REVUE

DE L'AVIATION ROYALE CANADIENNE

PRINTEMPS 2020 • VOL. 9, Nº 2

FORCES ARMÉES CANADIENNES

CANADIAN ARMED FORCES

Défense nationale National Defence

Canada

La *REVUE DE L'AVIATION ROYALE CANADIENNE* est une publication officielle du Commandant de l'Aviation royale canadienne (ARC) publiée sur une base trimestrielle. Il s'agit d'une tribune permettant d'échanger sur les concepts, les questions et les idées centrales et cruciales en lien avec la puissance aérienne et spatiale. La *Revue* a pour vocation de disséminer les idées et les points de vue, non seulement des membres de l'ARC, mais aussi des civils qui s'intéressent aux questions relatives à la puissance aérienne et spatiale. Les articles peuvent traiter de la portée de la doctrine de la force aérienne, de la formation, du leadership, des leçons retenues et des opérations passées, présentes ou futures de la force aérienne. On accepte également des articles sur des sujets connexes tels que l'éthique, la technologie et l'historique de la force aérienne. Cette revue est donc destinée à permettre l'expression d'une pensée professionnelle mature sur l'art et la science de la guerre aérienne et joue un rôle clé au sein de la vie intellectuelle de l'ARC. Elle sert de véhicule de formation continue et de perfectionnement professionnel pour le personnel militaire de tous les grades, ainsi que pour les membres d'autres forces et les employés d'organismes gouvernementaux et d'universités qui s'intéressent aux questions liées à la force aérienne.

ÉQUIPE DE RÉDACTION

MEMBRES DE LA RÉDACTION

Rédacteur en chef : Colonel Shayne Elder, CSM, AM

Rédacteur principal : Lieutenant-colonel Doug Moulton, CD, M.B.A.

Rédacteur administratif : Major Derrek Williamson, CD, log.

COMITÉ DE RÉDACTION

Colonel William Lewis, O.M.M., CD, M. Ing., M. Éd., M.B.A., M.E.D, Ph. D., (retraité)

Lieutenant-colonel Paul Johnston, CD, M.A. – 1re Division aérienne du Canada

Monsieur Allan English, CD, Ph. D. – Queen's University

Monsieur James Fergusson, Ph. D. – Université du Manitoba

Monsieur Stephen Harris, CD, Ph. D. – Direction – Histoire et patrimoine

Monsieur Raymond Stouffer, CD, Ph. D. – Collège militaire royal du Canada

Monsieur Randy Wakelam, CD, Ph. D. - Collège militaire royal du Canada

Publiée par le Centre de guerre aérospatiale de l'Aviation royale canadienne
ISSN 1927-7601

RÉDACTEURS ADJOINTS Adri Boodoosingh, Leah Fallis et Vickie Thobo-Carlsen

CONCEPTION GRAPHIQUE Cara Hunter

VERSION ÉLECTRONIQUE Christine Rodych

DIRECTEUR DE LA PRODUCTION Denis Langlois

Pour la version numérique, veuillez visiter :

http://www.rcaf-arc.forces.gc.ca/fr/centre-guerre-aerospatiale-fc/index.page

http://w08-ttn-vmweb01/CFAWC/fr/bibliotheque-electronique/la-revue/publication-actuelle.asp

NOTE AUX LECTEURS ET LECTRICES

Afin d'alléger le texte, la notation [traduction] a été omise des articles lorsque les citations proviennent d'ouvrages non disponibles en français. Le lecteur pourra confirmer la langue source d'une citation en se référant aux notes en fin de texte. Afin de faciliter la lecture, le masculin sert de genre neutre pour désigner aussi bien les femmes que les hommes. Sauf indication contraire, les photographies reproduites dans la *Revue* appartiennent au ministère de la Défense nationale et au domaine public.

© Sa Majesté la Reine, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2020

REVUE

DE L'AVIATION ROYALE CANADIENNE

PUISSANCE AÉRIENNE SPATIALE
EN FORMATION
AGILITÉ • INTÉGRATION • PORTÉE • PUISSANCE

DIRECTIVES SUR LA SOUMISSION DE MANUSCRITS

L'équipe de rédaction de la *REVUE DE L'AVIATION ROYALE CANADIENNE* (*REVUE DE L'ARC*) est intéressée à recevoir des articles, des comptes rendus de livres et de courts textes portant sur des sujets d'intérêt ou traitant de la portée de la doctrine de la force aérienne, de la formation, du leadership, des leçons retenues et des opérations aériennes passées, présentes ou futures. Les textes paraîtront sous les rubriques *Lettres à la rédaction*, *Sujets d'intérêt*, *À l'avant-garde* et *Argument et Contre-argument*. On accepte également les textes traitant de sujets connexes tels que l'éthique, la technologie et l'historique de la force aérienne.

RUBRIQUES DE LA REVUE DE L'ARC

RUBRIQUE	LIMITE DE MOTS*	DÉTAILS
LETTRES À LA RÉDACTION	50-250	Observations traitant de matériel déjà publié dans la Revue de l'ARC.
ARTICLES	3000-5000	Rédigés selon un style académique.
CRITIQUES DE LIVRES	500-1000	Rédigées selon un style académique et doivent contenir : • titre complet du livre (y compris le sous-titre); • nom complet de tous les auteurs tel qu'ils figurent sur la page de titre; • éditeur du livre ainsi que lieu et date de publication; • numéro ISBN et nombre de pages; • une photo de la couverture du livre en image à haute résolution (pas moins de 300 dpi) en format .jpg et mesurant au moins 12 x 18 cm (5 x 7 po).
SUJETS D'INTÉRÊT	250-1000	Observations traitant de sujets variés (opérations, exercices et anniversaires) pouvant captiver le lectorat s'intéressant aux questions aérospatiales.
À L'AVANT-GARDE	250-2000	Tribune de commentaires, opinions ou réactions portant sur le matériel déjà paru dans la *Revue de l'ARC* ou sur des sujets pouvant captiver le lectorat intéressé aux questions aérospatiales.
ARGUMENT/CONTRE-ARGUMENT	1500-2000	Tribune offrant l'occasion d'examiner un sujet intéressant l'ARC de deux points de vue divergents.

*excluant les notes en fin de texte

LES AUTEURS SONT PRIÉS DE RESPECTER LES DIRECTIVES SUIVANTES :

- Les articles peuvent être rédigés dans l'une ou l'autre des langues officielles.
- Les auteurs doivent inclure une courte notice biographique (un paragraphe) dans laquelle ils indiquent leur fonction actuelle ou poste et leur numéro de téléphone ainsi que leur adresse électronique. Tous les titres professionnels et académiques ainsi que les décorations militaires doivent être indiqués.
- Les articles sélectionnés qui ont été examinés par des pairs afficheront un à la gauche de leur titre respectif.
- Le rédacteur principal avisera les auteurs de l'état de leur article. Tous les manuscrits soumis ne seront pas nécessairement publiés.
- Tous les textes doivent être en format numérique (Microsoft Word ou format RTF). Les fichiers ne doivent pas être protégés par un mot de passe ni contenir de macros. Les textes peuvent être soumis par courrier postal, ou envoyés à l'adresse de courriel mentionnée plus bas.
- Tout tableau, image et figure auxiliaire qui accompagne le texte doit être envoyé dans un fichier distinct et dans son format original, c.-à-d. qu'ils ne sont pas incorporés dans le texte. La préférence est accordée aux fichiers vectoriels originaux, les fichiers à haute résolution (pas moins de 300 dpi) en format .psd ou .jpg peuvent aussi être soumis.
- Les auteurs doivent maintenant fournir un « texte optionnel » contenant une description détaillée de toutes les figures contenues dans leur texte. Le texte optionnel doit porter cette mention et être placé sous la légende.
- Les autorisations en matière de droit d'auteur d'utiliser du matériel n'étant pas la propriété du ministère de la Défense nationale ou de l'auteur même doivent être fournies. Il incombe à l'auteur d'obtenir et de joindre les autorisations écrites en incluant le nom de l'auteur ou de l'artiste, ainsi que le nom et l'endroit d'édition. Tout matériel qui ne satisfait pas à ces exigences peut être omis de la *Revue de l'ARC*.
- Le rédacteur principal peut fournir des images ou faire créer des graphiques, au besoin, pour accompagner des articles.
- Les auteurs devraient utiliser l'orthographe indiquée dans le *Petit Robert* ou *l'Oxford English*. Au besoin, les notes doivent se trouver à la fin du texte plutôt qu'en bas de page et suivre la norme de présentation du *Guide du rédacteur*. Pour toute question liée à la rédaction, veuillez vous référer au *Guide du rédacteur*, au *Little, Brown Handbook* ou vous adresser à la section de production du Centre de guerre aérospatiale de l'ARC à l'adresse suivante : RAWCProd@forces.gc.ca.
- Les acronymes et les abréviations doivent être utilisés de façon parcimonieuse.
  - Si leur usage est requis par le texte, le terme complet devra être inscrit lors de la première occurrence, suivi de la forme abrégée entre parenthèses.
  - Un tableau de toutes les abréviations (accompagnées de leurs termes correspondants) utilisées dans un texte devra être inclus à la fin du texte.
- Le rédacteur principal se réserve le droit de réviser les manuscrits pour des raisons de style, de grammaire et de concision, mais n'apportera aucun changement de nature éditoriale susceptible d'avoir un effet sur l'intégrité des propos sans avoir préalablement consulté l'auteur.

POUR OBTENIR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS OU POUR SOUMETTRE UN MANUSCRIPT, VEUILLEZ COMMUNIQUER AVEC LE RÉDACTEUR PRINCIPAL AUX COORDONNÉES SUIVANTES :

Centre de guerre aérospatiale de l'ARC
8e Escadre / BFC Trenton
C.P. 1000, succ. Forces
Astra (Ontario) K0K 3W0

À l'attention de : Lcol Doug Moulton RAWCRCAFJournal@forces.gc.ca

INVITATION À PROPOSER DES ARTICLES

Pour l'édition d'hiver : **30 octobre**

Pour l'édition du printemps : **30 janvier**

Pour l'édition d'été : **30 avril**

Pour l'édition d'automne : **30 juillet**

AVERTISSEMENT

Les opinions exprimées dans la *Revue de l'ARC* n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent aucunement les politiques du Ministère ou des Forces armées canadiennes. Les textes traitant des derniers développements en matière de doctrine et d'instruction ou dans un domaine quelconque ne confèrent à personne l'autorité d'agir à cet égard. Tous les documents publiés demeurent la propriété du ministère de la Défense nationale et ne peuvent être reproduits sans autorisation écrite.

CONTENU
PRINTEMPS

VOLUME 9 • NUMÉRO 2

MESSAGE DU RÉDACTEUR 4

ARTICLES

L'AVENIR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES OPÉRATIONS DE RSR 6
PAR LE COLONEL BRENDAN COOK, MSM, CD, B. SC., M. SC., M. A.

ARRIMEURS, APPAREILLEURS ET AUTRES « ERKS » : LA LOGISTIQUE VUE PAR LA FORCE AÉRIENNE 21
PAR RANDALL WAKELAM, M. A., PH. D.

CAMPAGNES CONTRE-INSURRECTION MODERNES : MEILLEURS RÔLES POUR LA PUISSANCE AÉRIENNE 40
PAR LE CAPITAINE MITCHELL BINDING

UNE PLATEFORME DE TRANSPORT AÉRIEN TACTIQUE DE CINQUIÈME GÉNÉRATION, PARTIE II 46
PAR LE MAJOR PAUL ANDERSON (À LA RETRAITE), CD, B. SC. A.

CRITIQUES DE LIVRES

THE ADMIRALTY AND AEW: ROYAL NAVY AIRBORNE EARLY WARNING PROJECTS 68
PAR LE CAPITAINE DE FRÉGATE MARK R. CONDENO, B. SC.

SUJETS D'INTÉRÊT

UN ENRICHISSEMENT IMPRÉVU : LE CÔTÉ HUMAIN DES LEÇONS RETENUES 70
PAR L'ADJUDANT IAN DANIELS

MESSAGE DU RÉDACTEUR

Le numéro du printemps 2020 de la *Revue de l'Aviation royale canadienne* présente une collection d'articles traitant de questions importantes à l'ARC. La nature générale de ces articles met en évidence l'étendue de l'expertise nécessaire pour que l'ARC puisse être opérationnelle. C'est aussi l'occasion pour ceux et celles d'entre nous qui travaillent dans leurs réseaux d'excellence de sortir de leurs zones de confort et de lire sur des sujets qu'ils ne connaissent peut-être pas très bien.

Le premier article « L'avenir de l'intelligence artificielle dans les opérations de RSR » examine les rôles qui reviendront probablement à l'apprentissage automatique à mesure que le volume de données provenant des sources de renseignement, de surveillance et de reconnaissance augmentera. Le colonel Cook souligne que les sources de données de RSR – les transmissions, l'acoustique, le radar et les mesures de soutien électronique, pour n'en nommer que quelques-unes – qui nécessitent une analyse pour être utiles à la prise de décisions ne sont pas communiquées aux commandants qui en ont besoin. L'article explore certaines solutions susceptibles de régler ce problème lié aux mégadonnées.

Comme l'explique M. Wakelam, Ph. D., dans le deuxième article intitulé « Arrimeurs, appareilleurs et autres «erks[1]» : la logistique vue par la Force aérienne », « le travail des arrimeurs, appareilleurs et autres erks représente le maillon ultime pour fournir aux équipages d'aéronefs, c'est-à-dire les personnes qui mènent l'appareil au combat, un système logistique conçu pour assurer le bon état de fonctionnement de l'appareil et de ses armes ». Cet article porte sur l'histoire du soutien logistique depuis le début de l'aviation jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale.

Le troisième article « Campagnes contre-insurrection modernes : meilleurs rôles pour la puissance aérienne » traite du rôle de la puissance aérienne dans les opérations de contre-insurrection et explique pourquoi les rôles les plus viables ne répondent pas aux rôles stratégiques dans la guerre classique. Le capitaine Binding examine les opérations de contre-insurrection à l'aide du modèle à cinq cercles de Warden et il explore les implications de ces opérations.

Le dernier article, « Une plateforme de transport aérien tactique de cinquième génération, deuxième partie » donne un aperçu des possibilités qui s'offrent à l'ARC pour accroître la capacité de sa flotte de C130J. Le major Anderson (à la retraite) approfondit encore les possibilités qu'offre le programme du bloc 8.1 (ARC 105), qui devrait être responsable de la prochaine amélioration majeure de la capacité en 2026-2027.

Notre segment « Sujets d'intérêt » intitulé « Un enrichissement imprévu : le côté humain des leçons retenues » est une étude des difficultés engendrées par le trouble de stress posttraumatique (TSPT). L'adjudant Ian Daniels, dont l'article « La voix de la guerre » a été publié dans le numéro de l'automne 2018[2], donne un aperçu de son parcours dans le système ainsi que des défis relevés et des victoires remportées face au TSPT. Je pense que vous trouverez cet article informatif et encourageant.

Comme toujours, bonne lecture et j'ai hâte de recevoir vos impressions.

Sic Itur Ad Astra

Lieutenant-colonel Doug Moulton, CD, M. B. A.
Rédacteur en chef

Notes

1. A l'origine, le terme « erk » faisait référence aux arrimeurs et aux appareilleurs, et il est dérivé de l'accent cockney des soldats de deuxième classe de l'armée de l'air qui prononçaient aircraftman « erkrafsmun ».

2. Sergent Ian Daniels « La voix de la guerre », *Revue de l'aviation royale canadienne,* vol. 7, nº 4 (automne 2018), p. 60-62, http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/mdn-dnd/D12-16-7-4-fra.pdf.

L'AVENIR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES OPÉRATIONS DE RSR

PAR LE COLONEL BRENDAN COOK, MSM, CD, B. Sc., M. Sc., M. A.

RÉSUMÉ

L'augmentation exponentielle de la collecte de données de renseignement, de surveillance et de reconnaissance (RSR) au cours des dernières années a fait en sorte que le volume de données recueillies dépasse la capacité d'exploiter raisonnablement celles-ci. L'intelligence artificielle (IA) constitue une solution possible à ce défi, mais les problèmes et les embûches de cette approche ne sont pas encore très bien compris. Pour résoudre la situation, nous avons évalué l'aptitude des technologies de l'IA à gérer les caractéristiques des « mégadonnées » de RSR; cet exercice s'est avéré concluant afin de fournir des solutions. L'IA, grâce à sa nouvelle capacité à apprendre sans intervention humaine, peut désormais intégrer dans son apprentissage la multitude de tâches analytiques de RSR. Cependant, il est difficile de fournir des définitions précises des principes de distinction et de proportionnalité et cela établira la limite maximale quant à ce qu'il peut être attendu de l'IA sur le plan fonctionnel. Par ailleurs, la complexité de l'IA peut rendre son utilisation opaque pour l'être humain, et la technologie est vulnérable au mauvais apprentissage en cas de corruption des données et d'incitation à des effets pervers dans les algorithmes. Les ennemis pourraient aussi s'appuyer sur les algorithmes pour diffuser à grande échelle des renseignements erronés. Il faudrait donc recourir à l'IA en prenant en compte plusieurs aspects. Premièrement, il importe de comprendre que le jumelage personne-machine est à la fois nécessaire et souhaitable. Deuxièmement, il faudrait mettre l'accent, lors du développement, sur la capacité de l'IA à gérer le volume, la vitesse et la variété des mégadonnées de RSR par la fusion de multiples jeux de données, afin d'améliorer la véracité et la valeur du produit résultant. Troisièmement, les algorithmes de l'IA et leurs interfaces personne-machine connexes doivent être conçus avec l'intention de donner un aperçu de la façon dont un système d'IA arrive à ses conclusions et recommandations, permettant ainsi de détecter les erreurs et d'atténuer sa vulnérabilité au mauvais apprentissage. Enfin, les analystes et les opérateurs auront besoin de beaucoup de formation sur les systèmes d'IA et leur utilisation afin de veiller à ce qu'ils puissent tirer le meilleur parti du potentiel de ces systèmes sans se démobiliser moralement lors de la supervision de ceux-ci. L'IA est à la hauteur de la tâche; nous devons l'accompagner.

INTRODUCTION

Chaque jour, le Canada et ses alliés mènent des opérations de RSR d'un type ou un autre. Malgré les nombreuses réussites quotidiennes, les opérateurs et les analystes doivent gravir une montagne, laquelle grossit avec chaque mission subséquente. Cette montagne découle de l'afflux continu de mégadonnées de RSR qui doivent être traitées, exploitées et diffusées aux utilisateurs finaux afin de tirer un avantage maximal de chaque mission. Bon nombre de nations reconnaissent maintenant que les systèmes actuels n'ont pas la capacité d'analyser et de fusionner correctement les données provenant de multiples capteurs et qu'ils ne peuvent pas fournir aux analystes et aux opérateurs des indices en temps réel au sujet de renseignements importants qu'ils pourraient manquer. Malgré tous les efforts déployés pour rationaliser et réaligner les ressources, la montagne de mégadonnées de RSR grossit de telle sorte que des révélations importantes en matière de renseignement y sont ensevelies et perdues.

Toute montagne compte son lot de sentiers qui conduisent à son sommet; le présent article se concentre à en définir un. Il décrit le problème que posent les mégadonnées pour la communauté de RSR en matière de compréhension du terrain. Il explore aussi la capacité de l'IA à relever les défis qui y sont posés. Enfin, il cherche à déterminer les embûches sur le plan juridique et éthique qui pourraient se trouver sur le sentier que trace l'IA. Avec ces facteurs à l'esprit, nous formulons des recommandations sur la façon de développer au mieux l'IA; le sentier qui mène, grâce à l'IA, au sommet de la montagne de données de RSR deviendra alors plus dégagé.

LA BASE

En termes simples, l'IA est une méthode perfectionnée de prise de décisions qui permet à des machines de penser et d'apprendre par elles-mêmes[1]. Cela diffère de l'autonomie, un terme plus général qui fait référence à « la capacité d'une machine à accomplir une tâche ou une fonction par elle-même[2] ». L'autonomie ne requiert pas nécessairement l'IA. Dans des environnements moins complexes, l'autonomie peut être atteinte au moyen de simples règles préprogrammées. Toutefois, les tâches plus complexes réalisées en autonomie dans des environnements ouverts et variables ne se prêtent pas à des réponses préprogrammées. En effet, elles nécessitent une prise de décisions aux limites de la cognition; c'est là où intervient l'IA. Les systèmes d'armes létales autonomes (SALA) sont ceux qui combinent l'autonomie et la létalité. Ils peuvent nécessiter l'intervention de l'être humain (« human in the loop »), la supervision par celui-ci (« human on the loop ») ou fonctionner sans intervention de sa part (« human out of the loop ») et posséder ou non une forme quelconque d'IA. Les SALA comportant une certaine forme d'IA sont déjà possibles avec la technologie moderne et soulèvent souvent des préoccupations. Le présent article ne cherche pas à répondre à l'éventail des problèmes complexes associés à l'utilisation des SALA. Il se concentre plutôt sur l'utilisation de l'IA dans des systèmes de RSR soutenus par l'IA, que ceux-ci soient semi-autonomes (intervention de l'être humain) ou autonomes et supervisés (supervision par l'être humain), dans le cadre des processus de RSR englobant la collecte et l'analyse de données ainsi que la prise de décisions, jusqu'au point de désignation de la cible à un être humain. C'est ainsi que le présent article examine ce qui est souvent perçu comme une utilisation moins controversée de l'IA, afin de déterminer si des problèmes et des embûches demeurent même dans le cas de cette utilisation limitée[3].

RSR est le processus par lequel les opérateurs et les décideurs s'informent de leur environnement, sur le plan tactique, opérationnel ou stratégique[4]. Les défenseurs de la révolution dans les affaires militaires ont déjà dit que les systèmes de détection et de communications, du fait de leur omniprésence, conduiraient à une « puissante synergie » et donneraient lieu à des connaissances dominantes liées à l'environnement d'exploitation, à des affectations de missions quasi parfaites et à des évaluations

immédiates/complètes de l'environnement d'exploitation[5]. Afin de tenter de concrétiser cette vision, les militaires du monde entier ont fait d'importants investissements dans l'entreprise de RSR. Le département de la Défense (DoD) des États-Unis (É.-U.), par exemple, a augmenté ses dépenses en systèmes de RSR six fois entre 2001 et 2012[6]. De la même façon, dans sa dernière politique de défense, le Canada a haussé ses engagements précédents et priorisé les investissements de RSR interarmées afin d'anticiper et de mieux comprendre les menaces éventuelles contre les intérêts canadiens[7]. Grâce à ces investissements, l'entreprise de RSR peut désormais tirer parti des données de chaque domaine *:* air, terre, mer, surface, sous-marin, espace et cyberespace[8]. De plus, l'entreprise peut faire appel aux données provenant de sources ouvertes et de niveaux de classification multiples. Cependant, l'augmentation exponentielle de la collecte de données n'a pas débouché sur une amélioration correspondante du renseignement. Dès 2008, le US Intelligence Science Board a reconnu que le volume de données de RSR dépassait la capacité de la communauté d'analystes existante et qu'une bonne partie des données n'est jamais examinée[9]. En 2014, RAND Corporation estimait qu'aussi peu que cinq pour cent des données parvenaient vraisemblablement aux analystes qui avaient besoin de les consulter[10]. Au bout du compte, pour les commandants, les besoins en matière de renseignement sont de moins en moins comblés[11]. Pour corriger cette lacune, on a cherché à améliorer les processus et les structures de dotation en centralisant les fonctions principales afin de maximiser l'utilisation de l'effectif; cela a conduit à quelques améliorations dans certains secteurs. Toutefois, le problème lié aux mégadonnées ne fait qu'empirer. Robert Cardillo, directeur de la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) depuis 2014, a constaté que, malgré les améliorations récentes apportées à l'architecture actuelle, NGA devrait embaucher huit millions de nouveaux analystes à l'aide des processus actuels afin d'analyser le volume sans cesse grandissant de données vidéo plein écran qui seront recueillies au cours des vingt prochaines années[12]. Il ne s'agit là que d'une source de données, et on ne tient pas compte ici de la multitude des autres sources de données de RSR — signaux, renseignements acoustiques, mesures de soutien électronique et radar, pour ne nommer que celles-là —, qui requièrent une analyse pour pouvoir revêtir une valeur sur le plan décisionnel.

DÈS 2008, LE US INTELLIGENCE SCIENCE BOARD A RECONNU QUE LE VOLUME DE DONNÉES DE RSR DÉPASSAIT LA CAPACITÉ DE LA COMMUNAUTÉ D'ANALYSTES EXISTANTE ET QU'UNE BONNE PARTIE DES DONNÉES N'EST JAMAIS EXAMINÉE.

Bien qu'il n'y ait aucune définition reconnue des « mégadonnées », deux thèmes sont récurrents : la taille et l'utilité du jeu de données. Premièrement, les mégadonnées comprennent les jeux de données « dont la taille dépasse la capacité des outils logiciels de bases de données typiques en matière de saisie, de stockage, de gestion et d'analyse[13] ». Deuxièmement, les mégadonnées englobent les fonds de renseignements qui, pour être utiles à l'organisation, « nécessitent des formes de traitement de l'information à la fois novatrices et rentables dans le but d'en avoir un meilleur aperçu et d'améliorer la prise de décisions[14] ». Les mégadonnées de RSR peuvent aussi se définir selon ces thèmes. En effet, elles proviennent de nombreux capteurs, systèmes, plateformes et sources qui dépassent la capacité des outils logiciels de bases de données actuels. Par ailleurs, elles peuvent être d'une grande utilité pour l'organisation, mais elles doivent être données à la bonne personne, au bon moment et dans le bon format pour permettre la prise de décisions. Une analyse des caractéristiques des mégadonnées permet de comprendre pourquoi il convient de penser dans l'optique des mégadonnées de RSR.

La compréhension des caractéristiques des mégadonnées a évolué au fil du temps. En 2001, Doug Laney a proposé les trois D (volume des données, vitesse des données et variété des données) lors de l'analyse des données du commerce électronique[15]. L'étude de RAND Corporation pour le compte de la Marine américaine concluait que quatre V pourraient caractériser au mieux les mégadonnées : volume, vitesse, variété et véracité[16]. Plus récemment, Samuel Fosso Wamba et coll. et Shilian Zheng et coll. soulignaient l'importance d'ajouter un autre V, à savoir la valeur, aux caractéristiques des mégadonnées[17]. Nous allons démontrer que ces cinq V ont un lien direct avec les mégadonnées de RSR.

DEPUIS SES TOUT DÉBUTS IL Y A SIX DÉCENNIES, LE DOMAINE DE L'IA A CONNU SES HAUTS ET SES BAS EN MATIÈRE D'ATTENTES ET DE PERFORMANCES RÉELLES.

Les données de RSR sont recueillies en gros volumes (dans des formats et selon des sources et des types variés), parviennent à vitesse élevée (c.-à-d. fréquence) et doivent être livrées à vitesse élevée aux utilisateurs finaux[18]. Ce qui complique encore davantage les choses, les mégadonnées de RSR peuvent, sur le plan de leur variété, provenir de sources ouvertes et de niveaux de classification multiples; par conséquent, ces mégadonnées doivent être gérées dans de nombreux domaines de sécurité mutuellement exclusifs[19]. Les données de RSR comportent de manière inhérente une certaine ambiguïté, sont incomplètes et comprennent une part d'incertitude; certaines sources de données sont de meilleure qualité que d'autres. C'est pourquoi la véracité des données de RSR doit toujours être remise en question et vérifiée lors de l'intégration de celles-ci à d'autres données et renseignements. Enfin, la valeur des données de RSR est reliée directement à leur rôle en matière de définition de la connaissance de la situation et à leur capacité de soutenir la prise de décisions, par leur présentation à la bonne personne, au bon moment et dans le bon format.

L'UTILISATION DE L'IA

Après avoir défini et caractérisé le terrain de la montagne des mégadonnées de RSR, nous allons évaluer si l'IA peut effectivement donner suite aux cinq V qui leur sont propres. Depuis ses tout débuts il y a six décennies, le domaine de l'IA a connu ses hauts et ses bas en matière d'attentes et de performances réelles. Il y a eu des périodes très prometteuses suivies de reculs et de déceptions[20]. À l'origine des résultats prometteurs : le développement de systèmes d'IA qui ont progressivement mis au défi l'être humain dans les jeux. En 1997, Deep Blue a battu de façon notoire le champion mondial d'échecs Garry Kasparov, lequel a constaté des « signes d'intelligence véritable et de la créativité dans certains des déplacements effectués par l'ordinateur[21] ». Bien que, jusqu'à récemment, les progrès aient été prometteurs depuis Deep Blue, les systèmes d'IA ont nécessité l'intervention de l'être humain pour leur conception afin de les entraîner et ont exigé de forts volumes de données pour leur apprentissage, en ne s'avérant utiles que pour les jeux. Cependant, AlphaGo et son successeur, AlphaGo Zero, ont annoncé une nouvelle ère d'IA en démontrant la capacité de jouer le jeu Go — lequel est considéré comme le jeu le plus difficile pour l'être humain — au niveau le plus élevé. AlphaGo a été le premier algorithme d'IA à parvenir à vaincre les champions humains de Go, en battant d'abord le champion européen Fan Hui en octobre 2015, puis Lee Sedol, le détenteur de 18 titres internationaux, en mars 2016[22]. En 2017, AlphaGo Zero franchissait une autre étape en atteignant le but de longue date : appendre sans aucune base et sans intervention de l'être humain. L'algorithme a appris à jouer à Go grâce au processus « d'apprentissage par renforcement, sans données transmises par l'être humain, sans directives et sans connaissance du domaine, en jouant lui-même à plus de 25 000 jeux[23] ». Ainsi, il a appris à jouer à Go à partir de rien et a

vaincu sa version précédente par la marque de 100 à 0 après seulement 36 heures d'apprentissage[24]. Même si la capacité de l'algorithme était encore confinée à une tâche limitée, cela a démontré la capacité des systèmes d'IA à apprendre sans supervision. Cela a tracé la voie à l'intelligence générale artificielle (IGA), un système unique capable d'apprendre de nombreuses tâches et de recourir à la connaissance acquise dans une tâche pour la transférer dans d'autres de manière positive, ce que l'on appelle parfois le méta-apprentissage[25]. Les fabricants d'AlphaGo Zero, DeepMind, ont annoncé que leur algorithme subséquent, Impala, était capable d'apprendre 30 tâches difficiles différentes faisant intervenir l'apprentissage, la mémoire et la navigation[26]. L'IA étant maintenant à l'aube de l'IGA, elle est prête à fournir des solutions pour corriger le problème que posent les mégadonnées de RSR.

