

Canadian
Forces
College

Collège
des
Forces
Canadiennes



ÉQUIPAGE RÉDUIT OU ÉQUIPAGE OPTIMISÉ : UN CONCEPT VIABLE POUR LA MARINE ROYALE CANADIENNE?

LCdr M.J.G. Gowigati

JCSP 41

Exercise Solo Flight

Disclaimer

Opinions expressed remain those of the author and do not represent Department of National Defence or Canadian Forces policy. This paper may not be used without written permission.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, as represented by the Minister of National Defence, 2015.

PCEMI 41

Exercice Solo Flight

Avertissement

Les opinions exprimées n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent aucunement des politiques du Ministère de la Défense nationale ou des Forces canadiennes. Ce papier ne peut être reproduit sans autorisation écrite.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2015.

EXERCISE *SOLO FLIGHT* – EXERCICE *SOLO FLIGHT*

**ÉQUIPAGE RÉDUIT OU ÉQUIPAGE OPTIMISÉ : UN CONCEPT
VIABLE POUR LA MARINE ROYALE CANADIENNE?**

LCdr M.J.G. Gowigati

“This paper was written by a student attending the Canadian Forces College in fulfilment of one of the requirements of the Course of Studies. The paper is a scholastic document, and thus contains facts and opinions, which the author alone considered appropriate and correct for the subject. It does not necessarily reflect the policy or the opinion of any agency, including the Government of Canada and the Canadian Department of National Defence. This paper may not be released, quoted or copied, except with the express permission of the Canadian Department of National Defence.”

Word Count: 6135

“La présente étude a été rédigée par un stagiaire du Collège des Forces canadiennes pour satisfaire à l'une des exigences du cours. L'étude est un document qui se rapporte au cours et contient donc des faits et des opinions que seul l'auteur considère appropriés et convenables au sujet. Elle ne reflète pas nécessairement la politique ou l'opinion d'un organisme quelconque, y compris le gouvernement du Canada et le ministère de la Défense nationale du Canada. Il est défendu de diffuser, de citer ou de reproduire cette étude sans la permission expresse du ministère de la Défense nationale.”

Compte de mots : 6135

INTRODUCTION

Traditionnellement, la capacité des grandes marines du monde était directement proportionnelle au nombre de leurs marins et à leur professionnalisme. Le type de bâtiments variait peu d'un pays à l'autre et on peut aussi argumenter que leur nombre total n'était pas le facteur déterminant. On peut citer comme exemple la fameuse bataille de Trafalgar au cours de laquelle l'Amiral Nelson, avec une flotte de 27 navires, vainquit la flotte franco-espagnole composée de 33 navires¹. Le bâtiment-amiral de Nelson, le HMS Victory comptait à son bord plus de 800 marins. À titre de comparaison, les frégates Halifax de la Marine Royale Canadienne (MRC) ont un équipage d'environ 200 marins. Les avancées technologiques de l'ère industrielle ont changé de façon drastique les tactiques navales et, à partir de la Première Guerre mondiale, la capacité à combattre d'une marine dépendait principalement du nombre et du type de plateformes qu'elle possédait.

À mesure que les systèmes de combat sont devenus plus sophistiqués, le nombre de marins armant² les navires de guerre a diminué. Une étude de l'équipage en fonction du tonnage, depuis les années 1970, révèle une diminution constante avec une tendance accrue au cours de la dernière décennie³. Dans un contexte de réductions fiscales, les forces armées cherchent à réduire leurs coûts d'opération. Ceci affecte particulièrement les marines, car leur capacité repose principalement sur des plateformes et des systèmes

¹ Histoire pour tous, « La bataille de Trafalgar (1805) », modifié le 04 avril 2011, <http://www.histoire-pour-tous.fr/batailles/727-la-bataille-de-trafalgar-1805.html>.

² Dans le contexte de ce travail, le terme armer un navire signifie de s'assurer qu'il ait l'équipage requis afin de naviguer et de remplir toutes ses fonctions. En Anglais : *to man a ship*.

³ Robert Denis D'Eon, « Optimal Manning for Frigates and Destroyers » (mémoire de maîtrise, University College London, septembre 2008), p. 21.

de combat dispendieux. Il s'avère que les coûts reliés au personnel comptent pour 30% des coûts d'opération d'un navire de guerre, ce qui représente la partie la plus importante du budget total⁴. Ceci a poussé de nombreuses marines à réduire l'équipage de leurs bâtiments de combat. En plus de chercher des mesures pour diminuer l'équipage des navires actuels, bon nombre de marines incluent maintenant ce concept comme exigence de base lors de la conception de nouveaux navires. Les exemples les plus populaires sont le *Littoral Combat Ship* (LCS) de la Marine américaine et la frégate multi-missions (FREMM) de la Marine française qui comptent un équipage d'environ 50 et 94, respectivement.

Ce concept est nouveau pour la MRC, alors qu'elle s'apprête à renouveler sa flotte. Les navires de soutien interarmées (NSI) et les navires de patrouille extracôtiers de l'Arctique (NPEA) auront des équipages réduits, si on compare avec les classes précédentes de navires canadiens. Cependant, la MRC a adopté une approche différente des autres marines alliées. Le but de ce travail est d'étudier le concept de réduction d'équipage, aussi appelé optimisation, et ses effets sur la MRC, si elle venait à adopter une telle approche pour la prochaine génération de navires de combat.

Il sera démontré que le concept d'équipage réduit adopté par d'autres marines, bien qu'il ait donné des résultats encourageants à certains égards, n'est pas directement applicable à la MRC parce que de nombreux facteurs associés à sa mise en œuvre sont uniques à chaque marine. Parmi ces facteurs, les plus importants sont la gestion du personnel, la philosophie de support et d'entretien ainsi que la culture organisationnelle.

⁴ John A. Hiltz, *Damage Control and Optimized Manning : The DRDC Atlantic Perspective*, Defence R&D Canada Atlantic, SL 2005-149, juin 2005, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a599514.pdf>.

Ce travail est divisé en quatre parties. Dans un premier temps, il est nécessaire de définir ce qu'on entend par équipage réduit ou équipage optimisé et de revoir certains principes de base qui déterminent la composition d'un équipage. Dans un second temps, les expériences des marines américaine et française seront passées en revue afin d'identifier les leçons applicables à la MRC. Ensuite, les initiatives canadiennes d'optimisation d'équipage seront examinées à titre comparatif. Enfin, les conséquences d'un équipage réduit ou optimisé au niveau des principaux facteurs institutionnels que sont la gestion du personnel, le support et l'entretien ainsi que la culture organisationnelle seront discutées.

ÉQUIPAGE RÉDUIT OU ÉQUIPAGE OPTIMISÉ?

Les termes équipage réduit et équipage optimisé sont souvent utilisés de façon interchangeable. Bien que la tendance générale soit une réduction des équipages des navires, le terme équipage optimisé est plus approprié car il ne suppose pas une solution. Cette section se penchera sur les définitions et concepts les plus fréquemment utilisés afin de déterminer leur pertinence dans le cadre de ce travail, c'est-à-dire l'étude des conséquences de la réduction d'équipage sur l'institution.

La plupart des définitions d'équipage optimisé relèvent du domaine de l'intégration des systèmes humains et sont basées sur une analyse de tâches. La Marine américaine utilise l'étude des facteurs humains pour déterminer un modèle d'équipage optimisé permettant de réduire le nombre de marins armant un navire tout en augmentant

la sécurité, la productivité de l'équipage et la performance des systèmes de bord⁵. Le terme équipage optimisé peut donc être défini comme « le nombre minimum de personnel permettant à maximiser l'efficacité, l'état de préparation et la fiabilité du navire et de ses systèmes ainsi que d'optimiser la performance, la charge de travail et la sécurité de l'équipage [traduction] »⁶.