Des technologies d'IA ont déjà été mises en marché pour gérer le volume, la vitesse et la variété des données dans de nombreux domaines. L'IA utilisée par John Paul, Amazon et Netflix a fait ses preuves quant à sa capacité d'examiner de gros volumes de données concernant les préférences des consommateurs et les produits disponibles, afin de formuler des recommandations relatives aux besoins des voyageurs, aux achats en ligne et aux activités de divertissement, respectivement. Chacun de ces systèmes analyse des milliards d'enregistrements pour suggérer des produits et des services d'après les réactions et les choix précédents des utilisateurs[27]. En plus de s'attaquer au défi lié au volume, les économistes se sont tournés vers l'IA pour corriger les problèmes liés à la vitesse des données. L'IA sert à créer de nouveaux jeux de données à partir d'information non structurée, permettant aux économistes de répondre en temps réel à des questions qui nécessitaient auparavant des mois d'étude. Google a développé des systèmes d'analyse des recherches afin de prédire les variations des taux de chômage et Yelp établit des prédictions concernant les modèles d'affaires locaux. Dans les deux cas, cela se fait en temps réel[28].

La capacité de traiter de gros volume de données parvenant à des vitesses élevées s'avère particulièrement utile lorsqu'elle est combinée à celle de l'IA d'analyser de nombreuses variétés de données, comme l'imagerie, la parole, le langage et les signaux électroniques. Google et Facebook ont déjà déployé à grande échelle l'IA pour la reconnaissance du visage et de l'image dans leurs plateformes de recherche et de médias sociaux. Le projet Maven, une initiative du DoD des États-Unis, permet la collaboration avec de nombreuses entreprises en vue de la conception d'algorithmes d'analyse d'images; ceux-ci analyseront les données vidéo plein écran acquises de véhicules aériens sans pilote pour identifier des personnes, des véhicules, des édifices et d'autres objets d'intérêt militaire[29]. Siri, Alexa et d'autres technologies d'assistance personnelle faisant appel à l'IA peuvent déjà reconnaître, décoder et traduire le langage[30]. Le missile israélien Harpy et le missile antirayonnement haute vitesse américain peuvent analyser le spectre radar, identifier la signature de radars ennemis et viser la cible[31]. Des architectures d'IA ont aussi été proposées pour analyser les signaux radio d'une grande variété d'applications et les essais menés en ce sens ont été concluants[32]. Chacune de ces capacités spécialisées est importante séparément; toutefois, une critique couramment soulevée quant à la nécessité de recourir à des outils d'IA spécialisés pour chaque tâche est que cela « conduit inévitablement à un trop grand nombre de modèles de réseaux, ce qui accroît la complexité liée au stockage[33] ». Lukasz Kaiser et coll. ont démontré qu'un seul modèle d'IA, construit à partir de plusieurs blocs de construction d'IA provenant de nombreux domaines, pourrait être entraîné en concomitance sur un certain nombre de types de données et de tâches[34]. De manière comparable, l'algorithme Impala de DeepMind a fait la preuve qu'il est capable d'apprendre à accomplir une multitude de tâches selon l'apprentissage par renforcement. Par conséquent, l'IA est déjà en mesure d'analyser les mégadonnées de RSR afin de produire les résultats suivants : traduire des langues; reconnaître des modèles dans des images et des données; trouver des liens et une causalité entre les données; extraire une signification[35]. Par conséquent, les analystes et les opérateurs, plutôt qu'ils aient à dépouiller des données brutes, peuvent désormais

se charger de la tâche de niveau supérieur où ils donneront suite aux indices, aux alertes et aux conclusions que leur présentera un système de RSR soutenu par l'IA[36].

En fusionnant les données et en établissant une référence croisée entre celles-ci, ces approches vont plus loin que simplement donner suite aux caractéristiques liées au volume, à la vitesse et à la variété; en effet, elles fournissent un mécanisme tenant compte des aspects propres à la véracité et à la valeur des mégadonnées de RSR. La superposition de perspectives multiples concernant chaque cible permet de respecter les cinq V des mégadonnées de RSR, améliorant ainsi la confiance à l'égard des conclusions tirées en matière d'identité, d'emplacement et de déplacement de la cible et autres caractéristiques. Si ce processus devait produire des observations conflictuelles, l'IA serait capable d'en informer les opérateurs et de leur indiquer qu'un examen minutieux supplémentaire s'avère nécessaire. De plus, puisque de multiples perspectives peuvent être obtenues pour une même cible, il est possible d'extraire et de sélectionner les diverses particularités des niveaux inférieurs afin de les comparer dans le but d'identifier de nouvelles particularités dans les niveaux supérieurs des données[37]. M. Ani Hseih et coll. a fait la démonstration de cette capacité à l'aide d'une équipe hétérogène et adaptative de robots autonomes dans les airs et au sol, pour : surveiller un petit village; rechercher, localiser et identifier des cibles humaines; et procéder simultanément à une cartographie tridimensionnelle dans un milieu urbain[38]. C'est ainsi que les systèmes d'IA peuvent être utilisés pour assurer la véracité des données tout en leur ajoutant de la valeur.

AFIN DE RESPECTER LE DIH, UN SYSTÈME D'IA DOIT POUVOIR DISTINGUER LES CIBLES MILITAIRES DES CIBLES CIVILES, UN DÉFI EXACERBÉ PAR L'ABSENCE DE CRITÈRES CLAIRS POUR Y PARVENIR.

L'IA pourrait accroître la valeur des mégadonnées de RSR par la présentation, aux analystes et opérateurs, d'indices relatifs à du renseignement ou à des données clés portant sur un domaine d'intérêt. Les moteurs d'IA Siri, Alexa, Google, Amazon et Netflix sont déjà capables de surveiller les recherches et les préférences des utilisateurs, dans le but de leur recommander des produits et des services qui anticipent leurs besoins[39]. De manière comparable, l'IA pourrait surveiller les recherches et les préférences des analystes et leur recommander des données ou des produits de renseignement répondant à leurs besoins. De plus, l'IA, pendant qu'elle se familiarise avec les besoins d'un analyste, pourrait effectuer des recherches dans les jeux de données historiques afin de repérer des modèles comportementaux, de détecter des changements ou de trouver des cibles prioritaires nouvellement attribuées. Quant aux opérateurs de RSR, les algorithmes d'IA pourraient comparer les données recueillies en temps réel avec les données historiques, assurant ainsi aux opérateurs de capteurs d'être alertés de tout changement par rapport aux observations précédentes. Par ailleurs, la collecte de nouvelles données dans les plateformes de RSR avoisinantes pourrait s'accompagner de la transmission automatisée d'indices quant aux observations pouvant influer sur le secteur d'opérations des opérateurs. Grâce à ces applications, la valeur des mégadonnées de RSR serait maximisée auprès des analystes et des opérateurs et la perte d'information sous la montagne de données de RSR serait moindre.

Une dernière méthode à laquelle l'IA pourrait recourir pour régler le problème lié aux mégadonnées de RSR concerne l'utilisation de sa capacité émergente en matière de création, laquelle a déjà été démontrée par AlphaGo lors de son deuxième match contre Lee Sedol. En effet, à la moitié du match, AlphaGo a joué un coup tellement si inattendu que Sedol a suspendu le jeu et a quitté la pièce pendant 15 minutes complètes pour se ressaisir. Les observateurs ont évalué à 1 sur 10 000 la probabilité qu'un être humain joue ce coup et ont commenté ce dernier en disant

qu'il s'agissait « d'improvisation, de créativité [et] même d'une certaine grâce[40] ». Ce niveau de créativité étant désormais possible, l'IA pourrait avoir pour tâche de générer des hypothèses au sujet des données qu'elle a analysées. Ensuite, elle pourrait rechercher des jeux de données afin de confirmer ou d'infirmer ses hypothèses ou formuler des recommandations relatives à la collecte d'autres données de RSR. De cette façon, l'IA permettrait de recueillir plus efficacement et de manière plus ciblée des données en suggérant une collecte visant à confirmer ou à infirmer ses théories, ce qui améliorerait la véracité des données.

Malgré les nombreux avantages qu'offre l'IA pour l'optimisation des mégadonnées de RSR, une question demeure. Le Comité international de la Croix-Rouge[41], le Parlement européen[42], le Royaume-Uni[43], le DoD des États-Unis[44] et d'autres entités ont tous examiné les conséquences liées à l'utilisation des SALA dans la guerre électronique. Peu d'entre eux se sont penchés sur le problème plus précis de l'utilisation des systèmes de RSR soutenus par l'IA en mode semi-autonome (intervention de l'être humain) ou autonome supervisé (supervision par l'être humain). Cependant, l'analyse à ce jour concernant les SALA — ainsi que les travaux de Nick Bostrom et de Paul Scharre au sujet de la réduction des risques dans les systèmes autonomes — laisse entendre que les futurs systèmes de RSR soutenus par l'IA devront pouvoir éliminer les obstacles suivants : application appropriée des principes de distinction et de proportionnalité; préoccupations découlant du dilemme de la boîte noire; possibilité de mauvais apprentissage par les systèmes d'IA; exigence en matière d'imputabilité selon la primauté du droit[45].

En vertu du droit international humanitaire (DIH), le principe de distinction exige que les attaques soient dirigées seulement contre des cibles militaires légitimes. Les non-combattants, y compris les civils, les enfants, le personnel médical et les combattants considérés comme hors de combat, devraient être à l'abri des attaques, tout comme les objets civils n'étant pas d'intérêt militaire[46]. Afin de respecter le DIH, un système d'IA doit pouvoir distinguer les cibles militaires des cibles civiles, un défi exacerbé par l'absence de critères clairs pour y parvenir. Comme Noel Sharkey l'a fait remarquer, il est difficile d'instruire un système ou, dans le cas de l'IA, de lui enseigner à ne pas cibler des civils et des objets civils lorsqu'il n'existe aucune précision de ce qu'on entend par « caractère civil[47] ». Tant la Convention de Genève de 1949 que le Protocole I de 1977 définissent de manière négative un civil (c.-à-d. quiconque n'est pas un combattant), d'où la nécessité de faire preuve de bon sens dans la détermination de cette notion[48]. La présence de combattants ne portant pas l'uniforme sur le champ de bataille, en particulier en milieu urbain dense, complique encore davantage les choses. Au bout du compte, un système d'IA aurait besoin de « comprendre, à l'instar de l'être humain, les intentions d'autres personnes et leur comportement probable » d'après des indices subtils qui ne pourraient pas être décelés facilement au moyen de capteurs ou lors d'une analyse des mégadonnées[49]. Dans son rapport de 2013 déposé au Parlement européen, le directeur général des Politiques externes concluait qu'il n'existe actuellement aucun système autonome qui puisse « faire la distinction de manière fiable entre des cibles militaires légitimes et des personnes ou objets civils, [et] prendre des mesures pour éviter tout ciblage erroné[50] ». Plus récemment, Scharre a conclu que bien qu'il soit possible de distinguer des cibles coopératives émettant des signatures connues dans un environnement contrôlé, l'accomplissement de la même tâche dans un environnement encombré s'avère beaucoup plus difficile. De plus, la possibilité de distinguer une cible non coopérative dans un environnement encombré dépasse la capacité des systèmes actuels et « aucune technologie du genre ne se pointe à l'horizon[51] ». Jusqu'à ce que ce défi puisse être surmonté, l'être humain devra intervenir afin de veiller à ce que le principe de distinction soit appliqué correctement lors de toute décision de ciblage. Le principe de proportionnalité constitue un autre défi d'importance pour les systèmes d'IA. Celui-ci exige que les dommages collatéraux prévus parmi la population civile ne doivent pas être excessifs par rapport à l'avantage militaire prévu qu'offre l'engagement d'une cible. Même si de nombreux

systèmes automatisés peuvent calculer ces dommages, il n'existe aucune méthode objective liée au calcul de l'avantage militaire direct ainsi offert[52]. En l'absence d'une méthode permettant de programmer un système d'IA ou de lui enseigner à faire ce calcul, il n'existe pour ainsi dire aucune façon qui habiliterait un système d'IA à respecter de lui-même ce principe. Scharre a souligné que les systèmes autonomes avec intervention de l'être humain et avec supervision par celui-ci n'ont pas à faire eux-mêmes ces jugements afin d'assurer la conformité au DIH. En effet, le jumelage des systèmes d'IA avec l'être humain permet de déterminer des cibles militaires possibles, puis de calculer les dommages collatéraux éventuels, en laissant à l'être humain le soin de poser le jugement moral[53].

UN SYSTÈME D'IA DE RSR — UTILISÉ POUR DÉPOUILLER LES DONNÉES PROVENANT DE SOURCES OUVERTES ET DE NIVEAUX DE CLASSIFICATION MULTIPLES AFIN DE FOURNIR AUX ANALYSTES ET AUX OPÉRATEURS DES RENSEIGNEMENTS UTILES SELON LEURS PRÉFÉRENCES — POURRAIT ÊTRE EXPLOITÉ PAR UN ENNEMI SELON DES MÉTHODES SEMBLABLES.

Outre les défis en matière de distinction et de proportionnalité, l'IA soulève aussi la question du dilemme de la boîte noire. Celui-ci surgit lorsque la complexité d'un système s'accroît à un point tel que l'être humain ne peut pas raisonnablement comprendre le processus. L'être humain peut voir les données qui entrent dans le système et celles qui en sortent, mais le fonctionnement de ce dernier est effectivement opaque pour l'utilisateur. La préoccupation principale liée au dilemme de la boîte noire est la suivante : si un être humain ne peut pas facilement comprendre pourquoi et comment un système d'IA arrive à ses conclusions, il lui est alors pratiquement impossible de détecter le moment où le système connaît une défaillance.

Les limitations de la compréhension de l'IA par l'être humain ont été démontrées par Christian Szegedy et coll. dans leur étude sur les résultats inattendus des systèmes d'identification d'images soutenus par l'IA. Szegedy et coll. ont étudié des réseaux neuronaux profonds, une forme d'IA utilisée en reconnaissance d'images, qui produisaient des conclusions contre-intuitives. Les chercheurs ont constaté qu'en introduisant des perturbations imperceptibles dans les images, ils pouvaient changer arbitrairement la classification de l'image d'IA. Dans une expérience, ils ont commencé par une image simple d'un chiot que le système a classifiée correctement. Ensuite, ils ont apporté un changement imperceptible à l'image, que seul l'œil humain pouvait déceler selon un niveau de grossissement de 10X, et le système a alors classifié l'image comme étant celle d'une autruche[54]. Jeff Clune, un chercheur en IA de l'Université du Wyoming, s'est aussi penché sur ce phénomène, mais selon la perspective inverse. Son équipe de recherche a entraîné un système d'IA à reconnaître des balles de baseball, puis lui a demandé d'en dessiner une. L'image produite était « un fouillis complètement méconnaissable » pour l'être humain, mais d'autres systèmes d'IA étant du même avis que le système d'essai, ils ont interprété l'image comme étant celle d'une balle de baseball[55]. Les chercheurs qualifient d'« images perturbatrices » les images qui peuvent conduire les systèmes d'IA à une mauvaise identification. D'autres travaux ont démontré que les logiciels de reconnaissance d'images sont généralement vulnérables aux images perturbatrices[56]. Par conséquent, alors que les systèmes d'IA se développent, l'être humain pourrait ne pas pouvoir comprendre facilement pourquoi et comment un système arrive à ses conclusions.

La vulnérabilité des systèmes d'IA en matière de mauvais apprentissage risque d'aggraver les difficultés relatives au dilemme de la boîte noire. En mars 2016, Microsoft lançait sur Internet Tay, un système d'IA conçu pour afficher un comportement approprié selon l'âge d'une adolescente et pour apprendre grâce à des interactions sur Twitter[57]. Microsoft s'attendait à ce que Tay apprenne l'argot de la génération du millénaire et commence à discuter de pop-stars. Au lieu de cela, le système Tay a été bombardé de messages controversés émanant de trolls en ligne et, en moins de 24 heures, s'est mis à gazouiller des messages pronazis niant l'existence de l'Holocauste et militant en faveur du génocide. Microsoft a rapidement mis hors ligne Tay et a présenté ses excuses officielles[58]. Cet exemple frappant a démontré que les systèmes d'IA sont vulnérables au mauvais apprentissage.

L'élection de 2016 aux États-Unis constitue un deuxième exemple dans lequel un ennemi a exploité l'utilisation de l'IA, conduisant à la diffusion à grande échelle de renseignements erronés. Comme l'a fait remarquer le Sénat américain dans son rapport, il existe des preuves convaincantes que de faux comptes créés dans les médias sociaux ou que des comptes hautement automatisés que l'on soupçonne d'être soutenus par la Russie ont été utilisés pour communiquer des renseignements erronés et semer la discorde aux États-Unis dans le but d'influencer le résultat de l'élection de 2016[59]. Cela a été rendu possible grâce à Facebook, Twitter, Instagram et YouTube, l'IA servant dans chaque cas à cibler des utilisateurs selon leurs intérêts et comportements[60]. Effectivement, l'IA propre à ces plateformes de médias sociaux a été exploitée afin de transmettre à grande échelle des renseignements erronés aux électeurs américains. Un système d'IA de RSR — utilisé pour dépouiller les données provenant de sources ouvertes et de niveaux de classification multiples afin de fournir aux analystes et aux opérateurs des renseignements utiles selon leurs préférences — pourrait être exploité par un ennemi selon des méthodes semblables.

La vulnérabilité de l'IA en matière de mauvais apprentissage met en lumière la nécessité de pouvoir comprendre les décisions que prend cette technologie, selon un niveau de confiance suffisant pour assurer l'imputabilité selon la primauté du droit. Les États ont l'obligation, en vertu du DIH, de pouvoir mener des enquêtes quant à la légitimité du recours à la force par leurs agents[61]. En cas de destruction, de blessure ou de mort accidentelles de civils ou lorsque la légitimité d'une attaque soulève des questions, il faut pouvoir mener une enquête immédiatement, de manière détaillée et dans l'impartialité[62]. Pour y parvenir, on doit pouvoir reconstituer l'information et les gestes posés dans le cadre du processus décisionnel. Cependant, si un système d'IA constitue effectivement une « boîte noire » et établit des connexions et procède à des déterminations qui sont trop complexes pour qu'un être humain puisse les comprendre, cela devient problématique, en particulier si le système d'IA ne peut donner d'explications sur son raisonnement. Par conséquent, on doit s'assurer d'un certain niveau de transparence dans un processus décisionnel soutenu par l'IA, afin de permettre d'y déceler les défaillances, d'y prévenir le mauvais apprentissage et de veiller à la traçabilité.

Des améliorations apportées au chapitre de la conception, du développement, des essais et de la formation peuvent réduire le plus possible les risques de défaillances dans un système d'IA; cependant, des accidents peuvent survenir et surviendront lors de la prise de décisions soutenue par l'IA, à l'instar de ceux découlant des décisions prises par l'être humain à l'aide des technologies actuelles. Le tir accidentel porté en 1988 contre le vol 655 d'Iran Air par le navire américain Vincennes ainsi que les nombreux fratricides engendrés par les batteries de missiles Patriot américaines durant la guerre d'Irak de 2003 ne sont que quelques exemples où les systèmes automatisés ont transmis des signaux de menaces aux opérateurs, lesquels ont pris les mesures qu'ils croyaient appropriées[63]. Un système soutenu par l'IA connaîtra quelques ratés; cela est inévitable. Les décideurs humains doivent alors rester vigilants et surveiller de près les résultats de l'IA, quoique cela risque de s'avérer difficile sur le champ de bataille.

Sharkey fait valoir, alors que la confiance à l'égard de l'IA s'accroît, qu'il existe un risque que l'être humain apprenne à simplement faire confiance au système, cessant effectivement de tenter d'y déceler des ratés et se désengage donc moralement par rapport à un processus décisionnel soutenu par l'IA[64]. Il existe quatre raisons connues expliquant pourquoi il peut être problématique pour l'être humain de prendre des décisions à l'aide de processus automatisés, chacune ayant joué un certain rôle dans les incidents liés à Iran Air et aux missiles Patriot. Premièrement, la confiance dans l'automatisation conduit l'être humain à négliger l'ambiguïté et à éliminer le doute. Les surveillants humains sautent alors aux conclusions et cessent de rechercher d'autres interprétations pour résoudre l'incertitude[65]. Deuxièmement, l'être humain tend à déduire et à inventer des causes et des intentions en établissant des liens entre les fragments de l'information disponible d'après le processus de partialité relative à l'assimilation[66]. Troisièmement, l'être humain tend à croire et à confirmer en acceptant sans critiquer les suggestions des ordinateurs, ce qu'on appelle aussi la partialité relative à la confirmation ou à l'automatisation[67]. Enfin, la confiance dans l'automatisation fait en sorte que l'être humain se concentre sur la preuve existante et ignore la preuve absente. On décrit souvent ce phénomène comme étant « ce que vous voyez, c'est tout ce qu'il y a »; cela « favorise l'impression de cohérence qui nous rend sûrs d'accepter l'information comme étant vraie[68] ». Bien que ces facteurs entrent tous en jeu actuellement dans le cas des systèmes d'armes existants, la nature de type boîte noire de l'IA pourrait faire ressortir ces effets, augmentant le risque que l'être humain cesse de s'interroger au sujet de ses « systèmes d'IA experts ».

Si un être humain décide d'une action militaire à entreprendre d'après le raisonnement fautif d'un système d'IA, qui sera tenu responsable de la décision? Il n'y a pas de solution facile pour corriger cet « écueil apparent en matière d'imputabilité ». Scharre recommande aux développeurs de prêter attention à la conception de l'interface personne-machine et à la formation des opérateurs afin d'assurer que l'être humain chargé d'intervenir dans les activités d'IA ou de superviser celles-ci ait la capacité d'être responsable des décisions qu'il prend et adopte l'attitude nécessaire en ce sens[69]. De plus, les systèmes d'IA doivent être conçus de manière à donner un aperçu plus détaillé de la façon dont ils arrivent à leurs conclusions et recommandations. Sans ces mesures, l'introduction des systèmes d'IA risquerait d'accroître les tendances existantes et d'occasionner la fin éventuelle de la supervision efficace par l'être humain.

CONCLUSION

L'IA, et cela est manifeste, offre des solutions permettant de relever le défi que posent les mégadonnées de RSR. Elle se prête bien à la gestion des caractéristiques des mégadonnées de RSR. Grâce à sa nouvelle capacité à apprendre sans intervention humaine, elle peut désormais intégrer dans son apprentissage la multitude de tâches analytiques de RSR. Cependant, il est difficile de fournir des définitions précises des principes de distinction et de proportionnalité en vertu du DIH et cela établira la limite maximale quant à ce qu'il peut être attendu de l'IA sur le plan fonctionnel. Par ailleurs, la complexité de l'IA peut rendre son utilisation opaque pour l'être humain. Les ennemis pourraient aussi s'appuyer sur les algorithmes pour diffuser à grande échelle des renseignements erronés. La technologie est vulnérable au mauvais apprentissage en cas de corruption des données et d'incitation à des effets pervers dans les algorithmes. De plus, l'être humain est habituellement prédisposé à croire les systèmes automatisés. Ensemble, ces facteurs engendrent le risque que l'être humain devienne un surveillant inefficace des futurs systèmes de RSR soutenus par l'IA.

Pour exploiter le plein potentiel de l'IA et pour atténuer ces problèmes de même qu'éliminer ces embûches, il importe de développer avec vigueur des systèmes d'IA en tenant compte de quatre aspects principaux. Premièrement, eu égard aux défis que pose la définition des principes de distinction et de proportionnalité, il existe une limite maximale quant à la capacité des technologies

d'IA à produire des évaluations hautement précises dans des conditions de combat réalistes. Le développement devrait se faire certes, mais pas au détriment du jumelage personne-machine attendu qui est à la fois nécessaire et souhaitable afin d'assurer la conformité au DIH. Deuxièmement, la dépendance des systèmes d'IA envers toute source de données pour parvenir à des conclusions pourrait faire en sorte que ceux-ci soient exposés davantage à un mauvais apprentissage ou à une manipulation par des ennemis. Il faudrait mettre l'accent, lors du développement, sur la capacité des systèmes d'IA à gérer le volume, la vitesse et la variété des mégadonnées de RSR par la comparaison et la fusion de multiples jeux de données. Cela permettra de confirmer la véracité des données recueillies et d'accroître en même temps la valeur de celles-ci, tout en réduisant le volume de données de RSR non traitées et inexploitées. Troisièmement, les algorithmes de l'IA et leurs interfaces personne-machine connexes doivent être conçus de telle sorte que l'être humain puisse surveiller les alertes, les indices, les déterminations et les recommandations, et obtenir par ailleurs un aperçu de la façon dont un système d'IA arrive à des constats. Cela permettrait à l'être humain de détecter les erreurs et de contrer la vulnérabilité d'un système d'IA en matière de mauvais apprentissage, tout en assurant la transparence dans le cadre d'enquêtes. Enfin, les analystes et les opérateurs auront besoin de beaucoup de formation sur les systèmes d'IA et leur utilisation. La formation devra porter sur les aspects suivants : compréhension suffisante des algorithmes afin de permettre à l'opérateur de tirer le meilleur parti du potentiel de l'IA; méthodes de détection des erreurs et du mauvais apprentissage; compréhension des embûches possibles liées à une confiance trop grande dans l'IA et l'automatisation dans le processus décisionnel; reconnaissance de la démobilisation morale possible lors de la prise de décisions soutenue par l'IA. Si l'on tient compte de ces facteurs, il est possible de réduire les risques éventuels; le sentier tracé par l'IA vers le sommet de la montagne de données de RSR devient ainsi plus dégagé. Nous avons l'occasion de choisir une meilleure façon de procéder. Comme pour toute innovation, la mise en œuvre d'un système de RSR efficace soutenu par l'IA exigera du courage, de la détermination, de la formation et de la persévérance. Heureusement, ces traits sont identiques à ceux qui définissent le soldat moderne. Le sommet est en vue; c'est le moment parfait pour gravir la crête de la montagne.

Le colonel Brendan Cook est un officier de systèmes de combat aérien et l'actuel commandant de la 14e Escadre. Il a participé à des affectations opérationnelles à bord du CP140 Aurora pour le compte du 407e Escadron de patrouille maritime, de l'Unité maritime d'essais et d'évaluation et du 405e Escadron de patrouille à long rayon d'action; il compte à son actif 2275 heures de vol. Il s'est acquitté de diverses fonctions d'état-major avec des déploiements en Afghanistan en 2009 et a agi à titre de commandant du détachement de la patrouille à long rayon d'action au cours de l'opération IMPACT, Rotation 0.

ABRÉVIATIONS

DIH	droit international humanitaire
DoD	Département de la Défense des États-Unis
IA	intelligence artificielle
RSR	renseignement, surveillance et reconnaissance
SALA	système d'armes létales autonome

NOTES

1. Jafar Alzubi, Anand Nayyar et Akshi Kumar, « Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview », *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1142, nº 1 (2018), p. 1, doi : 10.1088/1742-6596/1142/1/012012.

2. Paul Scharre, *Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War*, New York, W. W. Norton & Company, 2018, p. 27.

3. Major Daniel L. Davis, « Who Decides: Man or Machine? », *Armed Forces Journal*, 1er novembre 2007, http://armedforcesjournal.com/who-decides-man-or-machine/.

4. Canada, Ministère de la Défense nationale (MDN), B-GA-401-002/FP-001*, Doctrine de l'Aviation royale canadienne : renseignement, surveillance et reconnaissance*, novembre 2017, http://publications.gc.ca/site/fra/9.845322/publication.html.

5. Amiral Bill Owen, *Lifting the Fog of War*, New York, Straus and Giroux, 2000, p. 100.

6. Brigadier Général Timothy D. Haugh et Lieutenant Colonel Douglas W. Leonard, « Improving Outcomes: Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance Assessment », *Air & Space Power Journal*, vol. 31, nº 4 (hiver 2017), p. 4, https://search.proquest.com/docview/2050591129/abstract/34B6F42425A14B6BPQ/6.

7. Canada, MDN, *Protection, Sécurité, Engagement : La politique de défense du Canada*, 2017, http://publications.gc.ca/site/fra/9.835974/publication.html.

8. Isaac R. Porche III et coll., *Data Flood: Helping the Navy Address the Rising Tide of Sensor Information*, Santa Monica, RAND Corporation, 2014, http://www.jstor.org/stable/10.7249/j.ctt6wq8rr.9.

9. Porche et coll., *Data Flood*, p. 1.

10. Porche et coll., *Data Flood*, p. 14.

11. Haugh et Leonard, « Improving Outcomes », p. 4.

12. Stew Magnuson, « DoD Making Push to Catch Up On Artificial Intelligence », *National Defense*, 22 juillet 2017, https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2017/6/13/dod-making-big-push-to-catch-up-on-artificial-intelligence.

13. Zhaohao Sun, Kenneth Strang et Rongping Li, « Big Data with Ten Big Characteristics », 2 octobre 2018, p. 2, doi : 10.1145/3291801.3291822.

14. Porche et coll., *Data Flood*, p. 2.

15. Sun, Strang et Li, « Big Data with Ten Big Characteristics ».

16. Porche et coll., *Data Flood*, p. 2.

17. Samuel Fosso Wamba et coll., « How 'Big Data' Can Make Big Impact: Findings from a Systematic Review and a Longitudinal Case Study », *International Journal of Production Economics*, vol. 165, juillet 2015, p. 234-246, doi :10.1016/j.ijpe.2014.12.031; Shilian Zheng et coll., « Big Data Processing Architecture for Radio Signals Empowered by Deep Learning: Concept, Experiment, Applications and Challenges », *IEEE Access*, vol. 6, 2018, p. 55907-55922, doi : 10.1109./ACCESS.2018.2872769.

18. Porche et coll., *Data Flood*, p. 2.

19. Porche et coll., *Data Flood*, p. 18.

20. Nick Bostrom, *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*, Oxford, Oxford University Press, 2014, p. 5.

21. Bostrom, *Superintelligence*, p. 12.

22. David Silver et coll., « Mastering the Game of Go Without Human Knowledge », *Nature*, vol. 550, octobre 2017, p. 354, doi :10.1038/nature24270.