Cette définition a été adoptée par la communauté canadienne de recherche pour la défense avec l'ajout de la notion d'économie⁷. Dans ce contexte, le nombre optimal de marins à bord d'un navire est un compromis entre le coût total et la capacité. Il s'agit donc d'identifier les tâches qui demandent un grand nombre de personnes et d'identifier des avancées techniques permettant de réduire le nombre de personnes requises sans compromettre les résultats. Les efforts pour optimiser l'équipage se concentrent sur des tâches telles la lutte contre les avaries⁸ ou le ravitaillement à la mer. Cette approche, axée sur la technologie, pourrait être utilisée lors de la conception de nouveaux navires.

Une autre définition d'équipage optimisé part du principe que « le nombre de marins à bord d'un navire dépend de fonctions humaines ou tâches auxquelles sont associées une certaine quantité de travail et un certain temps pour les accomplir

⁵ Alexander Landsburg, et coll., « The Art of Successfully Applying Human Systems Integration », *Naval Engineers Journal*, vol. 120 (mars 2008), p. 80, <http://eds.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=3bcf582d-0b2a-4b7f-ab76-732c13b6c489%40sessionmgr4002&hid=4203&bdata=JnNpdGU9ZW9vc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=eoah&AN=14351514>.

⁶ Landsburg, et coll., « The Art of Successfully Applying Human Systems Integration », p. 92.

⁷ Hiltz, *Damage Control and Optimized Manning*, p.1-4.

⁸ La lutte contre les avaries est une tâche essentielle à la survie d'un navire de guerre suite à des dommages causés par les armes ennemies, une collision ou un échouage. La lutte contre les avaries implique normalement plusieurs équipes afin de combattre les incendies, maintenir l'étanchéité du navire ou rétablir la puissance de combat. En Anglais : *Damage Control*.

[traduction] »⁹. La doctrine de l'OTAN concernant l'armement en équipage pour les navires de surface peut être utilisée de pair avec cette définition. Les trois facteurs les plus importants au niveau de la gestion des équipages sont les procédures, le matériel et le personnel¹⁰. Pour optimiser l'équipage, il faut donc balancer ces trois facteurs.

Les définitions et concepts décrits jusqu'à présent sont axés sur un certain compromis entre plusieurs facteurs entrant en compétition les uns avec les autres et mènent tous à une application semblable. La Marine américaine, par exemple, utilise un processus en quatre étapes, tel qu'illustré à la figure 1, pour déterminer un équipage optimum¹¹. La première étape consiste à analyser la charge de travail en mer. Dans un second temps, les données recueillies sont injectées dans un modèle numérique appelé *Manpower Requirements System* afin de générer les besoins en équipage. La troisième étape vise à déterminer quels besoins peuvent être accommodés selon le budget disponible et ainsi établir une liste de positions approuvées pour chaque navire. Enfin, le personnel ainsi disponible est distribué selon les positions assignées à chaque navire.

⁹ D'Eon, « Optimal Manning for Frigates and Destroyers », p. 12.

¹⁰ OTAN, Allied Naval Engineering Publication 21 (ANEP-21), *Procedures for Ship Manning for NATO Surface Ships* (Bruxelles, 03 septembre 1991).

¹¹ États-Unis, Government Accountability Office, *Military Readiness: Navy Needs to Reassess Its Metrics and Assumptions for Ship Crewing Requirements and Training* (Washington, D.C, juin 2010), p. 3-6, <http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA522623>.