23. Silver et coll., « Mastering the Game of Go », p. 354.

24. Silver et coll., « Mastering the Game of Go », p. 354.

25. Aaron Krumins, « Artificial General Intelligence Is Here, and Impala Is Its Name », ExtremeTech, 21 août 2018, https://www.extremetech.com/extreme/275768-artificial-general-intelligence-is-here-and-impala-is-its-name.

26. Krumins, « Artificial General Intelligence ».

27. R. L. Adams, « 10 Powerful Examples of Artificial Intelligence In Use Today », Forbes, consulté le 5 décembre 2018, https://www.forbes.com/sites/robertadams/2017/01/10/10-powerful-examples-of-artificial-intelligence-in-use-today/.

28. Matthew Harding et Jonathan Hersh, « Big Data in Economics: New Sources of Data Create Challenges that May Require New Skills », IZA World of Labor, septembre 2018, doi : 10.15185/izawol.451.

29. Jon Harper, « Artificial Intelligence to Sort Through ISR Data Glut », *National Defense*, janvier 2018, p. 34, https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/1/16/artificial-intelligence-to--sort-through-isr-data-glut.

30. Adams, « 10 Powerful Examples ».

31. Scharre, *Army of None*, p. 46-48.

32. Zheng et coll., « Big Data Processing Architecture ».

33. Zheng et coll., « Big Data Processing Architecture », p. 55919.

34. Lukasz Kaiser et coll., « One Model To Learn Them All », arXiv, Cornell University, 16 juin 2017, http://arxiv.org/abs/1706.05137.

35. Ethem Alpaydin, *Machine Learning: The New AI*, Cambridge, MIT Press, 2016, p. 55-84.

36. Harper, « Artificial Intelligence to Sort », p. 34.

37. Alpaydin, *Machine Learning*, p. 74-76.

38. M. Ani Hsieh et coll., « Adaptive Teams of Autonomous Aerial and Ground Robots for Situational Awareness », *Journal of Field Robotics*, vol. 24, nº 11, 2007, p. 991-1014, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rob.20222.

39. Adams, « 10 Powerful Examples ».

40. Joi Ito et Jeff Howe, *Whiplash: How to Survive Our Faster Future*, New York, Grand Central Publishing, 2016, p. 240.

41. Noel Sharkey, « Guidelines for the human control of weapons systems », document de travail, International Committee for Robot Arms Control, avril 2008, https://www.icrac.net/wp-content/uploads/2018/04/Sharkey_Guideline-for-the-human-control-of-weapons-systems_ICRAC-WP3_GGE-April-2018.pdf.

42. Nils Melzer, Ph. D., « Human Rights Implications of the Usage of Drones and Unmanned Robots in Warfare », Think Tank – Parlement européen, 3 mai 2013, http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EXPO-DROI_ET(2013)410220.

43. Nations Unies, « Human Machine Touchpoints: The United Kingdom's Perspective on Human Control over Weapon Development and Targeting Cycles », document de travail, 8 août 2018, https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/(httpAssets)/050CF806D90934F5C12582E5002EB800/$file/2018_GGE+LAWS_August_WP_UK.pdf.

44. États-Unis, DoD, Directive 3000.09, « Autonomy in Weapon Systems », 8 mai 2017, http://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodd/300009p.pdf.

45. Bostrom, *Superintelligence*; Scharre. *Army of None*.

46. Noel Sharkey, « Saying 'No!' to Lethal Autonomous Targeting », *Journal of Military Ethics*, vol. 9, nº 4, 2010, p. 378, doi :10.1080/15027570.2010.537903.

47. Sharkey, « Saying 'No!' », p. 379.

48. Sharkey, « Saying 'No!' », p. 379.

49. Sharkey, « Saying 'No!' », p. 379.

50. Melzer, « Human Rights Implications », p. 10.

51. Scharre, *Army of None*, p. 252-255.

52. Sharkey, « Saying 'No!' », p. 380.

53. Scharre, *Army of None*, p. 256-257.

54. Christian Szegedy et coll., « Intriguing Properties of Neural Networks », arXiv, Cornell University, révisé le 19 février 2014, http://arxiv.org/abs/1312.6199.

55. Scharre, *Army of None*, p. 182.

56. Scharre, *Army of None*, p. 180-83.

57. Luke Dormehl, *Thinking Machines: The Quest for Artificial Intelligence – and Where It's Taking Us Next*, New York, TarcherPerigree, 2017, p. 95-96.

58. Dormehl, *Thinking Machines*, p. 95-96.

59. Philip N. Howard et coll., « The IRA, Social Media and Political Polarization in the United States », 2012-2018, University of Oxford, s. d., p. 3.

60. Mike Kaput, « How Facebook Uses Artificial Intelligence and What It Means for Marketers », Marketing Artificial Intelligence Institute, 7 février 2017, https://www.marketingaiinstitute.com/blog/how-facebook-uses-artificial-intelligence-and-what-it-means-for-marketers; Bernard Marr, « The Amazing Ways Google Uses Deep Learning AI », Forbes, 8 août 2017, https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/08/08/the-amazing-ways-how-google-uses-deep-learning-ai/.

61. Melzer, « Human Rights Implications », p. 40-41.

62. Melzer, « Human Rights Implications », p. 40.

63. Scharre, *Army of None*, p. 137-143, p. 169-170.

64. Sharkey, « Saying 'No!' », p. 381.

65. Sharkey, « Guidelines for the human control », p. 2.

66. Sharkey, « Guidelines for the human control », p. 2.

67. Sharkey, « Guidelines for the human control », p. 2.

68. Sharkey, « Guidelines for the human control », p. 3.

69. Scharre, *Army of None*, p. 261.

Arrimeurs, appareilleurs et autres « erks » :

LA LOGISTIQUE VUE PAR LA FORCE AÉRIENNE

Par Randall Wakelam, M. A., Ph. D.

La plupart des pilotes sont assis au soleil à la limite de l'aérodrome, mais Biggies est dans le secteur des hangars. Il est le doyen de l'escadron, il est en poste depuis 18 mois et il est toujours en vie, et cette histoire vise à expliquer exactement pourquoi. Il passe le reste de la journée assis sur une chaise de cuisine placée dans le sens devant derrière, regardant son *appareilleur et* son *arrimeur travailler sur* son *aéronef pendant qu'il remplit lui-même la ceinture de son pistolet Vickers, vérifiant chaque cartouche.*[1]

The Paladins: A Social History of the RAF
Up to the Outbreak of World War II

Dans le lexique des forces aériennes du Commonwealth, ces « experts de la maintenance » — techniciens ou mécaniciens, si vous voulez — qui s'occupent de la maintenance des cellules sont connus depuis une bonne partie du siècle sous le nom de « arrimeurs »; de même, leurs homologues responsables du bon fonctionnement des moteurs ont été appelés « appareilleurs[2] ». Le terme « erk » désignait à l'origine les arrimeurs et les appareilleurs, et provenait de la forme cockney de leur grade d'« aircraftsman » (aviateur), prononcé « erkrafsmun[3] ». C'est pourquoi le travail des arrimeurs, appareilleurs et autres *erks* représente le maillon ultime pour fournir aux équipages d'aéronefs, c'est-à-dire les personnes qui mènent l'appareil au combat, un système logistique conçu pour assurer le bon état de fonctionnement de l'appareil et de ses armes. En comparaison avec les marines et les armées du monde, ce paradigme logistique n'est pas unique. Cependant, contrairement aux autres forces armées bénéficiant de plusieurs siècles de pratique et de traditions, la logistique de la force aérienne est nouvelle et dépend peut-être même plus que dans les deux autres forces armées des compétences des arrimeurs, appareilleurs et autres techniciens pour soutenir et assurer le succès des opérations.

AUSSI INCONGRU QUE CE SOIT SUR LE PLAN PHILOSOPHIQUE ET PRATIQUE, CE QUI EST PLUS IRONIQUE POUR L'HISTORIEN, C'EST QUE DE NOMBREUX RÉCITS HISTORIQUES DE LA PUISSANCE AÉRIENNE SONT ILLUSTRÉS PAR DES IMAGES D'AÉRONEFS AU SOL EN COURS D'ENTRETIEN!

Le présent article vise à examiner l'entretien des aéronefs militaires britanniques et canadiens, tel qu'il a été conçu et tel qu'il a évolué au cours de la période allant jusqu'en 1945. À ce stade, il convient de mentionner qu'il n'y avait pas de forces aériennes canadiennes pendant la Première Guerre mondiale. Des milliers de Canadiens ont servi dans les forces aériennes britanniques et ont soutenu l'entraînement du Royal Flying Corps (RFC) au Canada. Pendant la Seconde Guerre mondiale, l'Aviation royale du Canada (ARC) (créée en 1924) était active au Canada et en Europe et comptait deux escadrons dans le commandement de l'Asie du Sud-Est. Les opérations canadiennes étaient indépendantes, mais l'ARC outre-mer était intégrée aux organisations de la Royal Air Force (RAF). Il y avait un groupe de bombardement canadien complet au sein du Bomber Command, un groupe de chasseurs essentiellement canadiens de la 2e Force aérienne tactique de la RAF, divers escadrons d'autres commandements et plusieurs milliers de Canadiens servant dans des unités de la RAF.

On pourrait supposer que le présent article se limitera à un examen des deux guerres mondiales. Tel n'est pas le cas, car pendant l'entre-deux-guerres, une jeune RAF devait établir ses philosophies et pratiques institutionnelles — ses normes et sa culture, à la fois pour le pilotage et l'entretien des aéronefs — tout en menant des opérations dans tout l'Empire et en résistant à de féroces attaques interarmées quant à son existence même au Royaume-Uni. Au Canada, l'ARC a orienté l'entretien différemment. En tant qu'armée minuscule et en grande partie paramilitaire qui opérait dans de petits détachements éloignés, il était nécessaire de tirer le meilleur parti des compétences acquises pendant la guerre et de les utiliser pour faire fonctionner des petites flottes d'aéronefs essentiellement civils, effectuant un travail essentiellement non militaire.

Certes, les deux guerres mondiales forment le creuset dans lequel les méthodes de maintenance des aéronefs ont grandement évolué. Au cours de la Première Guerre mondiale, les Canadiens ayant servi dans le RFC et le Royal Naval Air Service seraient devenus parfaitement au courant de la philosophie et des méthodes de ces forces armées. De même, pendant la Seconde Guerre mondiale, l'ARC a été intégrée à la RAF, tant au niveau individuel qu'au niveau de l'escadron et du groupe, et encore une fois, les Canadiens ont principalement réalisé la maintenance de leurs aéronefs dans les

normes de cette force armée. Même en temps de guerre, il y avait des activités canadiennes uniques et de grandes bases d'entraînement en activité au Canada pendant les deux conflits. À elles deux, ces expériences ont façonné la façon dont l'ARC envisageait et assurait la maintenance au milieu du 20e siècle. En tant que jeune aviateur à la fin des années 1970, je me souviens très bien des mystères des arrimeurs et appareilleurs, ainsi que du lexique un peu moins déroutant des techniciens de « cellule » et de « moteurs ». Le but du présent article va donc mener notre enquête dans plusieurs directions.

Avant de commencer cette exploration, il est important de souligner quelques réflexions importantes sur la logistique aérienne. Premièrement, et de manière très concrète, le système de prise en charge des besoins techniques des aviateurs ressemble beaucoup à la manière dont les chevaliers du moyen-âge fonctionnaient. Alors que seul le chevalier partait au combat, il était soutenu par un groupe personnel d'assistants qui se composait d'un écuyer, d'un maréchal-ferrant et d'un armurier. Ces hommes gardaient le cheval et les armes du chevalier prêts au combat. Nous pouvons clairement voir les rôles de l'arrimeur et de l'appareilleur dans le travail de ces serviteurs. Mais il y a plus que cela, car, bien que nous puissions nommer de nombreux chevaliers de la Table ronde sans trop de difficulté, nous ne savons absolument pas qui étaient leurs assistants et avons peut-être même une idée incomplète de leur fonction. Les chroniqueurs d'antan ne cherchaient pas à saisir les fonctions de soutien et de logistique, mais les exploits courageux des guerriers chevaleresques. Dans la présente discussion, cette approche est également valable. Nous savons peu de choses sur la manière dont les aéronefs ont été livrés de l'usine à l'escadron, ou comment le carburant a été raffiné et livré en quantités massives à des stations de bombardiers ou comment nous avons affronté les énormes défis pour le faire parvenir aux aérodromes avancés. Ces événements ne semblent pas nous causer beaucoup d'inquiétudes en tant qu'étudiants en histoire ou en tant que futurs planificateurs de la logistique. Cette situation n'est peut-être pas très différente de l'histoire logistique des autres forces armées. Cependant, pour une force qui ne peut pas fonctionner sans un soutien logistique massif, le fait que nous en sachions si peu — presque rien — est saisissant et alarmant.

Aussi incongru que ce soit sur le plan philosophique et pratique, ce qui est plus ironique pour l'historien, c'est que de nombreux récits historiques de la puissance aérienne sont illustrés par des images d'aéronefs au sol en cours d'entretien! Nous voyons des arrimeurs, des appareilleurs et d'autres techniciens de maintenance effectuer toutes sortes de travaux dans des hangars, sous le soleil du désert ainsi qu'en hiver et même sous la menace d'une attaque au sol lors de la campagne de l'Europe du Nord-Ouest en 1944-1945. Et pourtant, les textes qui les accompagnent ne les mentionnent presque pas. Même les récits officiels s'excusent pour ce manque de discussion sur la logistique et la maintenance des aéronefs. Par exemple, l'*Histoire officielle de l'Aviation royale du Canada, tome III*, dit ceci :

> L'histoire du personnel non navigant a… été traitée succinctement dans les pages qui suivent… La raison d'être d'une aviation militaire… est de combattre. Ce sont, dans une large mesure, les combattants qui établissent sa nature, fournissent la part de ses succès et déterminent son avenir. D'ailleurs, les activités des non-combattants — la maintenance [et]… le soutien aérien par exemple — bien qu'étant des tâches essentielles au succès, ont tendance à être routinières et répétitives et, par le fait même, retiennent peu l'attention[4].

Voici un autre cas : « Il est regrettable que toutes les histoires de la guerre aérienne (y compris celle-ci) tendent à négliger le rôle que les équipes au sol jouèrent et le danger auquel elles firent parfois face en temps de paix comme en temps de guerre… mais leur travail revêtait malgré tout un caractère essentiel. Sans elles, il n'y aurait bien sûr pas eu de guerre aérienne[5]. »

À ce stade, nous avons vu des mots tels que maintenance, techniciens, techniciens de maintenance et mécaniciens, ainsi que, bien sûr, arrimeurs, appareilleurs et « erks ». Il convient peut-être d'inclure une brève discussion sur le personnel et le matériel de la maintenance des aéronefs militaires dans

les contextes canadien et britannique. Comme pour les armées de terre et de mer, il existe différents niveaux de maintenance. Lorsqu'un aéronef est sur l'aire de trafic et prêt à voler, il ne nécessite normalement qu'une attention de première ligne. On parle souvent de l'« entretien courant ». Comme dans une station d'entretien civile, ce niveau de maintenance implique littéralement de vérifier les niveaux du fluide, les systèmes de l'aéronef et de faire le plein. S'il est question d'armes, le chargement de munitions et de bombes fait également partie de l'entretien courant dans son sens le plus large. L'entretien courant est effectué par une gamme de techniciens qualifiés pour effectuer ces vérifications de base des systèmes. Le carburant est ajouté par un conducteur assisté de techniciens; le conducteur conduit le camion ravitailleur ou le camion-citerne à carburant.

Si, pour une raison quelconque, l'aéronef présente un défaut majeur, découvert lors d'inspections au sol ou en vol, il est considéré comme étant hors service. Contrairement à l'Armée de terre, qui considère que l'équipement est inutilisable, la Force aérienne a préféré ce nouvel adjectif. Lorsqu'un aéronef est hors service, il est confié au personnel de deuxième ligne, lui-même composé de plusieurs métiers, qui rectifiera ce que l'on appelle communément un « problème ». L'équipage se compose normalement de techniciens plus expérimentés, car ils devront utiliser non seulement des manuels techniques, mais également une certaine expérience pour analyser les symptômes, établir un diagnostic et effectuer toutes les actions nécessaires pour remettre l'aéronef en service. Le personnel de deuxième ligne procédera également à des inspections plus approfondies des systèmes et au remplacement des pièces périmées. Celles-ci sont considérées comme des actions préventives et, bien que l'aéronef soit hors service pendant la durée de la vérification, ces travaux peuvent être planifiés afin d'avoir une incidence minimale sur les opérations aériennes. Les travaux de troisième ligne concernent également généralement des inspections au cours desquelles les systèmes principaux sont retirés, vérifiés et parfois remplacés. Là encore, les techniciens effectuant le travail ont une grande expérience. Une fois ce travail terminé, l'aéronef est remonté et un vol d'essai est effectué. Pour ce vol d'essai, certains techniciens montent à bord pour vérifier que tout fonctionne correctement. Après avoir été certifié « en bon état de service », l'aéronef est remis en service. De temps en temps, des techniciens civils du fabricant seront envoyés à la base ou au groupe de maintenance pour aider à ce niveau de travail. Enfin, la réparation et la révision de quatrième ligne sont effectuées normalement par le fabricant sur le site de production. Ce travail comprendra souvent la reconstruction d'aéronefs impliqués dans un accident ou ayant subi des dommages importants aux mains de l'ennemi. On dit souvent, et en grande partie par ironie, qu'il est possible de reconstruire un aéronef aussi longtemps que la plaque signalétique du constructeur d'origine est disponible. Les dommages moindres peuvent être traités à la troisième ou à la deuxième ligne.

Bien entendu, tout cela décrit un système qui a évolué au cours du siècle dernier. Mais au cours des premières années d'exploitation aérienne, les appareils étaient plus simples, et les ouvriers spécialisés nécessaires à la maintenance, moins nombreux. Les premiers techniciens étaient en fait le concepteur et son équipe, cette dernière étant composée d'un mécanicien, d'un charpentier-menuisier et d'un entoileur. Le travail relevait généralement de l'expertise de ces techniciens, même si le domaine dans son ensemble était nouveau, en particulier le moteur à combustion interne. Les choses avançaient généralement à un rythme modéré. Lorsque le RFC a été formé, la même approche a été utilisée pour les Royal Engineers, qui avaient effectué la maintenance de ballons et de dirigeables pour fournir le soutien technique initial[6]. En effet, dans l'exemple le plus ancien de vol militaire au Royaume-Uni, lorsque le dirigeable nº 1 a pris son envol en octobre 1907, c'était l'inventeur et le constructeur lui-même, M. Cole, qui faisait office de technicien et de mécanicien. Il n'y avait tout simplement aucun technicien à ce moment[7].

Le vice-maréchal de l'Air Ernest Stedman, qui était le doyen de la recherche et de la maintenance des aéronefs au cours des premières décennies de l'ARC, avait entamé sa carrière aéronautique

en Grande-Bretagne à cette époque. Son expérience était typique de la toute première expertise en ingénierie et en maintenance destinée à desservir les forces armées aériennes britanniques. Il a suivi une formation pratique de quatre ans dans un atelier avant de suivre un programme de trois ans en mécanique et mathématiques au Royal College of Science, suivi d'une année en génie civil et mécanique. Cela l'a conduit à exercer le travail de dessinateur de moteurs marins en 1911. Cependant, les progrès de l'aéronautique l'intriguaient et, en 1913, il a postulé à un poste au National Physical Laboratory. Lorsque la guerre éclata l'année suivante, le National Physical Laboratory fut chargé de trouver des ingénieurs aéronautiques pour le RFC et le Royal Naval Air Service : M. Stedman, ayant déjà été associé à la marine, s'est engagé dans cette direction[8].

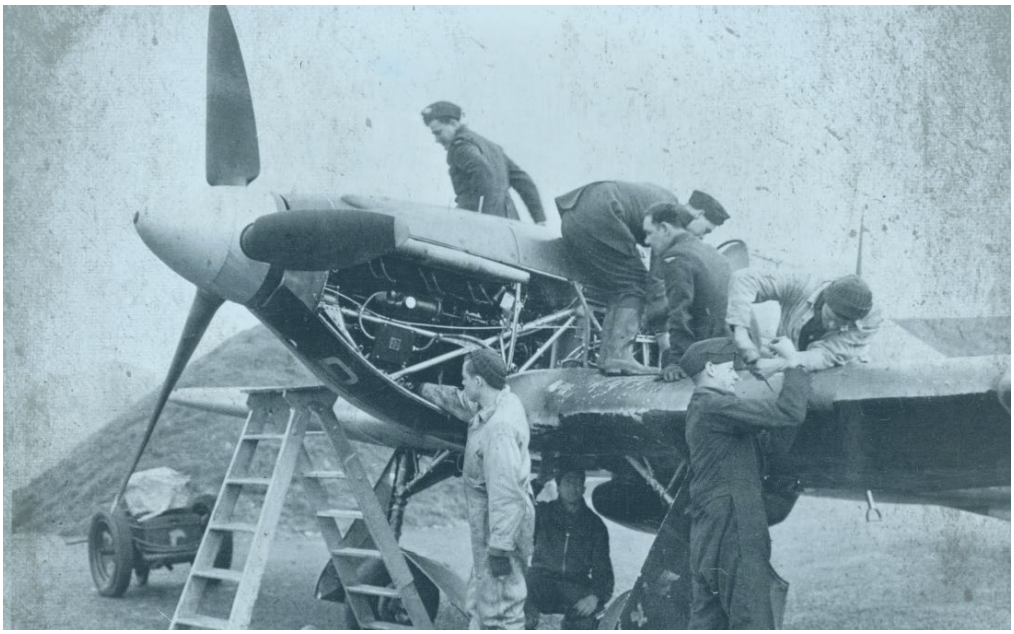


Photo gracieuseté du Commonwealth Air Training Plan Museum.

Les exigences de la Première Guerre mondiale ont causé une accélération rapide de la complexité technique et des compétences de maintenance. Les aéronefs sont devenus plus complexes, exigeant des connaissances et des compétences avancées, de nouveaux outils et de nouvelles techniques, ainsi que des organisations nouvelles et plus grandes pour gérer l'approvisionnement, le réapprovisionnement et la réparation des aéronefs. L'instruction des « recrues au sol » était une entreprise vaste et complexe[9]. Au début de la Première Guerre mondiale, le lieutenant-colonel Hugh Trenchard, qui allait devenir le père de la RAF après la guerre, se retrouva à la tête des fonctions liées à l'instruction du RFC en Grande-Bretagne. Dans le cadre de cette désignation, il devait se pencher sur les questions de recrutement. Il cherchait à attirer des personnes ayant une formation technique en proposant des taux de rémunération comparables à ceux des meilleurs métiers de l'armée. À la mi-septembre 1914, il avait recruté 1 100 personnes[10]. M. Trenchard et le RFC ont dû faire face à une vive concurrence pour le type de personnes également sollicitées par d'autres corps techniques, en particulier par la Royal Artillery, qui exploitait également des équipements complexes. Mais le problème auquel étaient confrontés les forces armées et le RFC était de trouver des personnes de toutes sortes, sans parler des mécaniciens qualifiés[11].

Le système britannique a mûri au cours des trois années suivantes et, en 1917, lorsque les États-Unis sont entrés en guerre, les forces armées de l'air américaines, qui devaient opérer aux

côtés de celles de la France dès le début, ont suivi les conseils du RFC en matière d'instruction et de fonctionnement, notamment en matière de maintenance des aéronefs. En fait, même en 1917, l'armée américaine n'avait pas de système officiel d'instruction technique. Les techniciens envoyés avec les premiers escadrons étaient réputés posséder des compétences techniques, souvent selon leurs propres dires, et devaient apprendre beaucoup sur le tas. Il était vrai qu'il y avait beaucoup d'hommes qui possédaient une certaine expertise technique *connexe*, mais ce n'était qu'une minorité. Même lorsque des programmes d'instruction dans les forces armées et le secteur civil furent institués à la fin de 1917, il s'agissait généralement d'un stage d'initiation. Par exemple, un stagiaire pouvait apprendre à effectuer l'entretien d'un moteur d'aéronef, qui était différent de celui utilisé dans l'escadron[12]. Entre-temps, un accord important fut négocié avec le RFC : l'accord d'instruction des mécaniciens prévoyait l'envoi de 15 000 mécaniciens au Royaume-Uni au début de 1918. Ces mécaniciens ont remplacé une cohorte similaire de techniciens britanniques qui pourraient être envoyés en France. À partir de ce moment, les cohortes américaines se sont remplacées l'une l'autre à mesure que le groupe en Angleterre arrivait au terme de sa phase d'instruction. Malgré ces progrès, M. Roger G. Miller a fait remarquer que les épreuves de connaissances professionnelles visant à vérifier les connaissances des techniciens individuels posaient problème, car les officiers chargés des épreuves ignoraient souvent eux-mêmes les théories et les pratiques[13]. Et pire encore, dit M. Miller, il y avait une mauvaise utilisation systématique des techniciens hautement qualifiés qui, bien qu'ils soient des militaires du rang, pouvaient s'attendre à effectuer des tâches normales de garde et de patrouille dans la cuisine[14].

En 1915, M. Trenchard avait pris le commandement du RFC en France et s'était fait un devoir de visiter les escadres et les escadrons pour s'informer de l'état des choses et des besoins. Ni lui ni son adjudant, M. Maurice Baring, n'étaient particulièrement experts en génie aéronautique, en pièces ou en maintenance, mais M. Trenchard a demandé à M. Baring de prendre note de tout problème ou besoin, et ces problèmes ont été examinés avec le plus grand sérieux[15]. Bien que M. Trenchard ait fait beaucoup pour maintenir l'attention du RFC et le moral de l'échelon de combat (c'est-à-dire, l'équipage), il ne laissa pas un instant la « famille » de vol oublier que le succès dépendait de l'expertise et du dur travail des arrimeurs et appareilleurs : « Ces hommes, a-t-il rappelé à plusieurs reprises aux escadrons, "sont les piliers de tous nos efforts". Sans leur ingéniosité et leurs efforts à toute heure et par tous les temps, il y aurait eu encore moins d'armes et d'hommes pour les utiliser. Les pilotes devaient au moins la moitié de leurs victoires à leur travail bien fait[16]. »

Au Canada, où les conditions de vol étaient généralement meilleures qu'en Europe, une vaste organisation d'instruction a été mise en place, principalement pour préparer des pilotes. Initialement, l'organisme d'appartenance s'appelait RFC Canada, mais lors de la création de la RAF le 1er avril 1918, chaque membre du personnel a eu la possibilité de retourner dans sa force armée d'appartenance. Pour diverses raisons de commandement et de contrôle, il a été jugé préférable au Canada de permettre aux techniciens qui ne souhaitaient ni retourner dans l'armée britannique ni rester dans la RAF de quitter les forces armées. Cette option était si attrayante que 400 techniciens ont immédiatement opté pour la vie civile, et jusqu'à 1 000 autres les ont suivis. Les conditions de travail et de vie ailleurs étaient décidément très attirantes pour ces techniciens formés. Selon l'officier général commandant les écoles, cela « allait avoir un effet paralysant sur nous » pour cette opération d'instruction qui ne comptait que 1 600 membres d'équipes au sol[17]. Il aurait pu retourner ces recrues dans leurs forces armées d'appartenance, mais il ne trouvait pas grand-chose à offrir dans ce stratagème, craignant des dissensions sinon une rébellion totale. Au lieu de cela, il a réussi à conclure un accord qui aurait vu les techniciens réticents transférés à la milice canadienne et probablement à la France. Le problème a été évité, mais il a signalé le fait que les arrimeurs, appareilleurs et autres personnes de métier hautement qualifiées pourraient et voudraient probablement choisir une vie civile lorsque la possibilité se présenterait[18].

Avec l'armistice du 11 novembre 1918, le gouvernement britannique était confronté à des forces aériennes nouvellement créées. De nombreux membres du gouvernement pensaient qu'un bras aérien indépendant n'était plus requis, mais la RAF a tout de même continué d'exister. M. Trenchard a été nommé chef d'état-major de la force aérienne et a entrepris de mettre en place cette troisième force armée à partir de zéro. Il a exposé ses plans dans un livre blanc en 1919. Dans sa préface, il a comparé la RAF (et le RFC en temps de guerre) à la courge du prophète Jonas, qui a surgi du jour au lendemain, mais qui a flétri en une journée. M. Trenchard a fait valoir que la RAF devait avoir une valeur durable pour l'État et s'était donc fixé pour objectif de la faire repousser, cette fois avec des racines plus profondes[19]. Aucune conception plus vraie ne pourrait être appropriée pour inculquer des valeurs et des compétences fondamentales.

Pour M. Trenchard, l'instauration d'un éthos et d'un esprit de corps de la force aérienne était la tâche première de la nouvelle force armée, suivie de près par le besoin de réduire le nombre d'accidents. Cela devait être accompli par la formation des mécaniciens. Son plan était de recruter des jeunes (normalement âgés de 16 ans dans le concept d'apprentis soldats) et de leur donner toute leur formation technique et professionnelle en uniforme. Quand on considère ces deux objectifs, il y a un processus de fusion important – si M. Trenchard pouvait inculquer un état d'esprit de la force aérienne à ces jeunes mécaniciens, ils seraient sans doute d'autant plus enclins à effectuer la maintenance au mieux de leurs capacités[20].

The Aeroplane, un bulletin d'information de l'aviation britannique, a reproduit intégralement le livre blanc de M. Trenchard. Tous pouvaient voir le plan pour l'établissement d'une conscience collective solide de la force aérienne. Pour M. Trenchard, tout reposait sur l'instruction efficace de tous les grades des forces armées de l'air. Dans la section intitulée « Importance extrême de la formation », il énonce certains principes fondamentaux :

> Premièrement, pour créer une Force aérienne digne de ce nom, nous devons créer un esprit de la Force aérienne, ou plutôt favoriser cet esprit qui a sans aucun doute existé à un degré élevé pendant la guerre… Deuxièmement, nous devons faire tout ce qui est en notre pouvoir pour éliminer les accidents de vol, pendant l'entraînement et par la suite. Cette finalité ne peut être assurée qu'en veillant à ce que la formation de nos mécaniciens à la multiplicité des métiers nécessités par une force armée hautement technique soit aussi complète que possible. La meilleure façon de le faire est de recruter la majorité de nos effectifs qualifiés en tant que jeunes garçons et de les former nous-mêmes. … Troisièmement, il ne suffit pas de faire de l'officier de la Force aérienne un chauffeur et rien de plus. Des experts techniques sont nécessaires au développement de la science aéronautique, qui en est toujours à ses balbutiements[21].