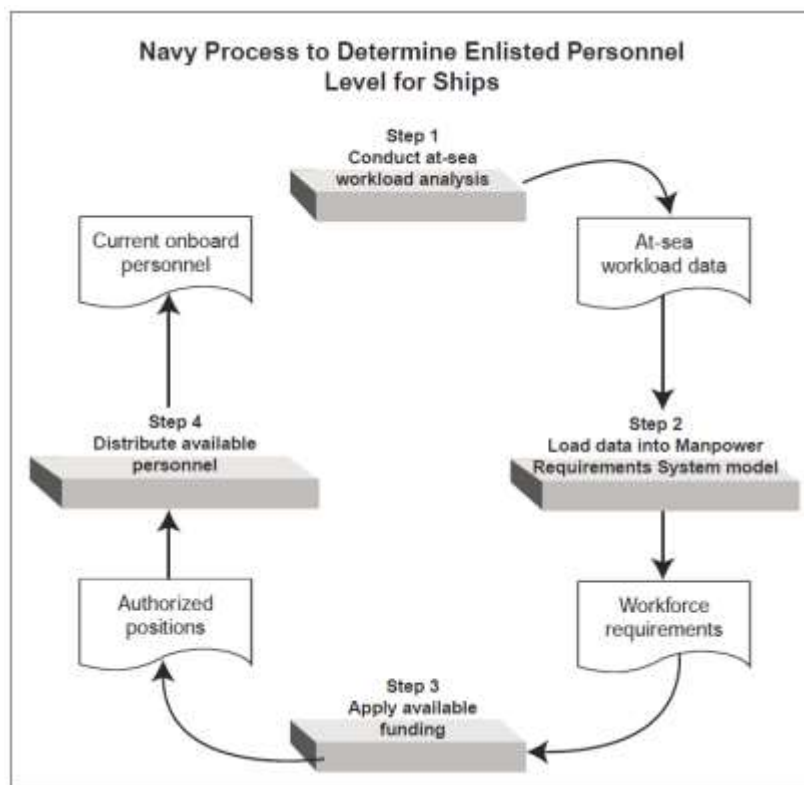


Figure 1 – Processus de la Marine américaine pour déterminer un équipage optimum

Source : Government Accountability Office, *Military Readiness*, p.4.

Bien que la MRC n'ait pas adopté un processus formel pour déterminer les besoins en armement de ses navires, le modèle récemment utilisé par le centre de recherche pour la défense de Toronto (RDDC Toronto) est similaire à celui de la Marine américaine et est basé sur une analyse fonctionnelle. Les scientifiques de la défense à RDDC Toronto utilisent un modèle numérique appelé *Simulation for Crew Optimization and Risk Evaluation* (SCORE) afin d'informer les décisions de la RCN en matière d'armement en équipage¹². Ce modèle analyse le nombre de personnes requises, par

¹² Renee Chow, « Decision support for RCN crewing: Simulation for Crew Optimization and Risk Evaluation (SCORE) » (présentation, Centre for Foreign Policy Studies, Dalhousie University, 14

fonction et métier, pour accomplir une liste de tâches selon différents scénarios et propose une liste d'équipage optimisée. Ce modèle a été utilisé lors de la revue du plan d'armement¹³ des frégates Halifax, qui sera discutée en détails plus tard au cours de ce travail.

Outre l'utilisation de nouvelles technologies pour réduire la charge de travail, d'autres méthodes basées sur les principes de gestion du personnel peuvent être utilisées afin d'optimiser l'équipage d'un bâtiment de combat. Robert D'Eon divise ces méthodes en trois catégories¹⁴. En premier lieu, on pourrait changer le système de quart à bord des navires. Pour ses navires de combat, la MRC adopte généralement un système par bordées (aussi appelé *I-in-2 watch system*) où l'équipage est divisé en deux équipes de veille et maintient sa pleine capacité de combattre en tout temps. D'autres marines ont adopté des systèmes de veille différents qui peuvent accommoder un équipage réduit. En second lieu, on pourrait adopter un système de rotation des équipages, c'est-à-dire plusieurs équipages affectés à un seul navire au lieu du mode conventionnel d'un équipage pour un navire. Plusieurs marines ont adopté ce principe. Enfin, certaines marines ont adopté le concept d'équipes modulaires qui vise à armer le navire avec juste le nombre minimum de marins requis pour naviguer de façon sécuritaire et de faire appel à des équipes de spécialistes pour les missions de combat ou autres missions opérationnelles. Mis à part le changement occasionnel d'équipage au cours de missions

novembre 2014),
http://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/cfps/nsps/November%20presentations/Panel%202_Chow_RCN.pdf.

¹³ Un plan d'armement est un document qui fixe quantitativement et qualitativement les grades, les spécialités et le nombre de personnels de chaque catégorie à bord d'un navire de guerre. Connue sous le nom de *Watch and Station Bill* en Anglais.

¹⁴ D'Eon, « Optimal Manning for Frigates and Destroyers », p. 25-30.

de longue durée et l'utilisation d'équipes spécialisées dans le cas de la mise en œuvre des aéronefs embarqués, la MRC n'a pas exploré de façon définitive ces méthodes d'optimisation du personnel.

Tous les principes décrits dans cette section sont axés sur l'efficacité d'un équipage à remplir différentes fonctions et sur les moyens, soit au niveau technique ou au niveau de la gestion du personnel, qui permettent de maximiser l'efficacité tout en réduisant les coûts d'opération. L'application d'un ou plusieurs de ces principes représente un changement institutionnel pour la MRC. Il a été démontré à maintes reprises que « les institutions n'acceptent de changer que si elles n'ont pas le choix »¹⁵. Afin de mieux comprendre les effets sur l'institution, certains facteurs allant au-delà des résultats axés sur la performance et l'efficacité doivent être pris en compte. Lors de l'analyse des études de cas dans les sections qui suivent, les conséquences du concept d'équipage optimisé sur l'institution seront examinées selon trois aspects : la dotation du personnel de la Marine, le support et l'entretien de la Flotte et la culture organisationnelle.

LEÇONS APPRISES DES AUTRES MARINES

Tel que déjà mentionné, bon nombre de marines alliées expérimentent avec le concept d'équipage optimisé depuis plusieurs années. La Marine américaine a mis à

¹⁵ Devin Conley et Éric Ouellet, « La transformation des Forces canadiennes : la quête de l'insaisissable efficacité », *Journal de l'armée du Canada* 14, no. 1 (printemps 2012), p. 91, <http://bishop.cfcacad.net/CFCL/Readings/DS554/conley-fra.pdf>.

l'essai ce concept sur ses destroyers au début des années 2000 et applique maintenant les leçons apprises sur le *Littoral Combat Ship* (LCS) et les destroyers de classe Zumwalt (DDG 1000). La marine française a utilisé des concepts semblables pour les frégates Horizon et les frégates multi-missions. Cette section passera en revue l'expérience d'équipage optimisé de la Marine américaine, les leçons apprises par le déploiement opérationnel du premier navire de type LCS et l'expérience française par rapport aux équipages réduits.

Expérience d'équipage optimisé des destroyers de la Marine américaine

Au début des années 2000, le ministère de la défense des États-Unis était sous d'importantes pressions fiscales alors qu'il devait défrayer les coûts de deux conflits, soit en Afghanistan et en Iraq, tout en recapitalisant la force actuelle et planifiant la force du futur. C'est ce qui a poussé la Marine américaine, en 2003, à conduire une étude visant à réduire l'équipage des destroyers de la classe Arleigh Burke (DDG 51). Une des raisons principales de cette étude était de libérer du personnel pour la recapitalisation de la flotte en réduisant les équipages des navires existants¹⁶. Afin de réduire l'équipage de façon considérable, il fallait amener des changements au niveau des politiques, des procédures et des traditions. L'étude visait trois objectifs principaux : éliminer certaines fonctions performées en mer en les exécutant à terre, accepter un niveau de risque accru en modifiant le système de quart et en réduisant certains services, et investir dans les

¹⁶ James B. Hinkle et Terry L. Glover, *Reduced Manning in DDG 51 Class Warships : Challenges, Opportunities and the Way Ahead for Reduced Manning on all United States Navy ships* (Arlington, Va : Anteon Corp., 18 mars 2004), p. 4, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a422116.pdf>.

technologies émergentes afin de réduire le personnel requis pour certaines tâches¹⁷. On détermina que 69 positions pouvaient être éliminées. Des 69 postes éliminés, 39 marins seraient employés à terre afin de supporter le navire en termes d'entretien, de soutien logistique, d'équipes de spécialistes et de personnel de réserve. Ceci représentait donc une réduction totale de 35 postes, une économie annuelle de \$60 millions pour 40 navires¹⁸.