À partir de là, Trenchard décrivit les types de sciences auxquelles il avait pensé, notamment la météorologie, l'aérodynamique, la navigation et l'ingénierie. Il a vu des officiers passer les cinq premières années de leur carrière à apprendre à voler et à se battre avec leurs aéronefs, mais à partir de là, ils se sont spécialisés dans l'une de ces sciences. M. Trenchard a également noté que le plus grand défi pour la RAF naissante serait la formation des aviateurs. Les compétences acquises pendant la guerre avaient été démobilisées et il était également reconnu que, même lorsque la RAF aurait mis au point un programme d'instruction solide, les personnes qui achèveraient leur service seraient attirées par des emplois civils, ce qui nécessiterait un nombre constant de nouveaux techniciens[22].

M. Trenchard n'a reçu que très peu de fonds pour mettre en place ses forces armées de l'air. Pourtant, il a investi la majorité de l'argent accumulé pour l'instruction et l'infrastructure, dans le programme d'apprentis à Halton. Ce qui avait été une installation temporaire pendant la guerre a été élargi, modernisé et doté de capacités supplémentaires. Une fois terminée en 1926, c'était la plus grande installation de ce type au pays[23].

Lorsque le secteur de la défense a été réduit au début des années 1920, le comité chargé de formuler des recommandations sous la direction de Sir Eric Geddes a été impressionné par le concept et l'efficacité de Halton. Il a même recommandé d'étendre les services fournis par les apprentis diplômés. Geddes avait certes été enclin à fermer le programme d'instruction, mais il avait compris l'intérêt de ce programme pour maintenir la RAF en place, ainsi que la création d'un groupe de techniciens de l'aviation compétents pour l'ensemble du pays[24].

Photo gracieuseté du Commonwealth Air Training Plan Museum.

Selon M. John James, M. Trenchard savait que la maintenance était la clé du succès. C'est pourquoi M. Trenchard a mis l'accent, dans son mémorandum, sur le recrutement et la formation de personnes qui seraient des techniciens et des préposés à la maintenance de premier ordre[25]. Cependant, M. James pense que ce n'était que la première étape d'une déclaration sociale importante, car M. Trenchard recherchait des personnes de métier recrutées dans ce segment de la société britannique qui détenait un diplôme d'études secondaires – essentiellement, le diplôme nécessaire pour entrer à l'université à l'époque. Il a donc implicitement recruté ses techniciens de la classe moyenne. Le même certificat était la norme d'entrée pour les aspirants officiers au Royal Air Force College de Cranwell. M. James explique que ceux qui entraient dans l'armée avaient toujours considéré leur décision de rejoindre l'armée comme la fin de leur carrière – en dernier recours lorsque plus aucune possibilité ne s'offrait à eux. En revanche, ceux qui entraient dans la Force aérienne avaient l'impression d'embarquer dans une carrière professionnelle pleine de défis et de promesses[26]. M. James poursuit en affirmant que « l'innovation d'un corps formé de sous-officiers et d'aviateurs était en soi une révolution sociale[27] ». C'était apparemment l'entreprise favorite de M. Trenchard, et il a rendu cet égalitarisme encore plus remarquable en donnant aux trois meilleurs apprentis de chaque groupe l'occasion de poursuivre leurs études à Cranwell avec la possibilité de mener une carrière complète en tant qu'officier. Ce geste était au-delà de tout ce que l'Armée de terre aurait pu concevoir[28]. M. Trenchard n'écoutait pas ceux qui pensaient que conférer le statut de cadet aux meilleurs apprentis était inapproprié. Dans un cas précis, où l'apprenti n'était ni très habile à l'exercice et n'avait pas de très bonnes aptitudes physiques, M. Trenchard a personnellement rejeté toute objection. L'apprenti en question était le futur inventeur du réacteur britannique Sir Frank Whittle, commodore de l'air[29].

Écrivant en privé à M. Trenchard en mai 1928, M. T. E. Lawrence, qui s'était enrôlé à deux reprises dans la RAF après la guerre en qualité d'ouvrier d'aviation, fit part à M. Trenchard de ses réflexions sur l'état de la force[30]. Les deux hommes partageaient une relation de longue date, et M. Lawrence se sentait donc à l'aise de s'exprimer sans retenue. Toutefois, il était toujours aussi enthousiaste à propos du moral des forces armées de façon générale et du soutien écrasant envers M. Trenchard de façon personnelle. Exprimant son opinion sur la qualité des autres grades, il a déclaré : « Je pense que les autres grades actuels sont relativement trop bons pour les officiers. Il faut avoir une certaine maîtrise technique pour maintenir indéfiniment le respect des gens de métier. Être un gentleman aujourd'hui est inutile, ou l'est très peu[31]. » M. Lawrence a reconnu que cette situation résultait de la dépendance sur les officiers ayant peu d'ancienneté, alors que les effectifs de la force augmentaient, et a poursuivi en affirmant que le corps des officiers semblait l'avoir compris.

La Force aérienne de M. Trenchard se composait d'officiers généralistes et de quelques spécialistes, leur spécialité étant notamment médicale, dentaire, comptable et en magasins. Il n'y avait pas d'officiers techniques ou d'ingénieurs à plein temps, car il avait été décidé — en se fondant en partie sur des doutes sur les pratiques en temps de guerre — que si le but principal de la RAF consistait à faire voler des aéronefs, alors les officiers généralistes, c.-à-d. les pilotes, seraient responsables de la maintenance de leurs armes. Les pilotes sélectionnés ont dû suivre un cours d'ingénierie, après quoi ils ont reçu l'indication « i » sur la liste des officiers[32]. De même, les pilotes ont été formés et employés en tant que spécialistes de la photo, de l'armement et des transmissions. En effet, il n'y avait même pas de service administratif à temps plein[33].

En 1918, malgré la croissance rapide de la performance des aéronefs, les technologies restaient assez simples et le restèrent pendant la période de l'entre-deux-guerres. En conséquence, les outils et l'équipement utilisés pour effectuer la maintenance des aéronefs au cours de cette période étaient également relativement simples. Une grande partie du travail était effectuée au niveau de l'unité; l'arrimeur ou l'appareilleur diagnostiquait et corrigeait la panne, puis effectuait un essai afin de vérifier que sa réparation était efficace. En général, les outils de la boîte à outils du technicien suffisaient. Des changements sont intervenus avec l'avènement des monoplans tout en métal au milieu des années 1930, mais même en 1939, la RAF et la Royal Navy continuaient d'exploiter des biplans avec entoilage[34].

Au cours de ces années, la RAF s'est préparée pour deux types d'emplois fondamentalement différents. Une main était responsable des opérations de défense directe des îles Britanniques tandis que la seconde voyait l'établissement de formations aériennes dans un certain nombre de colonies et de protectorats où un « contrôle aérien » (aussi appelé la « police du ciel ») était requis. Soutenir les opérations aériennes dans ces zones a nécessité une opération de maintenance assez intensive. Ainsi, chaque région avait une série d'unités qui remplissaient diverses fonctions. Le « Aircraft Depot » (dépôt d'aéronefs) se trouvait au niveau de la zone et « réalisait de nombreuses tâches : le montage des aéronefs nouvellement arrivés, la réparation des dégâts, les modifications, la reconstruction des emballages en vue des transferts et le démontage en pièces de rechange[35] ». Le dépôt disposait également d'aéronefs de relève, l'idéal étant que le dépôt disposait d'une réserve de guerre à 100 %, bien qu'en réalité ce chiffre soit un peu moindre. Toute la notion de réserve s'appliquait jusqu'à l'escadron où, alors que l'unité était normalement composée de 12 appareils, il y avait généralement quatre appareils de réserve permettant de couvrir les problèmes de réparation et de maintenance[36].

Chaque aérodrome a repris le concept de la section de réparation d'aéronefs, qui effectuait la réparation et la reconstruction des aéronefs locaux. Les dommages pouvaient être majeurs ou mineurs. Un aéronef qui avait subi un atterrissage brutal, au cours duquel le train d'atterrissage avait été arraché, serait toujours considéré comme un dommage mineur et serait réparé sur place (ou

« ROS » pour « repaired on-site ») par l'escadron. Les aéronefs réparés en atelier (ou « RIW » pour « repaired in works ») avaient subi des dommages plus catastrophiques et devaient être retournés au dépôt ou même au fabricant. Souvent, les termes ROS et RIW désignaient davantage les techniciens qui effectuaient le travail que le lieu physique en question, et parfois les RIW avaient lieu au niveau de l'unité lorsque cela était plus pratique[37].

Mais des changements s'imposaient alors que la guerre approchait. En ce qui concerne l'emploi des officiers, il ne semblait plus approprié d'utiliser des aviateurs pour autre chose que leurs tâches de vol. La désignation d'« officier ingénieur » découle de cette même accélération d'avant-guerre. Cet officier ne serait pas un spécialiste et son seul objectif serait de gérer les personnes et les processus nécessaires pour maintenir les aéronefs dans les airs. Curieusement, fait remarquer M. James, ce sont les ingénieurs « i » qui ont formulé des observations sur cette situation au milieu des années 1930, mais pas sous le prétexte de l'idéal de servir. Plutôt, ils ont simplement cherché à reprendre leurs fonctions générales de vol en recrutant des officiers moins aptes physiquement pour gérer les tâches techniques[38].

Le modèle de recrutement et d'instruction proposé par M. Trenchard tenait en partie au fait qu'il était fondé sur l'absence de crise qui nécessiterait un déploiement massif. Avec le concept de M. Trenchard, les unités de vol étaient toujours dirigées par des aviateurs. À peu près au moment de la création de l'officier ingénieur, il était également nécessaire de revoir la formation technique. Le système original ne pouvait pas fournir le volume approuvé dans les années précédant la guerre. Il a donc été décidé de former tous les techniciens en tant qu'appareilleurs, capables de tout réparer, mais à un niveau de compétence moindre. Une fois en poste dans une station, ces appareilleurs de « grade 2 » seraient supervisés jusqu'à ce qu'ils aient l'expérience suffisante pour atteindre le niveau d'appareilleur de « grade 1[39] ».

Une fois que la RAF a commencé à rechercher des économies appropriées, comme dans le cas de la qualification de grade 2, le concept d'entretien courant par l'escadron a fait l'objet d'un examen minutieux. Il a été décidé bien avant 1939 que la majorité des techniciens travaillerait au niveau de la station. Physiquement, ils ne travailleraient pas sur la ligne de hangars d'escadron la plus proche de la rampe et des pistes d'atterrissage, mais plutôt sur la deuxième ligne de hangars. En outre, il a été jugé plus efficace de faire fonctionner une station avec un seul type d'aéronef, réduisant ainsi les coûts d'instruction et de qualification du personnel, ainsi que les besoins en fournitures, puisqu'un seul jeu de pièces de rechange devait être stocké. Il s'agissait de changements culturels majeurs, et ils n'ont pas été mis en œuvre facilement ni avec beaucoup de soutien. Le système d'escadron avait fonctionné à la fois en temps de guerre et dans des opérations austères et lointaines, mais la vérité était qu'il fallait des économies appropriées en même temps que les aéronefs devenaient trop gros et trop complexes pour que l'arrimeur et l'appareilleur puissent effectuer leur travail seuls[40].

L'histoire du développement et de la maintenance de la Force aérienne au Canada était quelque peu différente au cours de ces années. M. John A. Wilson, secrétaire de la Commission de l'air — ainsi que d'autres avant-gardistes, dont le major-général Sir Willoughby Gwatkin, ancien commandant de l'état-major général — estimait que le Canada devait renforcer sa capacité aéronautique en se concentrant sur les opérations civiles. Sur le plan stratégique, M. Wilson a fait valoir que le Canada n'avait aucun intérêt pour des forces aériennes importantes ou militaires. Son expérience antérieure avec la Marine royale canadienne au cours de ses premières années lui a appris ces leçons. Cependant, en se concentrant sur les vols paramilitaires et le soutien à d'autres ministères, la Force aérienne, qui deviendrait l'ARC en 1924, ferait la preuve de son utilité à la fois aux politiciens et à l'électorat. Ce faisant, il serait possible de constituer une réserve de pilotes et de techniciens, ainsi que de solides capacités de fabrication[41].

C'était le concept, mais dans la pratique, la Force aérienne, dans ses différentes incarnations, avait du mal à retenir les techniciens, en particulier dans les premières années. Les personnes ayant des compétences de métier pouvaient travailler pour le côté civil du secteur aérien — la Direction des opérations aériennes — pour plus du double du salaire net. De plus, si cela ne les intéressait pas, il leur était possible de travailler dans l'industrie[42]. Il y avait « peu d'instruction officielle pour les aviateurs, et l'ARC dépendait du recrutement d'hommes qui possédaient déjà des compétences professionnelles connexes. Les recrues entreprenaient ensuite une période d'apprentissage où elles s'initiaient sur le tas à l'ajustage, au montage et à d'autres techniques. Elles acquéraient graduellement une expérience plus précise dans le domaine de l'aviation et, en suivant des cours de spécialisation, étaient capables d'améliorer leur niveau technique[43]. » La conséquence inattendue de cette situation est que ces techniciens, désormais très compétents, sont devenus très intéressants pour les entreprises civiles et certaines sont allées jusqu'à racheter les contrats d'engagement des techniciens[44].

L'ÉTAT DE FONCTIONNEMENT DÉPENDAIT DE L'EXPERTISE DES « ERKS », MAIS AVEC DE NOMBREUX TECHNICIENS CANADIENS AFFECTÉS DIRECTEMENT À DES COURS DE FORMATION, LA SOLUTION CONSISTAIT À FOURNIR AUX NOUVEAUX ESCADRONS UN GROUPE DE GENS DE MÉTIER EXPÉRIMENTÉS AYANT L'EXPÉRIENCE NÉCESSAIRE POUR TRAITER DES SYSTÈMES COMPLEXES, TELS QUE CEUX TROUVÉS SUR DES BOMBARDIERS ET D'AUTRES AÉRONEFS OPÉRATIONNELS.

À la fin de 1921, il n'y avait que 1 350 autres grades dans les forces armées de l'air. La grande majorité d'entre eux étaient des travailleurs à temps partiel, qui seraient appelés à suivre une formation d'un mois à peine tous les deux ans. Il n'était donc pas possible de former des apprentis selon le modèle de la RAF, et les recruteurs de la Commission de l'air et de la Force aérienne étaient donc à la recherche de personnes ayant une expérience qui leur permettrait d'acquérir des compétences spécifiques à des forces armées. Même avec ce concept, il ne serait pas possible de procéder à des opérations d'entretien courant et de maintenance pour appuyer la formation au pilotage. Il a donc été décidé d'augmenter le nombre de cadres permanents en regroupant des techniciens civils travaillant pour la Commission de l'air et leurs homologues militaires. Il n'était donc pas rare de trouver du personnel des FAC (et plus tard de l'ARC) participant à des opérations aériennes civiles au cours des deux prochaines décennies[45].

Ce n'est qu'à l'approche de la guerre que l'accent a été mis sur l'instruction du personnel au sol et navigant. L'école d'instruction technique nº 1 a été créée à Trenton et l'école d'instruction technique nº 2 à Borden[46]. Selon l'histoire officielle des métiers, l'instruction n'était pas un problème pendant la Seconde Guerre mondiale. Les deux écoles ont été fusionnées en un grand établissement (anciennement un hôpital psychiatrique) à St. Thomas, en Ontario. Le nombre d'inscriptions était suffisant et devenait encore moins préoccupant une fois que les femmes furent admises dans l'ARC à compter de 1941[47]. Ironiquement, ces techniciens canadiens ont été retenus au Canada pour appuyer le Programme d'entraînement aérien du Commonwealth britannique (PEACB) et n'étaient donc pas disponibles pour soutenir les aviateurs canadiens des escadrons de l'ARC basés en Grande-Bretagne.

Le rythme d'expansion de l'entraînement au pilotage au sein du PEACB a rapidement dépassé les capacités techniques de l'ARC. Initialement, les stratégies d'initiative et de préparation ont été apprises au cours de nombreuses années d'expérience dans les opérations en brousse, où elles étaient les seules stratégies disponibles pour maintenir les aéronefs dans les airs. Plus tard, en 1941, le ministère des

Munitions et des Approvisionnements, en collaboration avec la Force aérienne, a créé une division de réparation et de révision, coordonnant les efforts de plusieurs entreprises civiles, qui employèrent à leur tour environ 18 000 personnes pour effectuer des révisions et des modifications majeures[48].

Tout le concept d'équipe au sol faisant partie intégrante de l'unité de vol — attribué à un équipage responsable d'un aéronef et d'un pilote ou d'un équipage volant — avait déjà fait l'objet d'un examen minutieux à la RAF, mais avait été mis à l'essai d'une manière différente avec la mise en place des escadrons de l'ARC en Grande-Bretagne pendant la guerre. Des techniciens disponibles étaient requis pour maintenir les flottes d'aéronefs d'entraînement en service au Canada dans le cadre du PEACB. En fait, les arrimeurs et appareilleurs pour ce qui devait être des escadrons de l'ARC étaient d'anciens mécaniciens de la RAF. Cela signifiait que la mise en place de ces escadrons en tant qu'unités canadiennes était compromise. Cependant, il y avait aussi d'autres aspects culturels à cela, car les « erks » britanniques ont découvert que les officiers et les aviateurs canadiens constituaient un groupe curieusement moins porté sur le rang social[49].

La création du 408e Escadron en 1941 en est un exemple. L'état de fonctionnement dépendait de l'expertise des « erks », mais avec de nombreux techniciens canadiens affectés directement à des cours de formation, la solution consistait à fournir aux nouveaux escadrons un groupe de gens de métier expérimentés ayant l'expérience nécessaire pour traiter des systèmes complexes, tels que ceux trouvés sur des bombardiers et d'autres aéronefs opérationnels. Par la suite, ces personnes de métier seraient affectées au fur et à mesure que les premiers Canadiens développeraient leur expertise et au fur et à mesure de l'arrivée de nouveaux techniciens. Telle était la théorie, mais à l'approche du moment de l'envoi des « erks » de la RAF, l'officier supérieur a protesté qu'il lui était impossible de poursuivre les opérations sans personnel expérimenté. Il a été décidé de laisser le groupe de la RAF là où il était pour deux mois supplémentaires. C'était la meilleure option disponible si l'escadron devait éventuellement être une affaire entièrement canadienne[50]. Cette situation persisterait jusqu'en 1943, lorsque les enquêtes sur la piètre performance du nouveau groupe nº 6 de l'ARC, conclurent que l'état de fonctionnement était affecté par, entre autres facteurs, « un apport "soudain" de non-navigants canadiens "assez mal entraînés à l'entretien de certains articles d'aéronef opérationnel"[51] ».

Ces questions canadiennes ne constituaient qu'un élément relativement petit d'un défi beaucoup plus vaste, car, avec le déclenchement des hostilités, les concepts et les pratiques de maintenance seraient soumis à de nouvelles révisions. Comme on l'a vu précédemment, la structure de maintenance de la RAF d'avant-guerre prévoyait que des techniciens soient affectés à chaque vol. Leur travail était défini comme « entretien courant » et comprenait « toutes les opérations nécessaires pour maintenir l'équipement technique (y compris les aéronefs) en service en bon état de service, dans les limites des installations et de la capacité d'une unité (par exemple, ravitaillement en carburant, réarmement, inspections journalières et périodiques, modification, réparation de l'unité, etc.)[52] ». Si les aéronefs ne pouvaient pas être réparés au niveau du vol, ils seraient alors envoyés au dépôt de secteur. Même si le travail était généralement effectué par des techniciens en uniforme, il n'était pas rare de voir des équipes de constructeurs civils travailler dans les stations où les aéronefs de leur entreprise étaient en service. Vickers, par exemple, a cantonné une douzaine de personnes de métier dans chaque station exploitant des bombardiers Wellington. Ces membres du personnel ont effectué des réparations et des inspections majeures, laissant l'escadron responsable de l'entretien courant[53].

À l'approche de la Seconde Guerre mondiale et de l'expansion rapide de la RAF, le nombre d'unités de maintenance a augmenté rapidement, principalement parce que la maintenance ne faisait pas nécessairement référence au travail sur les aéronefs, mais comprenait également le stockage

de munitions ainsi que la réparation d'équipements au sol et pour navires. L'effet de deuxième ordre fut que lorsque les unités de maintenance sont devenues opérationnelles, elles ont commencé à assumer la majeure partie des travaux de réparation sur place, les stations s'occupant principalement de la réparation des dommages de bataille (tâche non négligeable en soi) et du remplacement des composants[54]. Il restait encore beaucoup de travail exigeant pour les techniciens, mais celui-ci était divisé et attribué à divers niveaux plutôt que de voir le gros de celui-ci effectué « en aval ».

Photo gracieuseté du Commonwealth Air Training Plan Museum.

On pouvait constater le résultat de ces changements à la fin de 1942, lorsque le Bomber Command avait réformé la philosophie et l'organisation de l'entretien courant. Chaque poste du commandement devait créer une section d'entretien courant aux groupes, qui comprendrait un certain nombre d'équipes de travail. Ces équipes seraient utilisées pour effectuer les réparations et les modifications les plus lourdes, allégeant ainsi une grande partie de la pression exercée sur l'escadron et le personnel navigant[55]. Au niveau de l'escadron, les techniciens seraient désormais affectés à l'entretien courant des aéronefs nécessitant du travail, mais il a été constaté avec au moins un escadron que cette façon de faire était impersonnelle et que les taux d'état de service seraient en fait plus élevés si les « erks » se voyaient attribuer leurs propres aéronefs, sur lesquels ils travailleraient ensuite avec acharnement afin de les maintenir en meilleur état de service que les appareils de leurs collègues[56].

Bien que le système basé sur l'escadron présente des avantages en matière de motivation, ce n'était peut-être pas nécessairement l'utilisation la plus efficace de la main-d'œuvre. Ainsi, dans le cadre de la plus grande réorganisation de l'entretien courant, une escadre d'entretien courant devait être créée à chaque station, sous le commandement d'un officier ingénieur nommé à titre

de technicien en chef de la station. Le technicien en chef serait en mesure de coordonner tout le travail requis pour faire voler les aéronefs de la station. Selon la nouvelle politique, l'avantage était que « le contrôle centralisé des ressources favorisait une économie d'efforts [et]... que la mise en commun de la main-d'œuvre et de l'équipement augmentait le dividende de production en matière de rendement par homme et par outil[57] ». Non seulement les travaux de réparation seraient optimisés, mais la maintenance planifiée pourrait désormais être mieux coordonnée, de sorte que les aéronefs soient retirés de la ligne de vol dans une séquence préplanifiée, au lieu de devoir être inspectés tous en même temps[58].

La création d'une organisation de service, distincte des unités aériennes, a aussi eu un autre effet : elle permettait dès lors au commandant et à ses commandants d'escadrille de se concentrer sur les opérations aériennes. Le technicien en chef et ses officiers pourraient s'occuper des problèmes de maintenance et de la gestion quotidienne des « erks » eux-mêmes — congés, discipline, etc. — ce qui, bien que nécessaire et important, pouvait également exiger beaucoup de temps dans une journée chargée[59].

Cette restructuration n'était pas complète malgré ces changements, car au sein de l'échelon d'entretien courant de l'escadre d'entretien courant, il semblait plus efficace de diviser les techniciens en une section d'entretien courant et une section de réparation et d'inspection. Le personnel d'entretien courant quotidien serait responsable des inspections quotidiennes, du ravitaillement en carburant, du réarmement et des réparations mineures. Et puisque ce travail était étroitement lié aux opérations aériennes, il relèverait du contrôle (mais pas du commandement, car cela impliquait le travail administratif mentionné ci-dessus) des commandants d'aviation. La section réparation et inspection est demeurée la responsabilité du technicien en chef. En créant des équipes d'entretien courant chargées de travailler directement avec les équipages de vol, la politique a préservé, dans une certaine mesure, le concept d'attribution des « erks » à un aéronef et à un équipage spécifiques. Cela signifiait effectivement que le nouveau système n'était pas si différent de l'ancien. Celui-ci a créé des efficiences et une efficacité administratives et techniques, mais n'a pas changé fondamentalement l'éthos de l'entretien courant[60].

La maintenance centralisée présentait l'avantage d'utiliser au mieux les ressources humaines et techniques, mais elle n'a pas été bien accueillie par les « erks ». Dans un cas avec le Commandement de l'aviation côtière, une centaine de techniciens de l'ARC ont été mutés dans les ateliers des bases :

> Il ne plut pas aux aviateurs qui regrettaient et ressentaient la perte de contacts directs avec… leur escadron et leurs aéronefs. [Le nouveau système] va jusqu'à un certain point à l'encontre du but poursuivi parce que le non-navigant ainsi que l'équipe perdent l'intérêt personnel qu'ils portent à un aéronef particulier. Quand un aéronef est affecté à un équipage et que la même équipe au sol l'entretient constamment, cette dernière s'intéresse beaucoup à l'effort conjoint comme si elle faisait partie de la section navigante de l'équipe. Lorsque l'équipe d'entretien au sol n'a plus de rapports constants et personnels avec l'équipage, elle est portée à devenir indifférente et, à l'occasion, même négligente. Ses membres deviennent tout au plus des mécaniciens quelconques[61].

Ces tensions entre efficience et efficacité subsistent même aujourd'hui. Des taux d'état de fonctionnement de 100 % peuvent être et sont atteints régulièrement lorsque les techniciens sont affectés à un petit nombre d'aéronefs. L'attribution de ces techniciens à un aéronef pose de plus en plus problème en raison de la nature hautement spécialisée des différents métiers, plutôt que d'être maintenus en tant que réserve de techniciens au niveau de l'escadron ou de la base. Néanmoins, certaines fonctions ne peuvent être que relativement efficaces à ce niveau. Avant de quitter ce sujet, il convient de commenter l'aspect psychologique de la maintenance des aéronefs. Le système, tel

que mis en œuvre dans la Première Guerre mondiale, est maintenu dans une certaine mesure, car il n'est pas vraiment différent de celui des autres forces armées. Dans la marine, la compagnie d'un navire et le navire lui-même forment une famille au cours d'une mission. Il n'est pas possible de retourner le navire vers un chantier naval à la fin de la semaine, puis de sortir un autre navire la semaine suivante. Plus près du modèle d'aéronef et d'équipage, les armes à feu, ainsi que les véhicules blindés de combat et de modèle militaire réglementaire, sont normalement attribuées à un équipage ou à un conducteur, et la plupart de ces personnes réparent leurs propres véhicules.

L'équipe au sol n'était pas satisfaite de la maintenance centralisée qui, en 1944, est devenue la norme. Les aviateurs eux-mêmes estimaient que, si les « erks » étaient liés, n'était-ce qu'au niveau de l'escadron, les normes de maintenance et les résultats en seraient améliorés. Dans une correspondance avec le quartier général de l'Aviation royale du Canada outre-mer, le commodore de l'air canadien décoré John Fauquier – l'officier supérieur d'état-major - Air (en fait le chef d'état-major) du groupe nº 6 – a déclaré avec frustration que « les non-navigants canadiens se sont montrés incontestablement les meilleurs au monde[62] ».

Quelle que fût l'organisation, le travail quotidien des « erks » était exigeant. Lorsqu'un raid était annoncé, les techniciens étaient déjà occupés au travail et effectuaient les réparations nécessaires, soit à la suite des opérations précédentes, soit en changeant divers systèmes devant faire l'objet d'une mise à niveau ou d'une maintenance systématique. Une fois les détails du raid annoncés, il serait nécessaire de terminer cette maintenance et de commencer les vérifications prévol. Celles-ci peuvent consister à faire fonctionner les moteurs ou même à effectuer des vols d'essai, le ravitaillement de l'aéronef en fonction des exigences de la mission et enfin le chargement des bombes en fonction du profil de la mission. En plus de ces tâches, les armuriers auraient déjà préparé et chargé des milliers de cartouches de munitions sur bande pour les canons sur tourelle. Tout ce travail devait être fait à l'extérieur et, en hiver, souvent dans le noir[63].

Alors que le rythme des opérations de bombardement s'accélérait en 1944 et en 1945, et que les escadrons se voyaient assigner des objectifs de jour et de nuit, les techniciens devaient pouvoir remettre en état deux aéronefs en 24 heures. Les opérations étaient souvent de nature différente et il ne s'agissait donc pas simplement de faire deux fois le même entretien courant. Le carburant et les armes variaient, et les techniciens devaient effectuer des réparations sans entraver les capacités de l'escadron ou de la base pour mener des raids avec une « efficacité maximale ». Une mention élogieuse soulignant l'entretien courant à Tholthrope, où, sur 2 000 sorties effectuées entre mars et septembre 1944, seulement neuf n'ont pu décoller pour des raisons de maintenance, illustre de façon éloquente cet accomplissement de la part des techniciens[64].

Les « erks » n'avaient pas souvent la chance de constater l'importance de leur travail, sauf quand ils étaient obligés de faire un vol d'essai après la modification d'un composant principal. Il était également possible de voir ce qui pourrait arriver en cas de défaillance d'un système en montant à bord. Dans un exemple, un appareilleur qui venait de changer une pompe hydraulique sur un bombardier Hampden a connu des moments d'inquiétude à bord d'un aéronef après que cette pompe soit tombée en panne. Son inquiétude ne concernait pas tant la sécurité de l'aéronef que de savoir s'il n'avait pas fait son travail correctement. Il s'est avéré que la pompe est tombée en panne non pas à cause de sa technique d'installation, mais à cause d'un problème de composant interne[65].