L'étude avait aussi identifié d'importants changements culturels nécessaires à l'atteinte de ces objectifs¹⁹. Il fallait renoncer à l'importance traditionnelle accordée à l'autosuffisance, car un navire à équipage réduit dépendrait des unités de soutien à terre pour un bon nombre de fonctions normalement exécutées à bord. Il fallait aussi changer les attentes au niveau de l'hygiène de base, de l'entretien préventif, de la structure pyramidale de grades, du support administratif, de la politique de veille à la mer et de la lutte contre les avaries. Enfin, l'autorité du commandant sur tous les aspects de la vie à bord serait remise en question à mesure que des fonctions migrent à terre, entraînant ainsi des conséquences importantes sur le niveau de responsabilité et la tolérance au risque.

En 2010, l'office de reddition des comptes du gouvernement des États-Unis²⁰ produisit un rapport visant à évaluer l'efficacité du programme d'équipage optimisé mis en place par la Marine américaine. Le rapport note effectivement une diminution moyenne de l'équipage des destroyers de 17% entre 2001 et 2009²¹. Cependant, on note

¹⁷ Hinkle et Glover, *Reduced Manning in DDG 51 Class Warships*, p. 5.

¹⁸ *Ibid.*, p. 30.

¹⁹ *Ibid.*, p. 16-17.

²⁰ United States Government Accountability Office (GAO).

²¹ Government Accountability Office, *Military Readiness*, p. 8.

plusieurs problèmes au niveau de l'application du concept d'équipage optimisé. Les réductions en équipage ont été basées sur des analyses rigoureuses, mais aussi sur des suppositions non-fondées. Par exemple, on suppose que la charge de travail en mer est supérieure à celle à quai²². Il s'avère que le besoin d'équipes de protection en escale a considérablement augmenté depuis les événements du 11 septembre 2001 et excède les besoins normaux prévus au plan d'armement. On note aussi que l'assistance des établissements d'entretien a diminué, ce qui entraîne une charge de travail supplémentaire pour l'équipage lorsque le navire est à quai. La perception générale des marins à bord des destroyers de la Marine américaine est que les réductions en équipage ont diminué la capacité opérationnelle et la condition des navires²³. Malgré les données quantitatives supportant un certain succès du programme d'équipage optimisé, on peut donc questionner l'efficacité d'un tel changement au niveau culturel et institutionnel.

Leçons apprises du *Littoral Combat Ship* (LCS)

Le programme LCS, annoncé en novembre 2001, prévoyait l'acquisition de 52 navires construits selon deux modèles, le Freedom, construit par Lockheed-Martin et l'Independence, construit par General Dynamics. En 2014, le programme a été restructuré afin que les 20 derniers navires aient des capacités semblables à celles d'une frégate²⁴. Ces navires sont armés selon le modèle d'équipes modulaires décrit plutôt. L'équipage de base assure les fonctions essentielles de navigation et de sécurité et est augmenté par

²² Government Accountability Office, *Military Readiness*, p. 9-10.

²³ *Ibid.*, p. 12.

²⁴ Ronald O'Rourke, *Navy Littoral Combat Ship (LCS)/Frigate Program : Background and Issues for Congress* (Washington, D.C. : Congressional Research Service, 24 mars 2015), p. 1-4, <https://fas.org/sgp/crs/weapons/RL33741.pdf>.

des équipes de spécialistes selon la mission. Initialement prévu à 40, l'équipage de base est maintenant de 50. En ajoutant l'équipe d'opération des aéronefs composé de 23 personnes et l'équipe des spécialistes de mission (environ 15 dans le cas de la guerre des mines), on arrive à un équipage total d'environ 88 marins. Ceci est très peu lorsque comparé à 200 marins à bord d'une frégate, un navire de plus gros tonnage mais avec une capacité opérationnelle semblable²⁵. Ces navires opèrent aussi selon le principe de rotation d'équipage, effectuant au moins un changement complet au cours d'un déploiement.