Bien qu'une grande partie de ces travaux d'entretien courant aient été effectués à partir d'une base fixe, qui procurait un confort matériel raisonnable, les conditions requises pour les équipes au sol soutenant des escadrons de chasseurs tactiques (qui ont ensuite traversé la France puis l'Allemagne pour soutenir l'Armée de terre pendant l'automne et l'hiver de 1944-1945) n'étaient guère meilleures que celles des soldats qui se trouvaient à quelques kilomètres devant eux. Les

aéronefs devaient être remis en état, approvisionnés en carburant et armés dans des conditions austères. Les aérodromes ont fait un bond en avant et il était difficile de trouver suffisamment d'aires en dur pour le travail préparatoire. En dépit de ces conditions, les « erks » du 83e Groupe aérien expéditionnaire, qui était l'organisme d'attache des escadrons canadiens, maintenaient un taux d'état de fonctionnement de 75 %, un chiffre louable même dans les meilleures conditions de paix[66]. Il ne fait aucun doute que les arrimeurs, les appareilleurs et, peut-être surtout, les armuriers ont donné leur maximum chaque jour.

Il y avait en fait un élément d'entretien courant de la Force aérienne plus avancé sur le terrain que même ces techniciens. La RAF a formé un certain nombre d'unités de commando d'entretien courant (UCEC), qui ont établi les pistes d'atterrissage avancées immédiatement derrière les divisions qui avançaient. Lord Louis Mountbatten a proposé pour la première fois cette capacité en 1942 et, lors de la création des UCEC, elles portaient l'insigne des opérations interalliées. Les commandos ont été établis avec un commandant et toujours avec un officier du génie. Les commandos furent intégrés aux vols, chacun capable de faire face aux besoins de première ligne et, dans certains cas, de seconde ligne des aéronefs attendus pour l'opération. L'UCEC serait déposée à terre de façon à suivre directement les formations militaires en zone de combat. Elle aménageait une piste d'atterrissage avancée aussi vite que possible, permettant ainsi à un ou à des escadrons d'atterrir et de commencer ses opérations[67].

Les carburants et les munitions nécessaires, ainsi que le personnel et les magasins, avançaient au-delà de la plage, comme toute autre unité[68]. Une fois que les sections d'entretien courant de l'escadron étaient déployées et sur place pour prendre la relève de l'UCEC, les commandos faisaient un bond en avant pour établir le prochain emplacement avancé. Tous les membres de l'équipe au sol portaient des armes personnelles, mais les « erks » de l'UCEC recevaient « un entraînement intensif au combat et devaient défendre leurs aérodromes sans compter sur l'armée, qui aurait peut-être ni le temps ni les hommes nécessaires pour "dorloter un groupe de garçons coiffés à la brillantine"[69] ».

Les techniciens appartenant au Commandement de l'Asie du Sud-Est ont connu des conditions tout aussi éprouvantes. Dans ce contexte, il était difficile de trouver des pièces et le personnel était également rare. En conséquence, il était fréquent que les membres de l'équipe au sol agissent en tant que chefs arrimeurs-largueurs pour les vols où le réapprovisionnement en parachute était à l'ordre du jour. Les « erks » seraient utilisés comme « pousseurs », poussant littéralement les charges hors des portes latérales des Dakota[70].

Cette étude visait initialement à être plus informative qu'analytique, mais certaines tendances se dégagent néanmoins. Nous pouvons constater l'expansion rapide de la complexité technique des aéronefs, ainsi que son incidence sur la maintenance. Le modèle initial de « un arrimeur, un appareilleur, un aéronef » a évolué rapidement à la fin des années 1930, puis tout au long de la Seconde Guerre mondiale, vers un système centralisé, qui visait à optimiser les qualifications de divers métiers dans le but de générer autant d'aéronefs en état de service que possible avec des ressources en personnel et techniques limitées. De nombreuses structures organisationnelles mises en place pour la première fois pendant la guerre sont encore présentes aujourd'hui, et comme il existait un va-et-vient entre la maintenance centralisée et la maintenance au niveau des unités, il existe toujours des circonstances dans lesquelles un système ou l'autre semble plus approprié à la culture organisationnelle et à l'accomplissement de la mission. Si le travail peut être axé sur la réparation des aéronefs, la réalité est qu'il s'agit avant tout de personnel, d'organisation et de leadership.

M. Randall Wakelam enseigne l'histoire de la puissance aérienne et militaire au Collège militaire royal du Canada (CMR). Il fut un aviateur tactique de 1977 à 1993 avant de se joindre au personnel de direction du Collège des Forces canadiennes. Il a ensuite occupé le poste de directeur du développement professionnel à l'Académie canadienne de la Défense avant de se joindre au corps professoral du CMR en 2009. Il détient une maîtrise ès arts en Études sur la guerre du CMR et un doctorat en histoire de l'Université Wilfrid Laurier.

ABRÉVIATIONS

ARC Aviation royale canadienne

UCEC unité de commando d'entretien courant

NOTES

1. This was the quintessential scene of air force logistics, where humans and machines blended and bonded. However, James says there is much more to it. It signals the fact that a wise and senior pilot had learned that, in a dogfight, it's not always the best flyer who survives but rather whose "kite" keeps flying and fighting: no engine failing at the top of a loop; no wing shuddering and then folding up in a tight dive; and no gun jamming because of a dirty cartridge. John James, *The Paladins: A Social History of the RAF Up to the Outbreak of World War II* (London: Macdonald, 1990), 105–6.

2. Les termes proviennent du travail de ces deux groupes. Au début de la maintenance, les arrimeurs prenaient en charge le montage des cellules, en s'assurant que les ailes, le fuselage et les autres composants étaient correctement reliés par des câbles de montage et d'autres moyens. Les appareilleurs étaient responsables de l'ajustage des moteurs ainsi que des ajustages entre les différentes parties du groupe motopropulseur. Au fil du temps, d'autres spécialités ont été ajoutées, notamment celles liées aux instruments, aux systèmes électriques et aux armes.

3. Roger A. Freeman, *Experiences of War: The British Airman,* Londres, Arms and Armour, 1989, p. 150.

4. Brereton Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre, 1939-1945*, *Histoire officielle de l'Aviation royale du Canada, tome III*, Toronto, Presses de l'Université de Toronto, 1994, p. xxvi.

5. Brereton Greenhous et Hugh A. Halliday, *L'Aviation militaire canadienne, 1914-1999,* Montréal, Art Globel, 1999, p. 64.

6. F. J. Adkin, *RAF Ground Support Equipment Since 1918*, Shrewsbury, Airlife Publishing, 1989, p. 7.

7. James, *The Paladins*, p. 37.

8. E. W. Stedman, *From Boxkite to Jet: The Memoirs of an Aeronautical Engineer*, no. 1, *Canadian War Museum Paper*, Ottawa, Canadian War Museum, 1972, p. 1 à 5.

9. James, *The Paladins*, p. 72.

10. Andrew Boyle, *Trenchard: Man of Vision,* Londres, Collins, 1962, p. 118.

11. Boyle, *Trenchard*, p. 185.

12. Roger G. Miller, « The Tail to Tooth Ratio: Royal Flying Corps and Air Service Cooperation in Maintenance Training During World War I », dans *Old Lessons, New Thoughts: Readings in Logistics, History, and Technology*, sous la dir. de James C. Rainey et Cindy Young, Montgomery, Air Force Logistics Management Agency, 2006, p. 40.

13. Miller, « The Tail to Tooth Ratio, » p. 38.

14. Miller, « The Tail to Tooth Ratio, » p. 44.

15. Boyle, *Trenchard*, p. 142 à 148.

16. Boyle, *Trenchard*, p. 190.

17. S. F. Wise, *Les aviateurs canadiens et la Première Guerre mondiale, Histoire officielle de l'Aviation royale du Canada, tome* I, Toronto, Presses de l'Université de Toronto, 1980, p. 117.

18. Wise, *Les aviateurs canadiens*, p. 117 et 118.

19. Boyle, *Trenchard*, p. 351.

20. James, *The Paladins*, p. 84.

21. Lieutenant-colonel Hugh Trenchard, « The Future of the Royal Air Force », dans *The Aeroplane*, sous la dir. de C. C. Gray, 17 décembre 1919, p. 1 962 à 1 964.

22. Trenchard, « Future of the Royal Air Force, » p. 1 962 à 1 964.

23. Boyle, *Trenchard*, p. 364.

24. Boyle, *Trenchard*, p. 405.

25. James, *The Paladins*, p. 106 à 109.

26. James, *The Paladins*, p. 106 à 109.

27. James, *The Paladins*, p. 111.

28. James, *The Paladins*, p. 111 à 112.

29. Boyle, *Trenchard*, p. 363.

30. Boyle, *Trenchard*, p. 541 à 543.

31. Boyle, *Trenchard*, p. 540.

32. James, *The Paladins*, p. 134.

33. James, *The Paladins*, p. 149.

34. Adkin, *RAF Ground Support*, p. 11 et 12.

35. James Halley, *The K File: The Royal Air Force of the 1930s*, Royal Tunbridge Wells, Air-Britain, 1995, p. 8, 52 et 53.

36. Halley, *The K File*, p. 8, 52 et 53.

37. Halley, *The K File*, p. 52 et 53.

38. James, *The Paladins*, p. 187 à 195.

39. James, *The Paladins*, p. 186 et 187.

40. James, *The Paladins*, p. 184 à 187.

41. W. A. B. Douglas, *La création d'une aviation militaire nationale, Histoire officielle de l'Aviation royale du Canada, tome II*, Toronto, Presses de l'Université de Toronto, 1986, p. 44.

42. Douglas, *Aviation militaire nationale*, p. 56. Bien que 90 ans se soient écoulés depuis que ce phénomène est apparu, il demeure une réalité de la scène aéronautique canadienne : la Force aérienne dégage des sommes importantes pour la formation du personnel, de l'équipage et des techniciens, puis bien avant l'âge normal de la retraite, ces derniers bifurquent vers une carrière dans le civil.

43. Douglas, *Aviation militaire nationale*, p. 101.

44. Douglas, *Aviation militaire nationale*, p. 101.

45. Mary C. Pletsch, « The Guardian Angels of This Flying Business: RCAF Ground Crew in 6 Group », thèse de maîtrise, Collège militaire royal du Canada, 2002, p. 15 et 16.

46. Douglas, *Aviation militaire nationale*, p. 168.

47. Douglas, *Aviation militaire nationale*, p. 246.

48. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 25 et 26.

49. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 32 à 40.

50. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 588.

51. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 736.

52. Dossier du Directeur - Histoire et patrimoine 181.009 D6784, « Servicing Wings at RAF Stations, Paper A, Part 1, », cité dans Pletsch, « The Guardian Angels », p. 86 et 87.

53. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 88.

54. Halley, *The K File*, p. 52 et 53.

55. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 87.

56. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 88.

57. Dossier DHP 181.009 D6784, « Servicing Wings », cité dans Pletsch, « The Guardian Angels », p. 90.

58. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 90.

59. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 90 et 91.

60. Pletsch, « The Guardian Angels, » p. 94.

61. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 431.

62. Maréchal en chef de l'Air L. S. Breadner, correspondance avec le quartier général de l'ARC outre-mer, 7 juillet 1944, cité dans Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 825.

63. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 431-432; et Freeman, *Experiences of War*, p. 151.

64. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 892. M. Freeman fait remarquer également que les « erks » sont restés au travail, quelles que soient les conditions. Freeman, *Experiences of War*, p. 151.

65. Freeman, *Experiences of War*, p. 150 et 151.

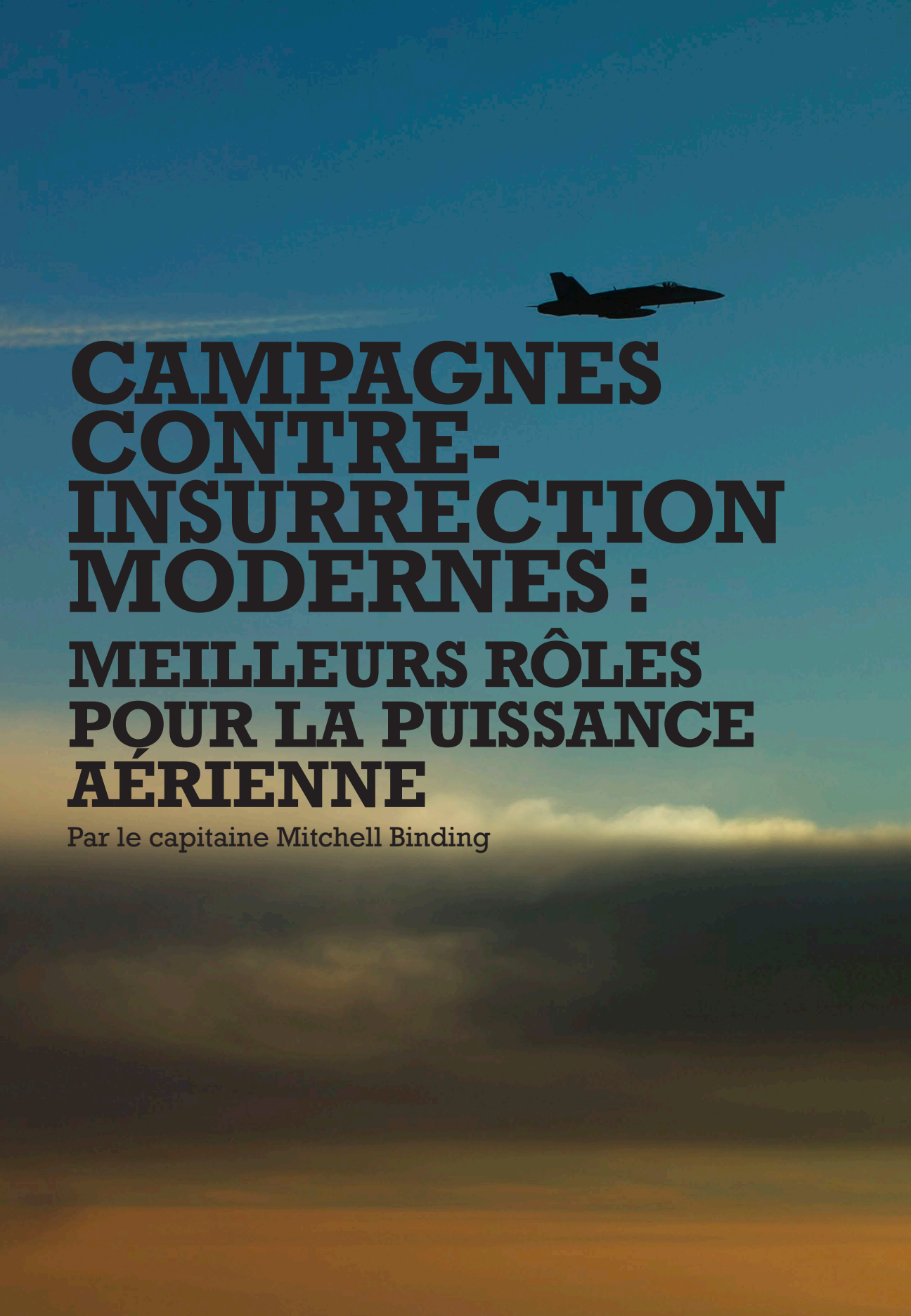
66. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 374.

67. J. P. Kellett et J. Davies, *A History of the R.A.F. Servicing Commandos*, Shrewsbury, Airlife Publishing, 1989.

68. Kellett et Davies, *A History of the R.A.F.*, p 89 et 90.

69. Kellett et Davies, *A History of the R.A.F.*, p. vii–3.

70. Greenhous et coll., *Le creuset de la guerre*, p. 967.



CAMPAGNES CONTRE-INSURRECTION MODERNES : MEILLEURS RÔLES POUR LA PUISSANCE AÉRIENNE

Par le capitaine Mitchell Binding

Bien qu'il y ait eu de nombreuses discussions sur l'utilisation stratégique de la puissance aérienne dans la guerre conventionnelle, son utilisation dans les opérations de contre-insurrection (COIN) demeure un sujet non résolu. Avant de se pencher sur le « pourquoi », le présent article établira d'abord le « quoi », c'est-à-dire en quoi consiste les *rôles traditionnellement dévolus à la puissance aérienne stratégique?* Le modèle à cinq cercles de John Warden répond à cette question sous-jacente et aidera à structurer l'analyse. Le présent article explique pourquoi le modèle est approprié pour cette question et examinera les cinq cercles à l'aide d'exemples tirés des opérations de contre-insurrection depuis 2001. Il deviendra évident que le modèle est mal adapté à la COIN, ce qui aidera à démontrer pourquoi ces rôles ne sont pas viables. La conclusion est que les rôles *traditionnellement stratégiques* se concentrent trop sur la puissance de feu et pas assez sur le maintien du soutien de la population. Enfin, les rôles de puissance aérienne les plus viables dans le cadre de la COIN sont brièvement abordés, tels que la mobilité aérienne ainsi que le renseignement, la surveillance, l'acquisition d'objectifs et la reconnaissance (ISTAR).

POURQUOI WARDEN?

Les théoriciens de la puissance aérienne les plus influents prônaient tous son indépendance contre des cibles « stratégiques » pour contourner les forces ennemies et provoquer leur capitulation de la manière la plus rapide, avec le moins de sang possible[1]. Bien que Warden s'appuie sur les fondements de Douhet, Trenchard et Mitchell, il ajoute de la spécificité à ses cibles stratégiques souvent absentes des écrits de ses prédécesseurs, et les range dans un modèle facilement applicable[2]. Le modèle de Warden continue de faire l'objet de nombreuses études et est donc important pour la discussion sur les rôles de la puissance aérienne stratégique[3]. En outre, le modèle est idéal non pas parce qu'il convient parfaitement à la COIN, mais précisément parce qu'il démontre pourquoi les rôles traditionnellement stratégiques *ne* sont *pas* les plus viables dans la COIN[4].

Le modèle à cinq cercles, comme pour la plupart des réflexions sur la puissance aérienne, est fondé sur les hypothèses de la guerre conventionnelle. Il part du principe qu'en attaquant simultanément des centres de gravité précis, l'ennemi peut être paralysé stratégiquement au point de devenir inefficace[5]. Ces centres de gravité sont disposés en cercles concentriques, comme le montre la figure 1. En un mot, bombarder des cibles stratégiques donne des résultats stratégiques.

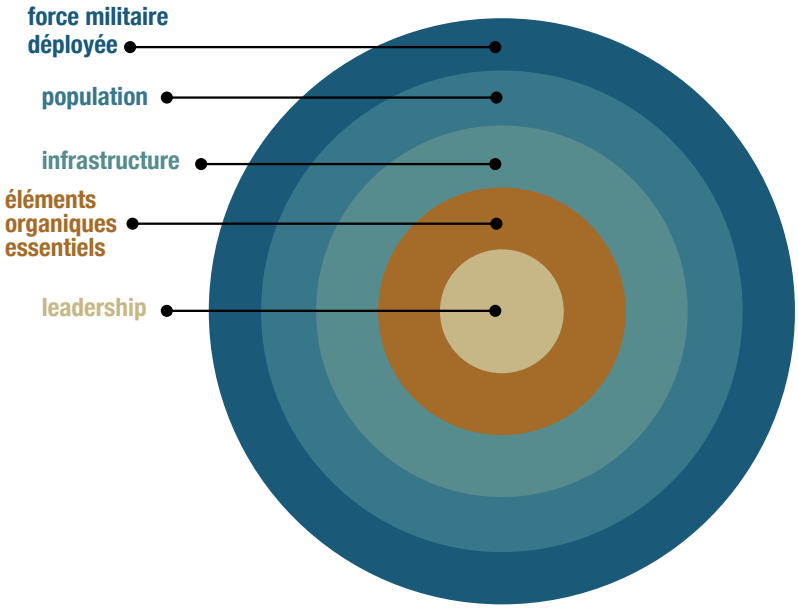


Figure 1. Le modèle à cinq cercles[6]

MODÈLE À CINQ CERCLES ET COIN

Le leadership est le centre de gravité le plus profond de Warden. La difficulté dans le cadre de la COIN est que les chefs des insurgés sont bien cachés et se trouvent dans des zones à haut risque. En Afghanistan, en 2001, la coalition a poursuivi des frappes de « décapitation »; elle tentait de débusquer ou de détruire les chefs des insurgés par de lourds bombardements, le plus souvent sans succès[7]. La capacité de la campagne aérienne à exercer une coercition, à interdire et à punir les chefs insurgés a été inefficace, étant donné l'absence d'actifs de grande valeur à cibler pour les ennemis et la tendance des insurgés à se cacher parmi la population[8]. Les recherches montrent que les frappes aériennes contre les chefs des insurgés sont rarement efficaces et qu'elles provoquent parfois le terrorisme au lieu de le réprimer[9].

Le deuxième cercle, « les éléments essentiels du système », est tout aussi difficile à cibler dans le cadre de la COIN. L'objectif de l'opération IRAQI FREEDOM n'était pas de neutraliser le pays tout entier immédiatement comme lors de la première guerre du Golfe[10]. C'est probablement la raison pour laquelle le réseau électrique n'a pas été ciblé comme il l'était en 1991 lors des premières actions militaires[11]. La coalition a ciblé les lignes électriques et les sources d'énergie des insurgés mêmes et non les grandes infrastructures sur lesquelles la population comptait[12]. Les communications, elles aussi, étaient difficiles à cibler d'une manière stratégique, car les insurgés et leurs chefs comptaient sur des moyens accessibles au public, comme les téléphones cellulaires, Twitter et WhatsApp. Par exemple, les insurgés irakiens utilisaient souvent des téléphones cellulaires et des radios à faible puissance pour déclencher des tirs au sol à l'approche d'un avion, un système qui s'est révélé « très efficace » et étonnamment difficile à contrer[13].

LES RECHERCHES MONTRENT QUE LES FRAPPES AÉRIENNES CONTRE LES CHEFS DES INSURGÉS SONT RAREMENT EFFICACES ET QU'ELLES PROVOQUENT PARFOIS LE TERRORISME AU LIEU DE LE RÉPRIMER.

Le troisième cercle, l'infrastructure, n'est pas non plus ciblé à grande échelle. La destruction des nœuds logistiques a un impact négatif sur la population civile; les ponts, les voies ferrées, les aérodromes et les pipelines sont tous importants pour la survie des civils. Leur destruction rend plus difficile l'obtention de la COIN. Ainsi, l'approche adoptée en Afghanistan consistait à affaiblir les infrastructures telles que les aérodromes, mais pas à les détruire de façon irrémédiable[14]. Les États-Unis ont également utilisé des plateformes avancées de renseignement, de surveillance et de reconnaissance « pour attaquer les mouvements militaires réels, plutôt que de faire sauter des ponts et d'attaquer les lignes de communication[15] ».

Le quatrième cercle, la population, est la cible stratégique la plus délicate. Dans une guerre conventionnelle, Warden reconnaît que le fait de cibler des civils est « risqué et moralement gênant[16] », mais qu'il vaut la peine de le faire si cela force les chefs à capituler plus tôt. Dans le cadre de la COIN, cependant, chaque mort civile alimente la colère et la haine de la population, alimentant à son tour l'insurrection. Cibler le public dans le cadre de la COIN est l'approche la plus contre-productive des cinq cercles stratégiques. En Afghanistan et en Irak, la coalition a fait des efforts considérables pour limiter les pertes civiles pour cette raison, reconnaissant que même les morts involontaires causées par des frappes aériennes ont fourni de la propagande aux insurgés et ont retourné la population contre la coalition[17]. Les frappes aériennes se sont avérées

difficiles à équilibrer avec le discours de la reconstruction du pays et le fait de ne pas cibler les civils; la population considérait souvent les frappes aériennes (en particulier sans pilote) comme lâches et incompatibles avec une éthique guerrière[18]. C'est ce qui explique la maxime selon laquelle « certaines des meilleures armes pour les contre-insurgés ne tirent pas[19] », car les frappes aériennes créent souvent plus d'ennemis qu'elles ne détruisent.

IL EXISTE UNE CORRÉLATION INVERSE ENTRE LE CARACTÈRE CINÉTIQUE D'UNE APPROCHE DE LA PUISSANCE AÉRIENNE DE COIN ET LE NIVEAU DE SUCCÈS STRATÉGIQUE ATTEINT.

Le cercle le plus à l'extérieur, les forces en campagne, peut être ciblé sans menacer la légitimité ou le soutien du public. Le général Wald, commandant de la composante aérienne en Afghanistan, a immédiatement établi que l'objectif de la mission était de fournir un soutien aérien en vue de « vaincre les talibans hostiles et les forces d'Al-Qaïda et d'établir les conditions nécessaires au renversement du régime et à la stabilité régionale à long terme[20] ». Dans cet énoncé de mission, la première moitié finit par servir de condition préalable à la seconde. La première indication claire que l'attention s'était déplacée des cercles intérieurs de Warden vers le « champ de bataille » était lorsque le Secrétaire Rumsfeld a dit : « Nos efforts aériens visent clairement à aider les forces au sol à occuper plus de terrain[21]. » Cette déclaration était la reconnaissance la plus franche à ce jour qu'un changement de stratégie était nécessaire.

Il est important d'examiner les lacunes de l'application du modèle à cinq cercles à la COIN. Le plus important est l'absence de reconnaissance du fait que « *la population supplante le leadership en tant que sous-système ennemi le plus important*[22] » (italiques de l'auteur). Cela respecte l'application de moyens militaires à des fins stratégiques, et l'idée que, en particulier dans la COIN, « le principe opérationnel devrait être la force minimale, et non la puissance de feu maximale[23] ». Une leçon claire s'impose : « il existe une corrélation inverse entre le caractère cinétique d'une approche de la puissance aérienne de COIN et le niveau de succès stratégique atteint[24] ».

PLUS DE RÔLES VIABLES

Quels sont donc les rôles les plus viables de la COIN moderne? Il faut y répondre par le prisme du « maintien du soutien et de la légitimité aux yeux de la population[25] ». La mobilité aérienne et ISTAR y parviennent tout en étant des multiplicateurs de force dans un contexte offensif. Le manuel de la COIN de l'Armée américaine (FM 3-24/MWCP 3-33.5, *Counterinsurgency Field Manual*) décrit ces rôles comme essentiels dans la COIN[26].

La mobilité aérienne offre d'énormes avantages aux commandants au sol et permet aux contre-insurgés d'éviter les faiblesses qu'ils pourraient facilement exploiter autrement[27]. Les rôles de la mobilité aérienne sont divers : « le transport par voie aérienne de secours humanitaires à une population touchée [...] soutient les opérations de combat [...] soutient les services essentiels, la gouvernance et les lignes d'opérations logiques du développement économique[28] ». Par exemple, dans les 45 minutes qui ont suivi le largage des premières bombes en Afghanistan en 2001, les C-17 larguaient déjà de la nourriture et des fournitures médicales[29]. Ces rôles ne sont pas traditionnellement considérés comme stratégiques, mais se sont révélés stratégiquement efficaces dans le cadre de la COIN.

L'ISTAR joue un rôle tout aussi crucial. Les forces de la coalition ont profité de l'ISTAR lors de la guerre en Irak en 2003 pour adopter une « approche fondée sur les effets[30] ». L'ISTAR a joué les mêmes rôles dans le cadre de la COIN que l'interdiction aérienne dans les guerres passées; sa capacité à limiter les mouvements des insurgés (de peur de se déplacer ouvertement) remplit donc un rôle stratégique similaire[31]. Le *Counterinsurgency Field Manual* réaffirme que la collecte de renseignements et l'acquisition d'objectifs par des moyens aériens peuvent changer la donne sur le terrain[32]. L'impact de ces rôles crée des effets stratégiques définitifs, certains observateurs notant le passage « d'une force écrasante vers un RSR écrasant[33] ».

Dans ce court article, nous nous sommes efforcés de démontrer, à l'aide du modèle à cinq cercles de Warden, la raison pour laquelle les rôles de puissance aérienne stratégique ont été moins viables dans la COIN moderne. Le modèle a d'abord été établi comme un moyen pertinent et utile d'analyser les rôles de la puissance aérienne stratégique, suivi d'un examen des raisons pour lesquelles ces rôles ne fonctionnent pas bien dans les contre-insurrections. En examinant chaque rôle stratégique l'un après l'autre, il est apparu clairement qu'ils ne donnent pas la priorité aux bonnes cibles, c'est-à-dire que le leadership, l'infrastructure et les forces sur le terrain sont souvent ciblés au détriment de la population, ce qui peut aggraver l'insurrection. L'exposé s'est terminé par les rôles de la puissance aérienne qui sont les plus viables dans la COIN, y compris la mobilité aérienne et ISTAR. La priorisation de ces rôles dans la COIN permettra d'assurer un succès plus certain.

Le capitaine Mitchell Binding est pilote au sein du 408e Escadron tactique d'hélicoptères à Edmonton, en Alberta. Il termine une maîtrise en relations internationales et guerre contemporaine auprès du King's College, à Londres, au Royaume-Uni. On peut communiquer avec lui à l'adresse Mitchell.Binding@forces.gc.ca

ABRÉVIATIONS

COIN contre-insurrection

ISTAR renseignement, surveillance, acquisition d'objectifs et reconnaissance

NOTES

1. David R. Mets, *The Air Campaign: John Warden and the Classical Airpower Theorists*, Maxwell Air Force Base, Air University Press, 1999, p. 75, https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/AUPress/Books/B_0065_METS_AIR_CAMPAIGN.pdf; David S. Fadok, « John Boyd and John Warden: Airpower's Quest for Strategic Paralysis », dans *Paths of Heaven: Evolution of Air Power Theory*, éd. Philip S. Meilinger, Maxwell Air Force Base Air University Press, 1997, p. 357.

2. David R. Mets, *The Air Campaign*, p. 65; et Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage: Airpower, Counterinsurgency, and the Theory of John Warden*, thèse de maîtrise, School of Advanced Air and Space Studies, Air University, Maxwell Air Force Base, 2009, p. 7, http://www.hsdl.org/?view&did=697900.

3. Gary M. Jackson, *Warden's Five-Ring System Theory: Legitimate Wartime Military Targeting or an Increased Potential to Violate the Law Norms of Expected Behavior?*, Air University Press, 2000; M. C. Hickey, *Modern Air Campaigns and the Death of Strategic Attack: Operation Unified Protector and Warden's Rings*, Collège des Forces canadiennes, 2015, https://www.cfc.forces.gc.ca/259/290/317/305/hickey.pdf; et D. G. Wood, *Warden's Concentric Ring Theory Applied to Applegate's Offensive Cyber Maneuver Strategy*, Collège des Forces canadiennes, 2017, https://www.cfc.forces.gc.ca/259/290/301/286/wood.pdf.

4. Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage*, p. 28.

5. David S. Fadok, « John Boyd et John Warden », p. 357; Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage*, p. 10.

6. John A. Warden III, « The Enemy as a System », *Airpower Journal,* vol. 9, nº 1, 1995, p. 44-47, https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ/journals/Volume-09_Issue-1-Se/1995_Vol9_No1.pdf. Image composite de la Section de production du Centre de guerre aérospatiale de l'ARC.

7. Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror: America's Conduct of Operation Enduring Freedom*, Santa Monica, RAND Corporation, 2005, p. 84-88, https://www.rand.org/pubs/monographs/MG166-1.html.

8. « Air Power in the Modern World », contenu de cours, Unité 5, King's College, Londres, p. 3.

9. Christopher Bolkcom et Kenneth Katzman, *Military Aviation: Issues and Options for Combating Terrorism and Counterinsurgency*, Washington, Congressional Research Service, 2005, p. 10-16

10. John A. Warden III, « Employing Airpower in the Twenty-First Century », dans *The Future of Airpower in the Aftermath of the Gulf War*, éd. Richard H. Schultz Jr. et Robert L. Pfaltzgraff, Maxwell Air Force Base, Air University Press, 1992, p. 71.

11. Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror*, p. 82.

12. David E. Johnson, *Learning Large Lessons: The Evolving Roles of Ground Power and Airpower in the Post–Cold War Era*, Santa Monica, RAND Corporation, 2007, p. 125, https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2007/RAND_MG405-1.pdf.

13. David E. Johnson, *Learning Large Lessons*, p. 119.

14. Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror*, p. 87.

15. David E. Johnson, *Learning Large Lessons*, p. 125.

16. Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage*, p. 14.

17. United States Army, FM 3-24 / MWCP 3-33.5, *Counterinsurgency Field Manual*, Chicago, University of Chicago Press, 2007, p. 364.

18. Adrian Dyer, discussion de groupe, King's College, Londres, 1er décembre 2018.

19. United States Army, FM 3-24/MWCP 3-33.5, *Insurgencies and Countering Insurgencies*, Washington, Quartier général – Department of the Army, 2014, p. 7-2, https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/fm3_24.pdf.

20. Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror*, p. 83.

21. Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror*, p. 119.

22. Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage*, p. 125.

23. Colin S. Gray, *Fighting Talk: Forty Maxims on War, Peace, and Strategy*, Westport, Potomac Books, 2009, p. 114

24. Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage*, p. 122.

25. Anthony B. Carr, *America's Conditional Advantage*, p. 126.

26. United States Army, FM 3-24/MWCP 3-33.5, *Counterinsurgency Field Manual*, p. 365-368.

27. United States Army, FM 3-24 / MWCP 3-33.5, *Counterinsurgency Field Manual*, p. 369.

28. United States Army, FM 3-24 / MWCP 3-33.5, *Counterinsurgency Field Manual*, p. 369-370.

29. Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror*, p. 81.

30. David E. Johnson, *Learning Large Lessons*, p. 124.

31. Adrian Dyer, discussion de groupe, 1er décembre 2018.

32. United States Army, FM 3-24 / MWCP 3-33.5, *Counterinsurgency Field Manual*, p. 365.

33. Harry Kemsely, « Combat Air Power in Irregular Warfare », *Air Power Review,* vol. 10, nº 2, 2007, p. 26, https://www.raf.mod.uk/what-we-do/centre-for-air-and-space-power-studies/documents1/air-power-review-vol-10-no-2/.

UNE PLATEFORME DE TRANSPORT AÉRIEN TACTIQUE DE CINQUIÈME GÉNÉRATION, PARTIE II

PAR LE MAJOR PAUL ANDERSON (À LA RETRAITE), CD, B.Sc.A.

Note de la rédaction : La première partie du présent article a été publiée dans le numéro d'hiver 2020 de la *Revue de l'Aviation royale canadienne*.

2026 ET AU-DELÀ

La partie 1 de cet article mentionnait que les aéronefs du bloc 7 et du bloc 8 devaient servir de compléments à la conception de l'aéronef du bloc 9. Toutefois, les limites financières et les contraintes de temps ont annihilé toute volonté du groupe mixte d'utilisateurs (JUG) à poursuivre les mises à niveau par blocs au-delà du bloc 8.1, et ce dernier représente la dernière mise à jour par blocs annoncée pour le C-130J.

L'aéronef du bloc 8.1 offre les fonctions supplémentaires suivantes comparativement à l'aéronef du bloc 7.1.1 de l'Aviation royale canadienne[1] :

a. communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC);

b. liaison de données du contrôle d'exploitation aéronautique / des services de la circulation aérienne (AOC/ATS);

c. deux procédures d'approche avec des capacités de guidage vertical (APV) :

   i. une navigation verticale barométrique (baro-VNAV);

   ii. une performance d'alignement de piste avec guidage vertical (LPV)[2];

d. repérage du profil vertical à l'intention des pilotes;

e. éclairage discret amélioré;

f. système de sonorisation amélioré;

g. système d'intercommunication numérique.

L'objectif souhaité par la mise à niveau au bloc 8.1 était de créer un aéronef de transport aérien tactique, conforme aux critères Tempest, qui pouvait exécuter la plupart des approches par système mondial de navigation par satellites (GNSS) et satisfaire aux futures exigences de communication, navigation et surveillance (CNS) ainsi que de gestion de la circulation aérienne (ATM)[3]. L'aéronef du bloc 8.1 atteint cet objectif, mais avec certaines restrictions.

Chaque ajout présente des améliorations. Par exemple, les approches aux instruments APV favorisent la réussite d'une mission dans de mauvaises conditions météorologiques. Le personnel navigant sera en mesure de réussir l'approche d'un aérodrome dans de moins bonnes conditions météorologiques que s'il était aux commandes d'un aéronef du bloc 7.1.1 utilisant l'approche de non-précision GNSS avec navigation latérale actuelle. Les approches baro-VNAV et LPV peuvent être exécutées dans des conditions météorologiques minimales presque aussi basses que celles des approches de précision.

Les CPDLC reposent sur une technologie de liaison de données vieille de 40 ans que l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) avait adoptée pour réduire la communication verbale entre les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne. La conception du bloc 8.1 a recours à une liaison de données VHF lorsque l'appareil survole des régions habitées et aux communications par satellite Inmarsat si l'aéronef se trouve en région éloignée, pour assurer une diffusion conforme au modèle prescrit des autorisations du contrôle de la circulation aérienne et des demandes faites à celles-ci. L'OACI compte réduire la congestion radio VHF actuelle par l'utilisation de la CPDLC[4].

La liaison de données d'AOC et des ATS est passablement moins utile aux partenaires internationaux. L'AOC du bloc 8.1 a été conçue pour permettre une liaison de données conforme aux normes de l'Air Mobility Command (AMC) de l'USAF, pour le commandement et contrôle (C2) entre le personnel navigant et le quartier général supérieur. Malheureusement, les messages sont établis au moyen de codes propres aux aéronefs, fondés sur les normes de l'AMC. À ce jour, la fonction sert uniquement au système C2 de l'USAF sans qu'il soit possible de la transférer ailleurs.

La liaison de données des ATS est un protocole civil normalisé permettant au personnel navigant de recevoir en vol une mise à jour des conditions météorologiques. Pour utiliser ce système,

il faut s'abonner auprès d'un tiers, plus précisément un fournisseur de services commerciaux[5]. Par conséquent, il est seulement utile dans l'environnement civil de l'espace aérien, et seulement si l'ARC consent à payer des frais d'abonnement au fournisseur de services. Outre les coûts supplémentaires associés à un service autrement accessible, une telle pratique ouvre une brèche facilitant l'atteinte à la sécurité opérationnelle.

Le repérage de l'approche verticale fournit une représentation horizontale de la trajectoire de vol de l'aéronef, affichée dans la partie inférieure du collimateur tête basse (HDD) du radar de navigation. Le personnel navigant peut sélectionner les repères offrant la meilleure connaissance de la situation, tout particulièrement à l'approche des points d'inflexion VNAV (montées et descentes). Cette caractéristique améliore considérablement la fonction VNAV offerte dans le bloc 7.0 en fournissant une indication graphique claire des points d'inflexion verticaux sur la trajectoire de vol.

L'éclairage discret amélioré est composé d'une lumière infrarouge placée au-dessus de la porte et de la rampe de chargement. Cet éclairage devrait permettre de mener des activités à l'aide de lunettes de vision nocturne lorsque l'éclairage doit être dissimulé pour mener des opérations aéroterrestres. Il s'agit d'une capacité de chargements et de déchargements clandestins dans le théâtre, appuyée par le personnel navigant et l'équipe de soutien ayant suivi une instruction pour utiliser du matériel de vision nocturne.

Les améliorations du système de sonorisation visaient à s'assurer que l'équipage navigant soit en mesure de communiquer clairement ses instructions afin que ces dernières soient mieux comprises du personnel pendant toutes les phases des opérations. L'exigence énoncée n'a pas été satisfaite. Les communications transmises dans la soute n'étaient pas suffisamment claires. Toutefois, les contraintes financières ont limité toute autre avancée à cet égard. Bien que le message soit mieux compris, la communication n'est toujours pas conforme à la norme requise.

Le système d'intercommunication (intercom) numérique remplace le système d'intercom analogique qui équipait les anciens modèles du C-130. Il comprend des canaux supplémentaires et permet d'utiliser deux canaux de Liaison 16 et jusqu'à trois canaux d'intercom distincts dans l'aéronef. La numérisation de l'ensemble du système bloque le débordement du signal, ce qui est essentiel pour obtenir la conformité à la norme Tempest du gouvernement des États-Unis. Une transmission par voie protégée émise d'un système analogique peut être interceptée par un autre canal et entendue sur une voie de communication non protégée.

Malheureusement, le module de communication numérique a été choisi pour ses points communs avec les autres flottes de l'USAF plutôt que sa convivialité auprès de l'équipage. Le temps consacré aux activités tête basse a plus que doublé après le remplacement des émetteurs radio par le boîtier d'intercom du bloc 7.1.1. En outre, les voyants à diode électroluminescente (DEL) donnent de moins bonnes indications que celles du boîtier d'intercom original.

Un examen des améliorations issues du bloc 8.1 rend compte de la pauvre valeur militaire de celles-ci. La certification Tempest semble aller directement à l'encontre des communications CPDLC non authentifiées et non chiffrées, et aucune capacité principale ne vient lier le tout, ce qui est attribuable en partie à la conception originale du bloc 8 par le JUG en tant que bloc médian d'une série de mises à jour comprenant trois blocs, le bloc 7, le bloc 8 et le bloc 9, pour que l'aéronef soit utilisé jusque dans les années 2020[6]. Alors que l'intérêt international s'estompait pour d'importantes mises à jour par blocs, certaines des fonctions prévues dans le cadre du bloc 9 ont été supprimées[7], et seules les fonctions de CNS et d'ATM ont été mises en œuvre. L'USAF a d'ailleurs déclaré que le bloc 8.1 est sa dernière mise à jour par blocs du C-130J[8].

La conception originale prévue par le JUG était un moyen de partager les coûts du développement pour la mise à niveau par blocs à effectuer aux deux ans[9]. En 2005, l'objectif s'était transformé pour mettre en œuvre une mise à niveau par blocs aux trois ans. Après le programme du bloc 6.1 dirigé par la Royal Air Force, il fallait remplacer le système de gestion de vol (FMS) dans le cadre du bloc 7.0 et, par conséquent, tous les plans ont changé. Le programme du bloc 7.0 a nécessité une période de développement de sept ans et, à ce jour, seul le Canada a réussi à mettre en service une flotte dont la mise à niveau est supérieure au bloc 6.1[10].

Le programme du bloc 8.1 est une phase d'essai et évaluation opérationnels (EEO) de l'USAF dont le rapport final était prévu pour la fin de 2018. Se fiant aux commentaires que le Canada avait communiqués au JUG à l'égard de ses essais et évaluations de mise au point ainsi que des EEO, la phase suivante de mises à jour logicielles a été lancée avant que le bloc 8.1 n'ait été entièrement mis à l'essai. L'unité de gestion des capacités (UGC) 1a veillait à intégrer deux propositions de l'ARC à la conception du bloc 8.1, en vue de corriger un comportement du mode de réglage automatique et du système d'automanettes constituant le troisième essai de qualification finale imprévu. Comme le bloc 7.1 est fondé sur le code logiciel du bloc 8.1, il n'est pas surprenant que les résultats empiriques de ce programme d'essais aient servi à valider bon nombre des observations du Centre d'essais techniques (Aérospatiale) concernant le bloc 7.1[11].

Des membres du 436e Escadron de transport de l'ARC à bord d'un CC130J Hercules.

L'USAF et de nombreux pays partenaires ont manifesté l'intention de ne pas mettre en œuvre le bloc 8.1 avant que l'UGC 1c n'y soit intégrée. En outre, en ce moment, le JUG amorce l'étape de la définition des exigences de l'UGC 2, une tâche qui incombe au Groupe de travail mixte des utilisateurs des systèmes (JUSWG)[12].

Par ailleurs, certaines parties du bloc 8.1 ont donné lieu à un fort mécontentement. Le système d'intercom est alourdi par un manque de convivialité. Le protocole de communication des CPDLC n'est ni protégé ni chiffré, ce qui semble contraire aux objectifs de la norme Tempest sur la conception de l'intercom. La liaison de données de l'AOC n'a pas été mise à l'essai ailleurs que dans un environnement de l'USAF. Chacune de ces questions mérite de faire l'objet d'un examen rigoureux avant que le Canada se lance dans le programme du bloc 8.1.

Le groupe de travail du JUG chargé des systèmes d'équipage du bloc 8.1 n'a pas donné une bonne note au module de communication numérique d'Esterline-Palomar (intercom). Des questions aussi simples que le remplacement de l'émetteur radio du pilote aux commandes présentaient des problèmes de conception. La conception des radios de l'aéronef du bloc 7.0 et d'aéronefs antérieurs offrait une meilleure ergonomie et détournait moins l'attention des pilotes. Par conséquent, ces derniers pouvaient commander la radio en maintenant toute leur attention au pilotage de l'aéronef. Le modèle de remplacement d'Esterline comprend une seule commande de volume pour tous les postes radio. Le transfert de l'émetteur radio et le réglage du volume exigent maintenant que le pilote baisse la tête au moins six fois. Les sélecteurs à poussoir et à tirette de la radio ont été remplacés par des boutons-poussoirs à voyants DEL dont les indications s'avèrent extrêmement difficiles à distinguer dans la lumière directe du soleil.

LE JUSWG DEVRA ABATTRE UN TRAVAIL CONSIDÉRABLE. DE NOMBREUSES CAPACITÉS MILITAIRES SONT VOUÉES À LA DÉSUÉTUDE EN RAISON DE SPECTACULAIRES AVANCÉES TECHNOLOGIQUES, CE QUI OBLIGE LES UTILISATEURS À ADAPTER LA PLATEFORME OU À LA RETIRER DU SERVICE. PAR EXEMPLE, LE SYSTÈME DE DONNÉES TACTIQUES LIAISON 16 POSÉ DANS LE CADRE DU BLOC 7.0 ET DU BLOC 8.1 SERA REMPLACÉ DÈS 2022 PAR UN SYSTÈME PLUS PERFECTIONNÉ ET MOINS SUSCEPTIBLE D'ÊTRE BROUILLÉ.

Heureusement, le Canada n'est pas limité à cette seule conception pour le projet 105 de l'ARC. Esterline fabrique des systèmes d'intercom numériques compatibles, munis de boutons-poussoirs, qui permettent de modifier l'interface du matériel.

Les CPDLC ont recours à un protocole conforme aux normes de l'OACI. Plusieurs articles techniques traitent de la menace à la sécurité de l'aviation civile que ce système non chiffré et non authentifié présente[13]. Même si certains pays et l'OACI mettent en œuvre les CPDLC dans l'espace aérien utilisé par le CC130J, leur incidence sur les opérations est minime. Jusqu'à ce qu'une analyse de la menace soit réalisée et qu'une comparaison soit faite pour établir leurs avantages opérationnels, il y a lieu de remettre en question la mise en œuvre complète des CPDLC dans le CC130J.

La liaison de données d'AOC offre un certain mécanisme de chiffrement. Toutefois, elle n'a toujours pas été mise à l'essai ailleurs que dans le réseau de l'USAF. Le développement de nœuds de réseau à Trenton, à Winnipeg et à Ottawa demandera du temps. Jusqu'à ce que l'ARC soit prête à mettre en œuvre et à l'essai la liaison de données d'AOC aux fins de communication globale, le téléphone satellite Iridium peut toujours être utilisé comme principal moyen de communication direct dans le cadre d'une mission en route. Le téléphone satellite comprend un portail sécurisé offrant une fonction de cryptographie, et il pourrait être développé en vue de fournir une liaison de données par le système fédératif d'un ordinateur portatif.

Le JUSWG devra abattre un travail considérable. De nombreuses capacités militaires sont vouées à la désuétude en raison de spectaculaires avancées technologiques, ce qui oblige les utilisateurs à adapter la plateforme ou à la retirer du service. Par exemple, le système de données tactiques (LDT) Liaison 16 posé dans le cadre du bloc 7.0 et du bloc 8.1 sera remplacé dès 2022 par un système plus perfectionné et moins susceptible d'être brouillé. Les parachutes et leurs paramètres

balistiques ont évolué régulièrement depuis les guerres en Afghanistan et en Iraq, entraînant la modification des bases de données et des calculs balistiques effectués à bord. Le gouvernement des États-Unis impartira de nouveau un contrat, l'UGC 2, pour l'exécution d'un travail combiné, et l'on prévoit que la mise en service du nouveau produit pourrait se faire en 2024-2025.

Le logiciel du bloc 7.1.1 de l'ARC comprend plusieurs améliorations dont la portée dépasse celle du bloc 8.1. Par exemple, l'aéronef du bloc 7.1.1 est maintenant supérieur à celui du bloc 8.1 à certains égards, compte tenu de l'amélioration de l'avertisseur d'approche de missile AAR-47 du système de guerre électronique à caractère défensif (SGED) et du système d'autoprotection (SPS) ainsi que la transformation d'un bouton multifonction sur le volant. Il ne serait pas opportun de rétablir les bases de référence à celles du logiciel du bloc 8.1 de l'USAF. Toutefois, une solution mixte pourrait être efficace; la meilleure solution serait peut-être de combiner le logiciel certifié de l'aéronef civil Lockheed Martin (LM)-100J, les capacités uniques du bloc 7.1 de l'ARC et certaines capacités du bloc 8.1.

Un examen de l'histoire de développement du C-130J révèle manifestement que de nombreuses voies peuvent mener au résultat final recherché. Contrairement aux conditions d'acquisition originales du CC130J, le Canada n'est plus assujetti aux limites établies par l'AMC de l'USAF. En prenant la direction du projet, l'ARC a eu la possibilité de façonner les conceptions logicielles de l'UGC 1a, de l'UGC 1c et de l'UGC 2. Travaillant directement avec Lockheed Martin, le Canada a mis en place des correctifs réglant de nombreuses lacunes avant même que tout autre pays ne cerne les lacunes en question. Grâce à l'approche logicielle commune (ALC), le Canada peut aboutir à un aéronef certifié et conforme à une CNS et à une ATM civiles. Le Canada est maintenant libre de concevoir un aéronef de transport aérien tactique répondant vraiment à ses besoins.

Maintenant, quels sont les besoins du Canada en matière de futur aéronef de transport aérien tactique? *Protection, Sécurité, Engagement : La politique de défense du Canada* (*PSE*) présente une vision stratégique à l'intention des Forces armées canadiennes (FAC). La technologie de pointe jouera un rôle important pour réaliser cette vision, et il est primordial de maintenir une force suffisamment agile pour s'adapter à une technologie nouvelle avant tout adversaire éventuel[14]. L'intégration des divers éléments des FAC guidera les opérations interarmées vers la prochaine étape[15]. L'intégration de l'information deviendra extrêmement importante dans un contexte de C2 interarmées[16].

Le gouvernement du Canada a besoin d'une Force aérienne de cinquième génération (5G)[17]. L'aéronef CC130J Super Hercules est très bien adapté pour devenir le premier aéronef de transport aérien tactique 5G. Un aéronef Hercules ne sera jamais furtif; par contre, la caractéristique déterminante d'un aéronef 5G n'est pas sa capacité furtive, mais bien sa capacité de fusion[18].

Non seulement une plateforme entièrement intégrée repose sur la LDT[19] pour assurer une capacité de survie, mais elle sert également de nœud pour mener à bien la mission[20]. Le CC130J de l'ARC devrait devenir une plateforme sur laquelle l'utilisateur opérationnel, c'est-à-dire les commandements appuyés de l'Armée canadienne et d'autres organismes gouvernementaux (les clients), peut compter non seulement comme mode de transport jusqu'à l'endroit voulu, mais aussi en tant qu'appui tout au long de la mission.

Les troupes transportées à bord de l'aéronef devraient être en mesure de se brancher à la LDT de l'appareil pour assurer un suivi de leur mission alors qu'elles se rendent vers la zone d'atterrissage ou la zone de largage. Le client devrait pouvoir assurer un suivi en temps réel de la menace tandis qu'il se déplace vers son objectif. Il devrait également être en mesure de rester en communication avec les C2 alors qu'il est en vol. Une fois arrivé à l'objectif, le client devrait pouvoir s'attendre à un appui continu de la plateforme entièrement intégrée, peu importe si elle assume le rôle de station de relais électronique, illumine le champ de bataille ou produit des effets cinétiques aux fins de suppression de l'adversaire.

La conception du projet 105 du CC130J de l'ARC devrait satisfaire à cette exigence. Les principaux clients du CC130J Super Hercules sont le Commandement des opérations interarmées du Canada (COIC) et le Commandement des Forces d'opérations spéciales du Canada (COMFOSCAN). Même si le CC130J sert toujours à transporter et à larguer les membres de l'Armée canadienne, la demande des Forces d'opérations spéciales (FOS) à l'égard du CC130J ne cesse de croître, et les ressources de la flotte sont en voie de modification en vue de répondre à leurs besoins[21]. La demande visant le Super Hercules ne fera qu'augmenter au cours des prochaines années. L'infrastructure de l'aéronef doit être prête à répondre aux besoins des FOS.

D'ABORD ET AVANT TOUT : LA CONNECTIVITÉ. LE CC130J DOIT AVOIR UNE CAPACITÉ GLOBALE DE C3RSR (COMMANDEMENT, CONTRÔLE, COMMUNICATIONS, RENSEIGNEMENT, SURVEILLANCE ET RECONNAISSANCE) EN TEMPS RÉEL. UN ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR PAR SATELLITE À LARGE BANDE PASSANTE CONSTITUE UN ÉLÉMENT CLÉ POUR LA RESSOURCE DE LA FORCE AÉRIENNE ET LE CLIENT EMBARQUÉ.

L'AMC de l'USAF n'appuie pas directement les missions des FOS; cet appui demeure un élément des opérations spéciales de la Force aérienne et la responsabilité du Commandement des opérations spéciales des États-Unis. Les ensembles de missions de la composante UGC du JUG du C-130J diffèrent considérablement de ceux de tous les autres pays. À part les États-Unis, chaque pays partenaire du JUG utilise une flotte de Super Hercules beaucoup plus petite à l'appui de ses FOS. Dans un groupe chargé de s'entendre sur le développement de capacités communes, une telle situation limite grandement le développement des capacités liées aux FOS. C'est la principale raison pour laquelle la conception de l'aéronef du bloc 8.1 de l'USAF n'était pas la meilleure solution pour le Canada.

QUELLES EXIGENCES POURRAIENT ULTÉRIEUREMENT BÉNÉFICIER AU CC130J?

PSE énonce que les FAC doivent pouvoir compter sur une solide capacité d'adaptation. Le Chef d'état-major de la Défense indique que « pour réussir cette intégration, tous les éléments des FAC doivent étendre leur connaissance des services au-delà de l'habituelle synchronisation des capacités de ceux-ci dans une forme d'opérations plus interdépendantes, dépassant les opérations interarmées[22] ». Le document B-GA-404-000/FP-001, *Doctrine de l'Aviation royale canadienne – Projection*, ne comprend pas l'ensemble complet des effets que peut livrer le CC130J.

QUELS ÉLÉMENTS ENTRENT DANS LA COMPOSITION D'UN SUPER HERCULES 5G?

D'abord et avant tout : la connectivité. Le CC130J doit avoir une capacité globale de C3RSR (commandement, contrôle, communications, renseignement, surveillance et reconnaissance) en temps réel. Un émetteur-récepteur par satellite à large bande passante constitue un élément clé pour la ressource de la Force aérienne et le client embarqué. L'infrastructure de l'aéronef doit permettre une communication continue vers les éléments de C2 respectifs et la communication en temps réel d'imagerie de RSR[23]. À l'avenir, chaque ressource pourra être un nœud. Un réseau de Liaison 16 est précieux, mais sa bande passante est limitée. L'Internet, fourni par des réseaux privés virtuels ou d'autres protocoles sécurisés, offre une solution C3RSR globale avec émetteur-récepteur là où les autres réseaux ne sont pas en mesure d'assurer un appui.

Le réseau Inmarsat du bloc 8.1 ne peut pas assurer un appui dans le cadre d'opérations polaires. Alors que le Canada augmente sa présence dans l'Arctique pour exercer sa souveraineté et patrouiller dans le Nord[24], il doit s'assurer que la solution prévue pour le CC130J couvre la totalité de l'espace aérien canadien. Le réseau satellite NEXT d'Iridium pourra fournir une couverture globale à large bande passante[25].

Un système étroitement intégré comme la plateforme du CC130J nécessitera une forte connectivité permanente renforcée pour résister aux cybermenaces[26]. Le Canada peut compter sur les pays partenaires à cet égard. La Royal Australian Air Force est l'une des forces qui ont déjà mis en service des solutions à large bande passante dans ses C-130J[27].

Ensuite, le CC130J doit rester polyvalent tout en répondant aux besoins des divers clients et missions dans un contexte hautement technologique[28]. Peu d'entre nous peuvent prévoir et personne ne peut connaître les besoins du COIC et du COMFOSCAN en 2035, mais le Canada peut tout de même se préparer à satisfaire aux exigences d'un avenir proche en édifiant l'infrastructure de la plateforme d'armes du CC130J. Il faut aussi tenir compte des ensembles de missions sur palettes à manutention horizontale (ro-ro) et prévoir des trousses de capteurs pour les pylônes et les extrémités d'ailes[29]. Les équipements de missions sur palettes ro-ro et montées sur l'aile nécessiteront des éléments communs : davantage d'électricité et une meilleure connectivité.

L'alimentation électrique du CC130J est assurée par quatre génératrices de 40/50 kilovoltampères (kVA) embarquées[30]. Une analyse de la charge électrique des aéronefs du bloc 6.0 et du bloc 7.0 indique que ceux-ci atteignent rapidement leur limite d'alimentation. Le remplacement des génératrices par des modèles générant une alimentation électrique de 60/90 kVA (et la mise à niveau du câblage électrique connexe) permet d'augmenter le courant disponible de plus de 50 pour cent; l'ARC et ses clients n'auraient donc plus à se soucier de problèmes d'alimentation électrique lors de l'ajout de trousses de missions à la plateforme. Cette modification est actuellement offerte et fait intégralement partie des aéronefs servant aux opérations spéciales.

En outre, le raccordement aux systèmes de l'aéronef des équipements propres à la mission constitue également un élément essentiel. Le processeur de données de mission spéciale (PDMS) joue actuellement le seul rôle d'interface sécurisé pour la LDT. Il permet de raccorder d'autres équipements de missions non certifiées au calculateur de mission de l'aéronef. Les données de l'aéronef (comme l'assiette de l'aéronef en fonction de la vitesse sol et la trajectoire) peuvent être acheminées vers le matériel de l'ARC et du client par le PDMS. Le principe de fusionnement devrait permettre d'importer des données de l'extérieur, de les intégrer aux données se trouvant déjà à bord de l'aéronef, puis de fournir des données de sortie filtrées au client et au personnel navigant.

Le projet de développement en vue de l'intégration de l'organisateur électronique de poste de pilotage d'ARC-LM est un exemple de la capacité inexploitée du PDMS. Ce dernier servira de point d'accès pour intégrer les données de sortie de l'avionique certifiée aux tablettes électroniques (iPad) non certifiées (mais très utiles) servant d'organisateur électronique de poste de pilotage. La connaissance de la situation sera radicalement améliorée : des positions graphiques certifiées sur les cartes d'approche et de circulation au sol; une visionique définissant le relief et assurant une connaissance de la situation dans la tour en présence de conditions météorologiques de vol à vue limites ainsi qu'une solution intégrant le système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions à la fonction d'entrée du système de surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B). Aucune de ces capacités n'est offerte par l'avionique certifiée, mais celles-ci peuvent tout de même être livrées à l'équipage, grâce à l'interface du PDMS.

Les capteurs des ailes pourraient régler le champ de vision en fonction de l'assiette de l'aéronef, la fonction de renseignement, surveillance et reconnaissance (RSR) pourrait orienter l'imagerie en

temps réel et les effets cinétiques pourraient être fondés sur des données afin d'obtenir un algorithme de stabilisation. La connectivité à large bande passante permettra d'améliorer globalement l'efficacité de ces trousses de missions en fournissant des renseignements essentiels au moyen de liaisons montantes et descendantes, en temps réel. Les bus de données et l'alimentation électrique doivent être développés d'une extrémité d'aile à l'autre ainsi que de l'avant à l'arrière de l'appareil, afin de fournir les points de raccord qui serviront aux futurs équipements de missions.

Une fois cette infrastructure mise en place, le Canada pourra atteindre l'objectif de RSR énoncé dans *PSE*, voulant que toutes les plateformes de l'ARC jouent aussi un rôle de capteur pour s'assurer que l'information et les renseignements atteignent les décideurs en temps opportun[31].

> Les menaces militaires que présente toute une série de systèmes, tels que les chasseurs perfectionnés et les systèmes de missile surface-air d'interdiction d'accès et de zone, et l'évolution de cybermenaces font que le milieu dans lequel les Forces armées canadiennes mènent leurs opérations est plus létal et plus complexe[32].

Un troisième élément important serait un système SGED/SPS moderne et évolutif. Le système actuel comprend le même ensemble d'accessoires développé pour la flotte d'aéronefs CC130E/H dans le cadre de l'opération AIRLIFT à Sarajevo. Le récepteur d'alerte radar ALR-56M et l'avertisseur d'approche missile AAR-47 ont été adoptés en 1995 et, malgré leur mise à niveau, la technologie de nos adversaires l'emporte maintenant sur leurs capacités[33].

Lors de l'acquisition du C-130J, le Canada n'a pas eu grand choix, car l'aéronef avait été initialement conçu pour l'USAF. Le Canada devait également renoncer au droit de comprendre ou de modifier le code logiciel du SGED, car le GOUVERNEMENT DES ÉTATS-UNIS ne permettait pas aux pays étrangers d'en analyser la logique. De nos jours, heureusement, de meilleures solutions s'offrent à nous pour cet aéronef.

CONTRÔLEUR DE BUS DE GUERRE ÉLECTRONIQUE ALQ-213A

Lockheed a développé et mis en service une solution, en collaboration avec la société danoise Terma, permettant d'accéder au code du calculateur de mission. Terma a créé le contrôleur de bus numérique ALQ-213A comme interface permettant aux pays de concevoir leur propre suite SGED/SPS[34]. Ce contrôleur de bus de guerre électronique peut servir de tampon entre le code logiciel appartenant à LM et le matériel ou logiciel canadien. Ainsi, l'ARC recouvre sa liberté de manœuvre en vue de développer la suite logicielle de SGED/SPS dont elle aura besoin dans l'avenir. En outre, le Canada peut maintenant décider du matériel qu'il ajoutera au contrôleur de bus de guerre électronique ultérieurement et du moment où il le fera.

Le module ALQ-213A présente également l'autre avantage de libérer la capacité de traitement du calculateur de mission de l'aéronef. Comme le processeur moderne est beaucoup plus rapide que le calculateur de mission, le module ALQ-213A peut traiter la plus grande partie de la logique de défense. Le système est entièrement évolutif, ce qui permet d'y intégrer des contre-mesures à infrarouge dirigé, des contre-mesures à infrarouge d'avion lourd, un système avertisseur d'approche missile, des brouilleurs de radar, du matériel consomptible intelligent et d'autres systèmes. Les réponses à la menace peuvent être mesurées, puis régulées, avant d'être acheminées aux éléments remplaçables sur place, sans avoir à recourir à l'avionique de l'aéronef.

Le contrôleur de bus de guerre électronique a une capacité de traitement excédentaire suffisante pour admettre de nouvelles fonctions. Le concept de prestation d'instruction à bord de l'aéronef est loin d'être récent, mais le module ALQ-213A peut donner une nouvelle dimension à l'expérience

avec l'avènement de l'instruction de guerre électronique sans portée. D'ailleurs, le JUG examine actuellement sa conception. Le personnel navigant ou un instructeur peut établir la menace, avant ou durant une mission d'instruction. L'équipage peut voir une simulation de défense aérienne évolutive et y réagir exactement comme si la menace était réelle; la réponse de l'aéronef peut être mesurée et enregistrée afin d'être visionnée pendant le compte rendu de la mission. L'équipage navigant peut même entrer en mode d'instruction en vol, en route vers un vrai théâtre, afin de pouvoir compter sur sa récente instruction pour mieux répondre à la menace dans le théâtre.

Dans le théâtre des opérations, le contrôleur de bus de guerre électronique est en mesure d'héberger un logiciel de planification de la mission en temps réel. Un logiciel, comme le planificateur d'itinéraires automatisé *iAccess* pour aéronefs, peut colliger les données sur les menaces et le relief et, au fur et à mesure que les besoins de la mission changent, modifier la route vers un objectif, puis acheminer l'information à l'équipage navigant en temps réel[35]. Aucun FMS civil ne peut accomplir une telle tâche. Le contrôleur de bus de guerre électronique embarqué traite les données et les envoie directement au calculateur de mission. Le commandement des opérations spéciales des États-Unis utilise cette technologie à bord du C-130J.

Le contrôleur de bus de guerre électronique est un outil perfectionné dont la capacité de traitement est beaucoup plus puissante que le FMS ou le contrôleur de mission, et il permettrait de poursuivre une mission même si le réseau de RSR ou de Liaison 16 cerne des menaces imprévues. La capacité de remanier une sortie en temps réel assure aux futurs commandants de meilleures chances de succès et de survivabilité des aéronefs.

Le module ALQ-213A peut également traiter le son afin de produire un effet binaural. La source sonore directionnelle s'est avérée une technologie de pointe qui permet au pilote de chasse de répondre à la menace tout en restant à l'affût de tout ce qui se passe à l'extérieur du poste de pilotage[36]. Les systèmes de communications numériques peuvent traiter le son binaural, mais LM n'a pas intégré celui-ci à la conception du bloc 8.1. Grâce au contrôleur de bus de guerre électronique, le casque du pilote reçoit une alerte de menace de guerre électronique qui transmet en mode binaural l'azimut et l'élévation auxquels la menace se trouve réellement.

Le module ALQ-213A peut également être relié au processeur d'affichage de mission spéciale du CC130J. Ainsi, l'aéronef peut pallier la menace relevée à distance par la LDT au moyen de matériel consomptible préventif, programmé par l'utilisateur et prêt en temps réel à contrer la menace si elle ne peut être évitée. Il est impossible d'atteindre un tel niveau d'intégration sans un contrôleur de bus de guerre électronique.

Un autre élément important pour faire du CC130J un aéronef de transport aérien tactique moderne serait d'accroître son rayon d'action, son temps de vol et sa capacité d'emport de carburant. En raison des vents d'ouest soufflant naturellement de face, il est souvent nécessaire de réduire la charge utile maximale du CC130J qui survole l'Atlantique Nord en direction de l'ouest. Certaines options, comme de faire escale en Islande à des fins de ravitaillement en carburant, sont de moins en moins attirantes[37]. L'un des avantages découlant d'une plus grande capacité d'emport de carburant serait un rayon d'action accru.

Le vol d'attente (lors de missions d'éclairement du champ de bataille, de relais de communication ou d'appui direct) pourrait exiger un temps de vol accru se rapprochant de la période de service maximale de l'équipage navigant. Les missions pourraient nécessiter la mise au point et l'utilisation du ravitaillement en carburant au sol (livré par air)[38]. Le fait d'offrir cet avantage dans des théâtres éloignés imposera une demande plus forte de la capacité d'emport de carburant du CC130J.

En ce moment, LM peut offrir deux options pour accroître la capacité d'emport en carburant. Des réservoirs extérieurs, comme ceux que transporte la flotte de CC130H, pourraient faire augmenter la masse de plus de 8165 kg. Une telle masse produit une traînée considérable, mais elle permet d'ajouter 1200 milles marins au rayon d'action dans son ensemble[39]. À une vitesse de vol d'attente, la durée du vol peut être prolongée de plus de quatre heures. La masse des réservoirs accrochés sous les ailes a une incidence néfaste sur la durée de vie utile de la voilure d'un aéronef, tout particulièrement si ce dernier exécute des atterrissages d'assaut. Le transport de réservoirs internes ne crée pas de traînée et, en fait, améliore la maintenabilité en plus de réduire le coût du cycle de vie. La réduction de l'espace mort dans la partie supérieure du réservoir alaire permet d'ajouter jusqu'à 2233 kg de carburant et, par le fait même, d'augmenter la période du vol d'attente de 60 à 90 minutes ou de franchir de 300 à 400 milles marins de plus. LM offre actuellement ces deux solutions.

AUTRES FACTEURS D'UNE PLATEFORME 5G À CONSIDÉRER

Un grand nombre de sous-systèmes doivent être intégrés dans le cadre élargi d'une plateforme 5G pour tirer profit au maximum des effets fournis. Depuis 2017, LM a commencé à offrir de nombreuses améliorations pouvant bénéficier aux collectivités internationales des FOS[40].

L'aéronef C-130J des FOS est pourvu de la connectivité, de l'alimentation électrique, de la conception de bus de données et du rayon d'action à portée étendue mentionnés précédemment. Il comprend également certains équipements intrinsèques et ro-ro qui donnent un aperçu de l'adaptabilité de la plateforme.

UNE PLATEFORME DE RSR 5G ARMÉE AVEC DES CAPACITÉS D'APPUI AÉRIEN RAPPROCHÉ ET D'INTERDICTION AÉRIENNE

L'aéronef C-130J des FOS compte un système d'imagerie électro-optique à infrarouge fixe à l'avant, des missiles Hellfire montés sur des points d'accrochage sous les ailes et un canon Orbital ATK de 30 millimètres sur palette pouvant tirer 200 coups programmables par minute.

Comme nous l'a démontré l'avion d'attaque AC-130 Spectre en Afghanistan[41], une formule interarmées concertant les efforts des Forces spéciales aux tirs d'appui directs d'un C-130J peut assurer la réussite de la mission. Dans un contexte canadien, l'Armée de demain[42] et les FOS[43] s'attendent à ce que l'ARC évolue au même rythme qu'elles afin de former une force interarmées entièrement réseautée qui possède une pleine capacité d'appui mutuel. À l'échelle internationale, les éléments de l'aéronef C-130J des FOS peuvent fournir un appui cinétique au sol; cette capacité est offerte depuis 2018.

L'aéronef C-130J des FOS dispose aussi de capacités de ravitaillement en vol, autant à titre de destinataire que d'expéditionnaire. Toutefois, pour l'instant, personne ne prévoit demander un tel effet. L'on peut faire appel à d'autres sources pour envisager la façon dont le CC130J permet de respecter *PSE*.

AUTRES AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES

Freins en carbone. Les freins en carbone offrent des avantages sur le plan de la maintenance et du fonctionnement comparativement aux systèmes de freinage existants. Les spécialistes de la maintenance peuvent remplacer les ensembles de freins et roues plus rapidement, en utilisant moins de pièces et à moindre fréquence. Les pilotes peuvent s'attendre à parcourir une plus courte distance sur la piste ainsi qu'à subir beaucoup moins d'événements liés à la sécurité des vols, attribuables à une surchauffe ou à un incendie des freins, durant leur instruction.

L'USAF et la Royal Air Force ont presque terminé la collecte de données. Une fois la mise à jour des données du calculateur de mission terminée, l'aéronef équipé de freins en carbone aura besoin d'une piste beaucoup plus courte que le C-130J muni des freins en acier d'origine. Le maintien de caractéristiques communes avec ses alliés est une démarche importante dans le cadre d'opérations de la coalition. Le Canada devrait envisager cette mise à niveau.

Instruments de secours électroniques. Un seul de ces instruments peut remplacer les trois instruments analogiques actuels. Un instrument de secours numérique, comme le Garmin G5, est un élément remplaçable sur place peu coûteux; deux modules numériques peuvent remplacer trois instruments analogiques. L'indicateur d'assiette actuel est muni d'une pile de secours pouvant durer 30 minutes. L'instrument de secours électronique type est muni d'une pile de secours pouvant durer quatre heures.

Les instruments de secours électroniques comportent deux grands avantages. D'abord, ils peuvent servir autant d'instruments de secours que de systèmes de navigation de secours. Actuellement, si un équipage navigant doit utiliser un instrument de secours, il dispose seulement de 30 minutes pour repérer visuellement une zone d'atterrissage et poser l'aéronef à vue. Par contre, à l'aide d'instruments de secours électroniques, un système pourrait fournir une solution certifiée de navigation conforme aux règles de vol aux instruments permettant même l'exécution d'une approche de qualité de navigation requise (RNP).

LE CC130J A FOURNI UN EFFET D'AIDE HUMANITAIRE AUX PROVINCES DURANT DE NOMBREUSES SAISONS DES FEUX. IL POURRAIT ÉGALEMENT DEVENIR LA MESURE D'INTERVENTION INSTANTANÉE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL, À TITRE DE PLATEFORME AÉRIENNE DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE.

Comme autre avantage, les instruments de secours électroniques offrent une solution permettant de suivre un cap dans l'espace aérien national du sud (cap magnétique) et l'espace aérien national du nord (cap vrai)[44], ce que le compas de secours magnétique actuellement utilisé ne permet pas. Le personnel navigant canadien devrait pouvoir se fier aux instruments de secours, peu importe s'il se trouve dans l'espace aérien du sud ou du nord, surtout que la souveraineté dans l'Arctique s'avère de nouveau prioritaire.

TAWS. Le système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS) existant fait l'objet d'une mise à niveau dans le programme d'UGC 1b du JUG. Le TAWS est une exigence civile à laquelle satisfait le système d'avertissement de proximité du sol amélioré (EGPWS) d'Honeywell équipant le C-130J. Cet appareil comprend également un mode tactique mieux adapté au pilotage d'un vol de combat à basse altitude. La mise à niveau améliorera la taille de la mémoire contenant la base de données tactiques du TAWS et comblera les lacunes dans la couverture, lesquelles ont fait partie des facteurs contributifs à l'accident aéronautique mortel qu'a subi un C-130J norvégien en 2014.

Lorsque le Canada adoptera l'UGC 1b, la base de données tactiques sera mise à jour semestriellement. Dans le cadre de l'attribution du contrat pour cette mise à jour, il faudra également prévoir des mises à jour annuelles de la base de données civile.

EGPWS. Cet appareil offre de nombreuses autres fonctions au personnel navigant. Lorsqu'elle est activée, une alerte de cisaillement du vent imminent peut fournir au personnel navigant des avertissements visuels et sonores. Citons également, comme autres exemples, les fonctions *SmartRunway* et *SmartLanding* qui peuvent protéger l'aéronef en vol contre les incursions sur piste ainsi que les sorties de piste. Cependant, l'EGPWS a d'abord et avant tout la capacité d'annoncer l'altitude, ce qui, actuellement, incombe normalement au pilote n'étant pas aux commandes (p. ex. 50 pieds, 40 pieds, 30 pieds, 20 pieds et 10 pieds). Une telle fonction libère le pilote non aux commandes et lui permet de mieux surveiller les manœuvres et d'appuyer le pilote aux commandes pendant la phase la plus critique du vol. Il y a plusieurs années, l'ARC a subi un événement au cours duquel la distraction du copilote a contribué à un incident lié à la sécurité des vols.

Mode de descente à angle prononcé. La réduction de la traînée de profil du CC130J par rapport à celle du CC130E/H a très certainement réduit la consommation globale de carburant, ce qui se traduit par des économies, mais elle a aussi occasionné une plus grande difficulté à exécuter des arrivées tactiques. À l'approche, la traînée supplémentaire que générait l'ancien Hercules lui permettait de rester plus longtemps hors de la portée de tirs de l'ennemi, car il arrivait dans les emplacements d'opérations avancés à un angle de descente plus prononcé.

Un CC130J Hercules décolle d'une piste dans la mer méditerranéenne pendant l'opération IMPACT.

LM a élaboré une conception intégrant au CC130J un mode de descente à angle prononcé. Un tel mode commanderait les calculateurs des régulateurs automatiques à pleine autorité redondante des moteurs de manière à imposer un couple négatif aux hélices et à accroître énormément la traînée. L'aéronef C-27J peut perdre 10 000 pieds d'altitude en effectuant un tour complet, tandis que la faible traînée du CC130J lui fait à peine perdre 2700 pieds pour une même manœuvre. Cette capacité améliorerait les chances de survie, car l'aéronef resterait à l'écart des tirs de l'ennemi beaucoup plus longtemps que ne lui permettent ses capacités actuelles. Le JUG envisage de financer les coûts non récurrents des travaux techniques menés à ces fins.

Approches avec RNP à autorisation requise **(AR).** En région montagneuse, les approches aux instruments sont habituellement prévues à des altitudes minimales plus élevées qu'à la normale, ce qui peut mener à l'échec de la mission si les conditions météorologiques ne permettent pas au personnel navigant de voir l'aéroport à l'approche.

Il est maintenant possible de concevoir des minimums d'approches beaucoup moins élevés grâce à un GNSS à système de renforcement satellitaire (SBAS) couvrant presque l'ensemble de l'Amérique du Nord. Les approches RNP AR sont composées d'approches à haute-fidélité fondées sur des segments d'approche finale courbes servant à contourner les montagnes et à atteindre des minimums d'approche moins élevés.

Ces approches sont actuellement utilisées dans les aérodromes canadiens de la Colombie-Britannique et de l'Alberta. La conception du CC130J ne permet pas encore de respecter la norme de certification nécessaire aux approches RNP AR, mais l'équipement permet néanmoins d'exécuter celles-ci. Il faudrait donc envisager d'ajouter une capacité d'approche RNP AR aux exigences des futures conceptions du CC130J.

Évacuation sanitaire (EVASAN). L'EVASAN est l'un des quatre rôles principaux cités dans l'énoncé sur l'utilisation envisagée du CC130J. Des progrès importants ont été réalisés à l'égard de l'équipement médical ro-ro. Des modules de confinement médical offrent des systèmes environnementaux qui ne dépendent pas de l'aéronef. La température, l'humidité et un renouvellement de l'air indépendant créent un environnement semblable à un hôpital, et le module peut servir à des procédures de réanimation ou de traumatisme majeur. Alors que les cas de maladie à virus Ebola augmentent à proximité du Mali, un environnement médical protégé offrant une capacité de décontamination pourrait s'avérer un sage investissement.

Lutte contre l'incendie. Le gouvernement du Canada a une vision stratégique voulant que les Forces canadiennes soient également disposées à prêter main-forte lors de catastrophe naturelle[45]. Jusqu'à maintenant, le Canada avait connu peu de catastrophes naturelles aussi fréquentes et ayant une aussi grande portée que le sont devenus les feux de forêt[46]. Les quelques dernières années ont donné lieu à d'importants feux généralisés, de l'Ontario à la Colombie-Britannique. Le 24 juillet 2018, 40 feux de forêt occupant une superficie de plus de 1000 hectares faisaient rage du Québec à la Colombie-Britannique et au Yukon, n'épargnant aucune province sur toute cette distance[47].

Le CC130J a fourni un effet d'aide humanitaire aux provinces durant de nombreuses saisons des feux. Il pourrait également devenir la mesure d'intervention instantanée du gouvernement fédéral, à titre de plateforme aérienne de lutte contre l'incendie. Le Système aéroporté de lutte contre l'incendie (MAFFS) II[48] a été développé, en collaboration avec le Service des forêts des États-Unis et LM, en tant que système ro-ro certifié pouvant larguer 11 350 litres de produit ignifuge sur son objectif. L'aéronef doit être muni d'un panneau électrique pouvant s'intégrer au système. Une fois cette petite modification achevée, la pose et la dépose de la trousse ro-ro prend moins d'une heure.

Le gouvernement du Canada croit que « la fréquence, la sévérité et l'ampleur grandissantes des phénomènes météorologiques extrêmes partout dans le monde — l'un des résultats les plus immédiats et visibles du changement climatique — continueront probablement à engendrer des crises humanitaires[49] ». LM soutient la lutte contre l'incendie au moyen du C-130J[50]. Le Forest Service des États-Unis et le Hercules passent à l'histoire dans ce domaine, faisant équipe depuis longtemps, et le Service mène une instruction de perfectionnement annuelle pour la lutte aérienne contre l'incendie[51]. L'ARC a formé des équipages du CC130J à la livraison aérienne à basse altitude. Il serait possible de fournir un tel effet à l'issue d'une instruction « juste à temps » lorsque le gouvernement fédéral en établit la priorité.

À l'automne 2017, LM a donné une séance d'information aux représentants du Directeur – Besoins aérospatiaux, du Projet de capacité de transport aérien tactique (CTA-T) et de l'Équipe d'évaluation et de normalisation du transport et du sauvetage (EENTS) ainsi qu'au personnel navigant chargé des opérations de Trenton, au cours de laquelle la société a traité de plusieurs autres initiatives à prendre en considération[52]. Ainsi, d'autres capacités ont fait l'objet de discussions.

Le remplacement d'une hélice peut être une mesure logistique coûteuse nécessitant beaucoup de temps et d'espace. Un système permettant de remplacer une seule pale a toutefois été développé. À court terme, les opérations déployées pourraient réaliser des économies en matière d'espace logistique. À plus long terme, les coûts d'approvisionnement d'une hélice de remplacement pourraient baisser dans le cadre du programme de soutien en service.

Des concepts, comme un canon à tourelle mentonnière de 30 mm muni d'un système électro-optique à infrarouge, peuvent nécessiter une interaction avec l'équipage. LM offre un HDD à grand affichage, soit le double de la surface des HDD actuels, qui s'intègre au système d'affichage du poste de pilotage pour les missions associées à la connaissance de la situation ou l'affichage des données des capteurs.

UNE FEUILLE DE ROUTE POUR L'AVENIR

Toutes les possibilités menant à la livraison d'effets courants et futurs du CC130J nécessitent une feuille de route stratégique, c'est-à-dire une vision à long terme plaçant le Super Hercules de manière à satisfaire aux exigences de *PSE*, qui consistent à fournir des voies d'accès aux projets extérieurs, des solutions techniques aux influences externes et de nouvelles capacités lorsque celles-ci sont nécessaires.

Dans la feuille de route suivante, on propose d'utiliser le projet 105 de l'ARC pour investir dans l'avenir. L'harmonisation du LM-100J à l'ALC assurera la conformité à l'espace aérien civil grâce à des éléments logiciels que le Directeur – Navigabilité aérienne et soutien technique peut certifier. L'établissement de configurations par étape facilitera la maintenance des logiciels et l'établissement de voies d'accès aux projets extérieurs en plus de satisfaire aux exigences de l'ARC et des clients de façon beaucoup plus rapide que ne le permet la création d'une seule configuration par décennie. Ainsi, il serait toujours approprié de respecter l'échéancier de 2026 pour la mise en œuvre de l'infrastructure de l'aéronef en vue de créer une plateforme de transport aérien tactique 5G.

CONCLUSION

Le CC130J est l'avion utilitaire du Canada. Cet appareil se révèle le gros transporteur aérien au Mali, en Iraq et dans l'Arctique canadien. De jour comme de nuit, beau temps, mauvais temps, débarquant les troupes au sol ou larguant celles-ci en vol, le Super Hercules peut déplacer les troupes et l'équipement au pays, à l'étranger, et ce, en temps de paix ou de guerre. Alors que les effets des opérations de combat sont plus difficiles à assurer en raison des inondations, des incendies et de la famine, le CC130J doit pouvoir assumer de nombreux rôles.

Le CC130J du bloc 7.1.1 a été mis au point en vue de moderniser le C-130J du bloc 6.0 afin que ce dernier puisse satisfaire aux exigences de l'espace aérien civil et se relier à la LDT. Cette mise à niveau répond aux demandes actuelles de CNS et de l'ATM dans l'espace aérien mondial, mais elle devra être révisée régulièrement pour suivre la tendance dans l'espace aérien civil. Il faudra également procéder à des mises à jour fréquentes pour ajouter de nouvelles technologies à la plateforme intégrée, comme le prescrivent les exigences militaires nationales et internationales qui ne font pas partie du système d'armes de référence.

Le Super Hercules peut offrir de nombreux effets pour atteindre la vision de *PSE*. Le bloc 8.1, dont le contrat a été octroyé au gouvernement des États-Unis, constitue seulement le cadre de la plateforme. Afin de relever les défis que l'on anticipe pour respecter les exigences du gouvernement et de nos principaux clients au-delà de l'horizon technologique, il faut un cadre solide à ce système d'armes. Une connectivité, une alimentation électrique et des voies d'accès à la croissance sont les principaux éléments qui permettent à une infrastructure de bien soutenir une plateforme polyvalente 5G tout au long de son cycle de vie prévu.

Le *Plan d'investissement de la Défense 2018* prévoit un échéancier pour le prochain projet du CC130J. D'ailleurs, l'analyse des options commence dès 2018. Le financement de 250 à 499 millions de dollars peut offrir beaucoup plus qu'une différence entre l'aéronef du bloc 7.1.1 de l'ARC et celui du bloc 8.1 du JUG. Le Canada a besoin de beaucoup plus que le bloc 8.1 pour satisfaire aux effets figurant dans *PSE*. En 2027, le Super Hercules aura déjà franchi plus de la moitié de sa durée de vie prévue de 30 ans. La transformation du CC130J en un système d'armes 5G permettra de renouveler et de renforcer les effets que livrent l'ARC, les FAC et le gouvernement du Canada.

Le projet de mise à niveau du CC130J au bloc 8.1 prévu dans le Programme des capacités de la Défense devrait être renommé le projet 105 de l'ARC pour une plateforme de transport aérien tactique de cinquième génération. Le mandat du projet devrait prévoir les mises à jour périodiques du Super Hercules ainsi que la mise au point d'un cadre et d'une infrastructure permettant d'appuyer les missions de l'ARC et des FAC ainsi que le gouvernement du Canada jusqu'en 2035 et au-delà.

M. Paul Anderson s'est enrôlé dans les Forces canadiennes en 1988 après avoir terminé son baccalauréat en génie mécanique à l'Université de Toronto. De 1992 à 2018, il a cumulé 7500 heures de vol à bord du CC130 Hercules, au 429e Escadron de transport, au 41st Airlift Squadron de l'USAF et au 436e Escadron de transport, alors qu'il prenait part à des opérations en Somalie, au Soudan, au Rwanda, en Yougoslavie, au Congo, en Iraq, en Afghanistan et en Libye. Depuis 2014, il se concentre sur les essais et l'évaluation en collaboration avec le Centre d'essais techniques (Aérospatiale), en vue d'intégrer les mises à niveau du bloc 7.0 et du bloc 7.1 à la flotte de CC130J. En tant qu'ingénieur civil pour le CC130J, il relève actuellement du Directeur – Gestion du programme d'équipement aérospatial (Aéronefs de transport), sous-ministre adjoint (Matériels).

ABRÉVIATIONS

5G	cinquième génération
ALC	approche logicielle commune
AMC	Air Mobility Command
AOC	contrôle d'exploitation aéronautique
APV	procédure d'approche avec guidage vertical
ARC	Aviation royale canadienne
ATM	gestion de la circulation aérienne
ATS	services de la circulation aérienne
Baro-VNAV	navigation verticale barométrique
C2	commandement et contrôle
C3RSR	commandement, contrôle, communications, renseignement, surveillance et reconnaissance
CNS	communications, navigation et surveillance
COIC	Commandement des opérations interarmées du Canada
COMFOSCAN	Commandement des Forces d'opérations spéciales du Canada
CPDLC	communications contrôleur-pilote par liaison de données

EGPWS	système d'avertissement de proximité du sol amélioré
EEO	essai et évaluation opérationnels
FAC	Forces armées canadiennes
FMS	système de gestion de vol
FOS	Forces d'opérations spéciales
GNSS	système mondial de navigation par satellites
HDD	collimateur tête basse
JUG	Groupe mixte des utilisateurs
JUSWG	Groupe de travail mixte des utilisateurs des systèmes
LDT	liaison de données tactiques
LM	Lockheed Martin
LPV	performance d'alignement de piste avec guidage vertical
MDN	ministère de la Défense nationale
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
PDMS	processeur de données de mission spéciale
PSE	*Protection, Sécurité, Engagement : La politique de défense du Canada*
RNP	qualité de navigation requise
ro-ro	manutention horizontale
RSR	renseignement, surveillance et reconnaissance
SBAS	système de renforcement satellitaire
SGED	système de guerre électronique à caractère défensif
SPS	système d'autoprotection
TAWS	système d'avertissement et d'alarme d'impact
UGC	unité de gestion des capacités
VNAV	navigation verticale

NOTES

1. Voir l'aperçu de LM concernant le bloc 8.1 qui fait partie de la trousse d'instruction du bloc 8.1 à l'intention du personnel navigant.

2. La baro-VNAV et la LPV sont deux types d'approches GNSS. La baro-VNAV permet à l'équipage d'adopter un profil vertical à l'approche à l'aide de l'altitude barométrique, ce qui s'avère utile dans les régions non couvertes par le SBAS. Le SBAS nord-américain est le système de renforcement à couverture étendue qui comprend trois satellites géostationnaires dont la couverture atteint jusqu'à 72 degrés nord. Les approches LPV utilisent le SBAS en plus du système de GPS américain afin de fournir une orientation tridimensionnelle par l'entremise du GNSS seul, partout où la couverture SBAS est disponible.

3. Les approches RNP AR ne font toujours pas partie du bloc 8.1. Ce type d'approche est la meilleure approche GNSS en région montagneuse lorsque les segments droits d'une étape commanderaient l'établissement de minimums d'approche déraisonnablement élevés.

4. Voir Canada, NAV CANADA, *Circulaires d'information aéronautique 34/17 : Avis de commencement de la phase 2B du mandat de services de liaison de données dans la région de l'Atlantique Nord*, décembre 2017, http://www.navcanada.ca/FR/products-and-services/Documents/AIP/Current/part_5_aic/5aic_fre_2017_34.pdf#top.

5. Au moment de rédiger cet article, Rockwell Collins (anciennement ARINC) et SITA (anciennement la Société internationale de télécommunications aéronautiques) étaient les deux seuls fournisseurs de services de liaison de données des ATS.

6. Voir « A Case for Change », *White Paper – C-130J Cooperative Development*, juin 2005, consulté le 25 septembre 2018, https://c-130j-jug.com/org.php?libpath=JUG+Library%2FHistory. (Il faut un nom d'utilisateur et un mot de passe pour accéder à ce site.)

7. La feuille de route stratégique internationale du JUG (2010) énonce les futures capacités que souhaitent les pays concernés, dont la plupart n'ont toujours pas été réalisées en raison des contraintes financières découlant des exigences civiles de CNS et d'ATM à respecter dans le cadre des programmes du bloc 7.0 et du bloc 8.1. Voir le site https://c-130j-jug.com/org.php?libpath=JUG+Library%2FInternational+Strategic+Roadmap, consulté le 25 septembre 2018. (Il faut un nom d'utilisateur et un mot de passe pour accéder à ce site.)

8. M. Steve Godwin, représentant du JUSWG, gestionnaire des ressources du C-130J, AMC, USAF. L'AMC assure le commandement en chef de la mise à niveau vers un C-130J « sophistiqué ». Les ressources du commandement des forces opérationnelles spéciales des États-Unis sont gérées distinctement, et celui-ci ne participe pas au JUG du C-130J.

9. Voir « A Case for Change »: [Traduction] « Le gouvernement des États-Unis est au courant des inquiétudes des autres nations au sujet du cycle de 2 ans de mise à niveau par blocs de l'AMC. »

10. La Royal Air Force a installé une première trousse d'essai pour produire un aéronef du bloc 7.0 à la fin de 2014 en vue d'en faire une plateforme d'EEO, mais elle n'a pas poussé la mise à niveau au bloc 7.0. La Force aérienne italienne a mis en service deux aéronefs mis à niveau au bloc 7.0 et amorce la troisième année d'un programme d'essai et évaluation. Elle a décidé de poursuivre son programme du bloc 7.1 à la lumière de l'expérience canadienne. D'autres pays ont manifesté leur intérêt de continuer la mise à niveau pour obtenir un aéronef d'ALC ou du bloc 8.1.

11. Canada, Ministère de la Défense nationale (MDN), *Preliminary Report of Results—AETE 2016-018 CC130J Block 7.1 Upgrade Phase 2—Proof of Compliance Demonstration Test and Evaluation*, 28 mai 2018.

12. Le 4 octobre 2018, l'USAF a annoncé un retard de deux à trois mois dans le rapport final sur le bloc 8.1, ce qui aura des répercussions sur la phase de définition du programme d'UGC 2 du JUG.

13. Comme exemples, voir Andrei Gurlov, Tatiana Polishchuk et Max Wernberg, National Center for Biotechnology Information, *Controller-Pilot Data Link Communication Security*, U.S. National Library of Medicine, Bethesda, MD, 2018 : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5982923/; et The Cyber Security Forum Initiative, *Digital Real-World: Wargaming Cyber Effects on Soldiers' Decision-Making, Surveying the Cyber Landscape CSFI V1 Forum Final Report Summary*, https://www.csfi.us/?p=projects.

14. Canada, MDN, *Protection, Sécurité, Engagement : La politique de défense du Canada* (*PSE*), Ottawa, 2017, p. 14, https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/organisation/politiques-normes/politique-defense-canada.html.

15. Canada, MDN, *PSE*, p. 13.

16. Canada, MDN, *PSE*, « [Ces] nouvelles plateformes seront intégrées au matériel existant afin de créer un système de systèmes interarmées réseauté qui assurera la circulation d'information en temps réel qui est essentielle à la réussite des opérations. », p. 15, p. 41.

17. La Royal Australian Air Force ouvre la voie, définissant clairement ses plans pour produire une force aérienne réseaucentrique. Voir Air Force, *Fifth-generation Air Force*, consulté le 30 juillet 2019, https://www.airforce.gov.au/our-mission/fifth-generation-air-force. Le Commodore de l'air Gary Martin, attaché de l'aviation auprès de l'Ambassade de l'Australie aux États-Unis (2017) fait part de son point de vue voulant que le transport aérien tactique fasse intégralement partie d'une force aérienne 5G.

18. Commandant d'Escadre André Adamson et colonel Matthew Snyder, *The Challenges of Fifth-Generation Transformation*, décembre 2016.

19. Dans le C-130J du bloc 7 et des blocs suivants, il s'agit du réseau de Liaison 16.

20. « Il n'y a rien que l'ARC accomplit à ses propres fins. » Canada, MDN, A-GA-007-000/AF-009, *Vecteurs de la Force aérienne*, Directeur général – Développement de la force (Air), Ottawa, 2014, p. 26.

21. Le commandant de l'ARC et le COMFOSCAN ont confié au commandant de la 8e Escadre le mandat de développer un concept d'appui aux FOS à l'aide des ressources du CC130J de la 8e Escadre, ce qui ne comprend pas les modifications apportées à l'aéronef à l'appui des missions des FOS.

22. Canada, MDN, A-GA-007-000/AF-009, *Vecteurs de la Force aérienne*, p. 16.

23. Extrait de Canada, MDN, *PSE*, p. 65 : « Peu importe l'endroit au monde, aucun navire ne prend la mer, aucun aéronef ne décolle et aucune botte ne touche le sol sans l'apport des spécialistes du renseignement de défense. Compte tenu de la complexité croissante de l'environnement de sécurité, le renseignement fiable est crucial lors d'opérations de combat expéditionnaires pour déterminer efficacement les objectifs et ainsi réduire au minimum les dommages collatéraux et les pertes civiles. »

24. Canada, MDN, *PSE*, p. 14.

25. Iridium, *Iridium Completes Historic Satellite Launch Campaign*, communiqué de presse diffusé le 11 janvier 2019, https://www.iridiumnext.com/.

26. Extrait de Canada, MDN, *PSE*, p. 56 : « Dans un contexte militaire, alors que l'utilisation du cyberespace est devenue essentielle aux opérations, les adversaires éventuels, y compris les mandataires d'un État et les acteurs non étatiques, se dotent rapidement de moyens cybernétiques pour exploiter les vulnérabilités inhérentes aux systèmes de C4ISR (commandement, contrôle, communication, informatique, renseignement, surveillance et reconnaissance) dont dépendent les forces armées ainsi que d'autres technologies opérationnelles comme les systèmes d'armes. »

27. Le gestionnaire des ressources du JUG australien, M. Lindsay Gordon, travaille présentement au transfert de la trousse d'informations au gestionnaire des ressources pour le CC130J du Canada.

28. Canada, MDN, *PSE*, p. 39 : « Par conséquent, les capacités spatiales et aériennes de l'Aviation royale canadienne doivent être multifonctionnelles. Elles doivent donc être pertinentes pour les opérations nationales et internationales, capables d'intégrer et d'adapter les dernières technologies, capables d'interagir avec les capacités des Forces armées canadiennes et interopérables avec les alliés essentiels. Ces missions se fient souvent beaucoup à la capacité de transport aérien stratégique et tactique assurée par les flottes de C-17 et de C-130J. »

29. LM a créé un système à poser en extrémité d'ailes pouvant héberger des trousses de missions adaptées à la guerre électronique, au renseignement sur les communications, au renseignement électronique et aux capteurs optiques. Communiquez avec LM Canada pour obtenir de plus amples renseignements.

30. Une génératrice de 40/50 kVA peut produire un courant continu 40 kVA et une surtension continue de 50 kVA.

31. Canada, MDN, *PSE*, p. 38.

32. Canada, MDN, *PSE*, p. 38.

33. Canada, MDN, *DEWS/SPS Statement of Capability Deficiency*. [Document classifié de niveau II.]

34. Terma North America possède des locaux à Atlanta, Georgie, et collabore avec LM depuis plusieurs années pour trouver des solutions relativement au C-130J. Voir le site Web de Terma, *Allies in Innovation*, consulté le 30 juillet 2019, https://www.terma.com/aeronautics/self-protection-systems/electronic-warfare-management-systems/.

35. « iAccess Technologies », *Automatic Route Planner for Aircraft, Technical Description*, document nº iAT-00-7068, 27 août 2018.

36. [TRADUCTION] La solution sonore binaurale de Terma […] est conçue pour améliorer la connaissance de la situation, le temps de réaction, l'intelligibilité de la parole et la sécurité des vols. Voir « Air Force Technology », *Terma to Install 3D-Audio System On-board USAF's F-16 Jets*, 24 janvier 2019, https://www.airforce-technology.com/news/terma-install-3d-audio-system-board-usafs-f-16-jets/.

37. Il faut maintenant donner un préavis de trois jours avant d'entrer en Islande. Voir le document de la 1re Division aérienne du Canada, *Overflights Country Files Summary*, résumant les autorisations diplomatiques entre l'Islande et le Canada, consulté le 30 juillet 2019, http://winnipeg.mil.ca/cms/en/caoc_combat_plans_lead_page/diplomatic_overflights_about_us/overflightcountryfile.aspx.

38. Le concept de ravitaillement au sol en carburant livré par air est en voie de développement depuis quatre ans, et le COMFOSCAN fait des demandes à cet effet annuellement.

39. M. Steve Knoblock, pilote d'essai du C-130J chez LM, a signalé que les réservoirs extérieurs de l'appareil ont un effet négatif de 1,5 % sur les milles marins par livre de carburant, ce qui est équilibré par une capacité de l'aéronef à rester en attente pendant plus de 14 heures.

40. Voir Lockheed Martin, *C-130J-SOF International Special Operations Configurations*, consulté le 30 juillet 2019, https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/aero/documents/C-130J/C130JSOF_Brochure_Final_Website.pdf.

41. M. Peter Refsdal de Norvège a fait un reportage pour « Journeyman.TV » alors qu'il était intégré aux talibans en 2009. Voir *Behind the Taliban Mask: The Other side Of Afghanistan's Front-line*, YouTube, 23:00-24:30, consulté le 24 septembre 2018, https://www.youtube.com/watch?v=5OI8Y0jjM0k.

42. Andrew B. Godefroy, rédacteur en chef, traite de l'Armée de demain (AdD) dans un document du MDN, *Opérations terrestres 2021 – opérations adaptables et dispersées : le concept d'emploi de la force de l'Armée de terre canadienne de demain,* Kingston, Ontario, 2007. Conformément au document A-GA-007-000/AF-009 du MDN (Canada), *Vecteurs de la Force aérienne*, p. 50-51 : « A1 – Le concept des opérations adaptées, dispersées et dans l'ensemble du spectre de l'AdD exigera une doctrine, des tactiques, des techniques et des procédures (TTP) nouvelles pour l'intégration de la puissance aérienne. Tous les rôles de la puissance aérienne du Canada seront nécessaires pour que l'Armée de terre concrétise sa vision avec une dépendance partagée sur une capacité mutuelle C4ISR aux fins de la détection et du ciblage des menaces. A2 – L'Armée de terre réseautée de demain aura besoin d'une connectivité avec les ressources tactiques de l'ARC pour les échanges vocaux, de données et de vidéos intégrales. »

43. Canada, MDN, A-GA-007-000/AF-009, *Vecteurs de la Force aérienne*, p. 20 : « Les effets de la puissance aérienne sont cruciaux à la réussite des opérations du COMFOSCAN, au transport aérien, au RSR et aux tirs. »

44. Le site Web de « Garmin » offre de plus amples renseignements sur le système d'instruments de vol électroniques de l'aéronef G5 certifié, https://buy.garmin.com/en-US/US/p/570665/pn/K10-00280-30.

45. Canada, MDN, *PSE*, p. 14.

46. Selon Statistique Canada, les feux de forêt de Fort McMurray en 2016 ont eu des répercussions sur le produit intérieur brut du pays, qui a accusé une baisse de 0,4 % au cours du deuxième trimestre de l'année en question, et le Bureau d'assurance du Canada a indiqué qu'il s'agissait de la catastrophe naturelle la plus coûteuse de l'histoire des fournisseurs d'assurance canadiens. Voir Statistique Canada, *Infographie : Répercussions économiques du feu de forêt de 2016 à Fort McMurray*, modifié le 16 décembre 2017, https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-627-m/11-627-m2017007-eng.htm.

47. Canada, Ressources naturelles Canada, carte interactive consultée le 30 juillet 2019, http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/interactive-map?zoom=0.11342563134622921&center=-122425.78767583659%2C582538.8729527256&month=09&day=24&year=2018#wb-cont. Utilisez le menu déroulant pour accéder à l'historique des feux jusqu'en 2016. Indiquez la date du 24 juillet 2018, et sélectionnez « Feux actifs » du menu déroulant sous la rubrique des « Calques ».

48. MAFFS, « MAFFS : Protection from Above », consulté le 30 juillet 2019, http://www.maffs.com.

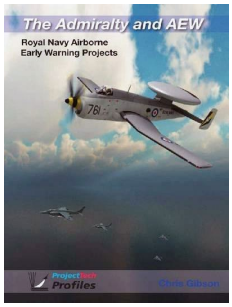
49. Canada, MDN, *PSE*, p. 52.

50. Wayne Roberts, pilote d'essai du C-130J chez Lockheed et retraité depuis peu, a pris la parole lors du spectacle aérien de Farnborough en 2018 : [TRADUCTION] « L'une d'elles est la mission de lutte contre les incendies. Les récentes données sont nombreuses à signaler que nous avons besoin de bons avions de lutte contre les incendies en régions montagneuses, et cet aéronef se prête bien à la tâche, mais nous devons pouvoir en faire davantage lors de vols dans de mauvaises conditions météorologiques, la nuit, dans la fumée, etc. Actuellement, un bombardier d'eau dispose de peu de temps pour mener ses opérations à vue et, la plupart du temps, le feu continue de faire des ravages, car on ne peut rien faire à cause de la fumée ou de la noirceur. Tout porte à croire que notre aéronef, équipé d'un collimateur tête haute comme principal écran de vol et de toute autre technologie de pointe actuellement offerte, pourrait faire du Hercules un aéronef extrêmement efficace dans la lutte contre les incendies. » Voir Tyler Rogoway, « The WarZone: Lockheed's Wayne Roberts on Looping the Hercules, Test Flying, and All Things C-130 », The Drive, le 9 août 2018, http://www.thedrive.com/the-war-zone/22753/we-talk-looping-the-hercules-test-flying-and-all-things-c-130-with-lockheeds-wayne-robertson?iid=sr-link7.

51. Département de l'Agriculture des États-Unis, U.S. Forest Service, « Chapter 2 Part 1–Qualifications, Certification, Decertification, and Fitness », *Forest Service Fire and Aviation Qualifications Guide*, Chapitre 2, partie 1 – mise à jour en date du 1er octobre 2017, https://www.fs.fed.us/managing-land/fire/publications.

52. Le 27 septembre 2017, le Directeur des besoins aérospatiaux/auteur a accueilli des représentants de LM, de l'EENTS, du 426e Escadron et du 436e Escadron ainsi que l'officier de liaison des FOS de la 8e Escadre pour discuter des futurs éléments tactiques possibles du CC130J.

CRITIQUES DE LIVRE



THE ADMIRALTY AND AEW:
ROYAL NAVY AIRBORNE EARLY WARNING PROJECTS
Par Chris Gibson

Première édition
Tyne and Wear, R.-U., Blue Envoy Press, 2011
48 pages
ISBN 978-0956195128

Compte rendu du **capitaine de frégate Mark R. Condeno, B. Sc.**

Avoir une « vue depuis le ciel » constitue depuis longtemps une composante essentielle de la guerre moderne, dont l'origine remonte à la Deuxième Guerre mondiale. Plus précisément, son importance peut être retracée à deux événements : l'escadron des Consolidated PBY Catalina qui a trouvé la flotte japonaise dans les premiers moments de la bataille de Midway en juin 1942; et l'arrivée des avions kamikaze, qui a motivé la conception du Grumman TBM Avenger doté d'un radar.

Quatre décennies plus tard, pendant la guerre des Malouines en 1982, la force opérationnelle de la Royal Navy a aussi démontré l'importance des systèmes aéroportés d'alerte lointaine (AEW), à la suite des frappes fréquentes de la force aérienne de l'Argentine contre la flotte britannique qui ont causé la perte de navires de la force opérationnelle. Si le Fairey Gannet avait été en service à cette époque – au lieu d'avoir été mis à la retraite quatre ans auparavant – les résultats auraient été bien différents.

Dans le cadre de la série « Project Tech Profiles », des éditions Blue Envoy Press, Chris Gibson brosse un portrait en profondeur des plans de l'industrie aéronautique britannique visant à fournir à la Royal Navy de nouveaux avions AEW entre les années tumultueuses de 1950 et maintenant. Gibson couvre les programmes et les études menés par Avro, British Aircraft Corporation, Blackburn Aircraft, Fairey Aviation Company, Hawker Siddeley et Westland Aircraft.

Dans les premières pages du livre, l'auteur présente un bref contexte de l'incursion de la Royal Navy dans le domaine de l'aviation. Il couvre les origines de l'AEW, surtout pendant la bataille de l'Atlantique, et parle plus précisément des succès de l'avion Condor de la Marine allemande. Il décrit aussi le développement du radar par les Américains et les divers appareils sur lesquels il pouvait être installé, comme le Grumman TBM Avenger, le B-17 et le Fairey Spearfish, qui ont tous été équipés en vue d'une invasion du Japon.

À la fin de la guerre, la recherche et le développement ont été mis de côté en raison de la « règle des dix ans », pour reprendre dès les premiers relents de guerre sur la péninsule coréenne en juin 1950. Ce conflit a fait grossir les budgets de défense des pays alliés, et a mis la recherche et le développement militaire à l'avant-plan. La Royal Navy a alors fait l'acquisition d'environ 50 Douglas AD-1 Skyraider des États-Unis, qui ont été utilisés par le 849 Naval Air Squadron, la branche aéronavale de la flotte, et connus sous le nom de « AEW.1 ». Pendant la crise du canal de Suez de 1956, la Royal Navy avait doté chacun de ses porte-avions d'une escadrille de quatre avions AEW. Un de ces appareils était l'« Albatross », l'un des premiers surnoms donnés au AEW Gannet, dans le but de le distinguer de sa variante destinée à la guerre anti-sous-marine.

Dans les pages subséquentes, l'auteur présente au lecteur une abondance d'information sur les différentes propositions d'AEW d'Avro et de Blackburn Aircraft, de même que les variantes AEW du Vickers-Supermarine Type 582 Interceptor et du British Aircraft Corporation's A.2. Beaucoup de ces propositions étaient si avancées qu'elles rivaliseraient parfaitement bien avec les modèles d'aujourd'hui.

Dans les deux dernières sections du livre, l'auteur examine en détail la variante AEW de l'Avro Shackleton – essentiellement une version de reconnaissance maritime qui est entrée en service en 1972 – et la variante AEW du British Aerospace P.1216. Par ailleurs, l'idée d'un hélicoptère AEW n'a jamais été oubliée, puisqu'elle avait déjà été envisagée pendant les premiers jours du rôle maritime de l'hélicoptère; un des modèles envisagés était le Bristol Type 173 à deux rotors. Finalement, le Westland Sea King HAS.2 a été conçu pendant la guerre des Malouines.

Le livre ne couvre pas uniquement la conception des appareils. Il décrit aussi les fonctions AEW, la conversion des appareils et les radars, en plus des aspects positifs et négatifs des systèmes déjà installés ou dont l'installation était prévue. Notamment, l'aéronautique navale britannique n'a pas cessé d'utiliser le Northrop Grumman E-2 Hawkeye depuis qu'il a été offert comme remplacement au Gannet en 1966.

Gibson devrait recevoir des éloges pour sa recherche, ainsi que pour la vaste quantité de détails historiques et techniques qu'il fournit dans le texte. Il écrit d'une manière qui plaira au lecteur. Le livre tire aussi son attrait des 40 graphiques en multiples perspectives dessinés par l'auteur et par l'industrie de l'aviation, et des six illustrations par Adrian Mann qui montrent les appareils s'ils avaient été mis en service. Un total de 24 photos en noir et blanc ou en couleur agrémentent aussi la lecture.

Le livre est également assorti d'un appendice où se trouve une ligne du temps de l'AEW aéronavale; les fondements du radar; un exposé sur les exigences et sur la vision de l'Amirauté pour l'acquisition du Hawkeye, depuis le début jusqu'à ce jour; un glossaire; une section de documents de référence et un index.

Ce livre plaira aux historiens de l'aviation, aux concepteurs aéronautiques, de même qu'aux lecteurs qui travaillent dans les domaines techniques ou la communauté de l'AEW.

Le capitaine de frégate Mark R. Condeno de la Garde côtière auxiliaire des Philippines occupe actuellement le poste d'officier de liaison au sein du Corps des attachés aux forces armées étrangères, à la Direction des affaires internationales de la Garde côtière auxiliaire des Philippines, et celui d'historien du commandement, en poste à Manille. Il est titulaire d'un baccalauréat en architecture de l'université d'État du Palawan. Il a fait partie du Corps d'instruction des officiers de la réserve navale (1997) de la Marine des Philippines, de même que du cours d'endoctrinement des officiers de la Garde côtière auxiliaire des Philippines (1999). Il est aussi diplômé du cours sur la puissance aérospatiale de l'Air University et du cours sur l'histoire des opérations militaires interarmées du Defense Technical Information Center (2008).

SUJETS D'INTÉRÊT

Un enrichissement imprévu :

le côté humain des leçons retenues

Par l'adjudant Ian Daniels

J'étais là, en train de survoler le château d'Alexandre le Grand dans le désert afghan. J'avais lu quelque chose à ce sujet quand j'étais à l'école, mais je n'avais jamais rêvé, au grand jamais, que je verrais ce lieu personnellement. Tous les endroits que j'ai visités au cours de ma carrière dans l'Aviation royale canadienne — et plus particulièrement les personnes que j'ai rencontrées à ces endroits— m'ont beaucoup appris sur l'humanité. Certaines des plus précieuses leçons, tirées de souvenirs très nets que j'ai classés dans ma tête, m'ont été données par ceux et celles qui éprouvaient des difficultés et avaient besoin de notre aide. Les déploiements auxquels j'ai pris part outre-mer, en Bosnie, en Afghanistan et en Afrique, m'ont aidé à reconnaître et à assimiler des dimensions de la nature humaine que j'avais jusque-là tenues pour acquises.

Je suis arrivé à Zagreb, en Croatie, en octobre 2002. Ma fille avait cinq mois à l'époque, et c'était mon premier déploiement outre-mer. Je participais à une mission de maintien de la paix appelée Opération (Op) PALLADIUM à Valika Kladusa, en Bosnie. Dans la foulée de l'effondrement du communisme, un rude conflit avait éclaté entre les Serbes et les Croates et avait en fin de compte entraîné une « épuration ethnique » et la dévastation parmi les populations civiles[1]. Pour me rendre en Bosnie depuis la Croatie, j'ai fait un trajet long et lent en suivant des routes et des chemins de l'arrière-pays jusqu'à la base où j'allais passer les deux mois suivants. Tandis qu'assis dans l'autobus, j'enregistrais dans mon esprit ce que je voyais, j'étais abasourdi par la destruction causée par les nombreuses années de guerre. Des immeubles avaient été anéantis par les tirs des canons et réduits à l'état de passoire, désormais des structures qui tenaient à peine debout. Certains d'entre eux étaient encore habités par la population locale.

Une fois établis à « VK », c'est ainsi que nous appelions l'endroit, mon équipe et moi avons quitté la base pour nous rendre dans de nombreuses localités afin d'acquérir l'appui de la population locale que nous avions été chargés de protéger. Durant ces déplacements, j'ai fait la connaissance d'un homme appelé Hussein. C'était un vieux fermier qui avait une grande famille et une petite maison de béton. Leurs seuls moyens de subsistance étaient un jardin potager, trois chèvres, quelques poules et une jeune vache. Après plusieurs rencontres avec lui, il a invité cinq autres soldats et moi à prendre un repas chez lui. Nous étions des invités dans son pays, nous a-t-il expliqué, et il voulait que nous nous y sentions bienvenus. Il a nourri six personnes dont il venait tout juste de faire la connaissance avec des produits essentiels dont il avait besoin pour nourrir sa propre famille en cette époque troublée en Bosnie. La générosité de cet homme m'a immédiatement touché. Il m'a rappelé de faire preuve d'humilité et de toujours tendre une main généreuse à autrui; c'était un principe que l'on m'avait inculqué tôt dans ma vie, quand je grandissais à Terre-Neuve. Les Terre-Neuviens sont bien connus pour leur générosité et leur hospitalité, et je peux remercier un homme qui vivait à des milliers de milles au loin de m'avoir rappelé ces traits de caractère et ces qualités que je devrais toujours manifester librement[2].

En 2011, j'ai été envoyé à Kandahar (Afghanistan) dans le cadre de l'Op ATHENA, la contribution du Canada aux opérations de combat dans ce pays[3]. J'ai passé là-bas six mois qui m'ont paru interminables; j'ai survolé la ville de Kandahar et le désert de Registan au cours d'une multitude de missions dont l'objet était aussi bien de capturer ou de tuer des ennemis que de veiller au ravitaillement, entre autres. J'ai vécu de nombreuses expériences marquantes pendant cette période de service, mais une bonne partie de mes souffrances personnelles ont été mises en perspective par un des enfants les plus courageux que j'aie jamais connus. Vers la fin de mes six mois en Afghanistan, j'ai fait la connaissance d'un très jeune garçon dans un hôpital de l'aérodrome de Kandahar. J'étais en train d'être soigné pour une blessure relativement mineure pendant que cet enfant était traité par des médecins de la Coalition après avoir été atteint à la tête par une balle des talibans. Par suite de cette blessure, il a perdu la moitié d'un côté de la tête : croyez-moi, c'était horrible à voir. Ce garçon a survécu miraculeusement à cette attaque des insurgés et il allait donc pouvoir continuer à mener

une vie normale en Afghanistan. Pendant que les médecins s'occupaient de lui, j'ai été étonné de le voir si heureux! Il avait été atteint d'une balle et il avait souffert plus qu'aucun garçon de son âge ne le devrait, mais il dégustait avec un énorme bonheur une simple boîte de jus qu'un des assistants médicaux lui avait donnée. Pendant qu'on le gardait en observation cette nuit-là pour s'assurer qu'il se remettait bien, il a suffi d'une petite boîte de jus à cet enfant pour qu'il se sente heureux. Par sa force intérieure, ce jeune homme m'a appris l'importance et la valeur de la vie; il m'a appris à ralentir et à être sensible aux petits plaisirs et aux bienfaits que la vie a à offrir. Je pense encore à lui chaque fois que je sens les rayons chauds du soleil sur mon visage, et je ressens en moi ce qu'il a éprouvé, j'imagine, cette nuit-là à l'hôpital, alors qu'il trouvait du réconfort dans une simple boîte de jus.

Pendant mes réflexions sur mes nombreuses missions à l'étranger, y compris certaines que je préférerais parfois oublier, il m'a semblé évident qu'il existe une différence manifeste entre les valeurs de certaines cultures étrangères et celles des Canadiens. J'ai passé de nombreuses journées à vivre dans des conditions rudimentaires un peu partout dans le monde, et certaines des missions avaient pour seul but d'aider d'autres armées à se protéger contre les menaces pesant sur elles. Je ne participais pas directement aux combats, mais une menace constante planait sur notre propre sécurité, à cause de notre présence dans ces endroits troublés.

« J'étais abasourdi par la destruction causée par les nombreuses années de guerre. »

Au cours d'une de ces journées, pendant que j'étais chargé de la sécurité à un aérodrome, j'ai fait la connaissance d'un garçon qui quémandait de la nourriture. À la lumière d'expériences antérieures, j'ai compris ce qu'il faisait. Il s'approchait de moi en faisant l'espiègle, puis il riait et faisait des gestes en direction de la nourriture et de l'eau que je gardais près de moi. À mesure que le temps passait, bien que nous ne parlions pas la même langue, j'ai commencé à aimer notre interaction non verbale dans ce contexte par ailleurs désagréable. Un homme de la localité surveillait le garçon qui s'approchait constamment de moi, puis s'éloignait en courant. L'homme a observé la situation pendant quelques minutes, puis il a saisi le garçon et lui a donné une fessée parce qu'il estimait, je suppose, que le garçon avait osé m'embêter.

Pendant un moment, j'ai été déchiré par un terrible conflit entre mes valeurs canadiennes et la constatation selon laquelle nous devons respecter les convictions des gens de la région où nous sommes en déploiement. J'étais rempli de rage, tout en me sentant extrêmement coupable d'avoir indirectement causé la douleur de ce garçon, car c'était avec moi qu'il avait eu un rapport. Je me suis répété plusieurs fois que les coutumes du pays où j'étais en visite contrastaient grandement avec celles du Canada et que je devais accepter cette réalité.

J'ai essayé de nombreuses fois de trouver une explication logique à ce qui s'était passé ce jour-là; certaines actions sont tout simplement incompréhensibles. Cette expérience et bien d'autres semblables à elle m'ont appris la tolérance et la patience. Par les douleurs qu'il a éprouvées ce jour-là, ce jeune garçon m'a enseigné à respecter les autres cultures, quelles que soient mes valeurs personnelles. Un aspect importe par-dessus tout et rend hommage à la ténacité personnelle de ce garçon : il me rappelle constamment de faire preuve de bonté et de respect à l'égard de toutes les autres personnes.

Je m'étonne de la façon dont un endroit étranger et peu familier peut raviver avec autant de certitude les caractéristiques qui nous ont autrefois été chères et que nous aspirons à retrouver dans notre vie de tous les jours. Chacun des endroits où j'ai servi et les personnes que j'ai eu la chance de

connaître m'ont enseigné d'importantes qualités humaines que je suis heureux d'avoir découvertes. En ayant fait la connaissance de ces personnes, je suis devenu une meilleure personne. Elles m'ont incité à envisager la vie sous un jour légèrement différent et à être reconnaissant de ce dont je bénéficie. Nous devons veiller à ne pas réprimer la compassion innée qui définit l'humanité. Croyez-moi : une simple boîte de jus peut procurer un immense réconfort.

L'adjudant Ian Daniels est un mécanicien de bord agissant comme instructeur et est l'adjudant de l'Escadrille d'instruction opérationnelle du 403e Escadron d'entraînement opérationnel d'hélicoptères, à Gagetown (Nouveau-Brunswick). Ayant accompli plusieurs périodes de service au sein du Commandement – Forces d'opérations spéciales du Canada, à titre de technicien en systèmes aéronautiques et de mécanicien de bord, l'adjudant Daniels a vécu certaines expériences pareilles à nulle autre, y compris un vol à bord d'un Mi-17 russe en Afghanistan, à l'appui de la Force opérationnelle spéciale 58.

NOTES

1. Tony Barber, « The Bosnia Crisis: Serbs, Croats, and Muslims: Who Hates Who and Why: Tony Barber in Zagreb Traces the Ancient Roots of a Culture Clash that has Shattered What was Yugoslavia into Warring Pieces », *Independent News*, 8 août 1992, www.independent.co.uk/news/world/the-bosnia-crisis-serbs-croats-and-muslims-who-hates-who-and-why-tony-barber-in-zagreb-traces-the-1539305.html.

2. « Discover Our People & Culture », Newfoundland and Labrador Tourism, 2019, www.newfoundlandlabrador.com/about-this-place/people-and-culture.

3. Canada, Défense nationale, « L'héritage des Forces armées canadiennes en Afghanistan », Gouvernement du Canada, 15 novembre 2017, https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/operations/operations-militaires/achevees-recemment/heritage-des-forces-armees-canadiennes-afghanistan.html.

Un CH-147 Chinook effectue un vol au-dessus de la province de Kandahar.