En mars 2013, la Marine américaine a déployé le premier de ces navires, le USS Freedom, dans le Pacifique pour une durée de 10 mois. Le navire a utilisé Singapore comme port d'attache. Ce déploiement était l'occasion pour la Marine de tester le concept d'opération du LCS. Une rotation totale de l'équipage était prévue au cours du déploiement. Durant ce déploiement, le navire a participé à des exercices internationaux, des opérations de sécurité maritime ainsi que de l'assistance humanitaire dans les Philippines suite au typhon Haiyan. Le déploiement du Freedom a servi à recueillir des données sur le concept de soutien, mais les concepts clés d'opérations de combat n'ont pu être mis à l'épreuve²⁶.

Dans son rapport adressé au Congrès en juillet 2014, l'office de reddition des comptes du gouvernement des États-Unis identifie trois risques majeurs suite au

²⁵ O'Rourke, *Navy Littoral Combat Ship (LCS)/Frigate Program*, p.6.

²⁶ États-Unis, Government Accountability Office, *Littoral Combat Ship: Deployment of USS Freedom Revealed Risks in Implementing Operational Concepts and Uncertain Costs* (Washington, D.C., juillet 2014), p. 7-15, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a604356.pdf>.

déploiement du USS Freedom²⁷. Le premier risque concerne le concept d'équipage optimisé, en particulier le niveau de fatigue dû à ce concept. Malgré le haut niveau d'automatisation des systèmes de bord, les membres d'équipage devaient accomplir un grand nombre de tâches au-delà de leur capacité, résultant en une moyenne de six heures de sommeil par jour. L'équipage de base avait aussi besoin des services des équipes de spécialistes de mission afin de compléter les tâches de routine telles la navigation et l'entretien général. Le second risque concerne la formation. Les membres d'équipage n'avaient pas reçu une formation adéquate avant le déploiement et ont dû compléter leur formation en mer, contrairement au concept d'opération du LCS qui ne prévoit aucune formation lorsqu'embarqué. Ceci a contribué à exacerber le niveau de fatigue. Pour mettre les choses en contexte, il est important de comprendre que dans la plupart des marines, une grande partie de la formation des équipages, qu'elle soit individuelle ou collective, se fait normalement en mer. Tout changement à ce principe engendre donc des difficultés dans son application. Le troisième risque concerne le concept d'entretien. L'horaire d'entretien rigide a limité la portée²⁸ et l'autonomie²⁹ du Freedom étant donné que la majorité des activités d'entretien se fait par des contracteurs civils lorsque le navire est au quai. Durant le déploiement, le navire a passé 58% du temps à quai à Singapour pour effectuer de l'entretien préventif ou correctif³⁰.

Un autre fait troublant dans le rapport de l'office de reddition des comptes concerne l'évaluation des coûts d'opérations. Il semble à priori que le concept d'équipage

²⁷ Government Accountability Office, *Littoral Combat Ship*, p. 17-18.

²⁸ La portée d'un navire est la distance qu'il peut parcourir avant de se ravitailler.

²⁹ L'autonomie d'un navire est le temps qu'il peut demeurer en mer avant de nécessiter un retour au quai.

³⁰ Government Accountability Office, *Littoral Combat Ship*, p. 12

optimisé du LCS ne conduise pas aux économies prévues. Le coût annuel d'opérations du LCS serait d'environ \$79 millions, supérieur à celui des frégates, des navires de dimensions supérieures avec plus de deux fois le personnel embarqué, qui est de \$54 millions³¹. Il est cependant trop tôt pour arriver à des conclusions définitives, étant donné le faible nombre de données quantitatives recueillies jusqu'à présent à propos du LCS.

La Marine américaine a apporté des changements au concept d'opération du LCS afin d'adresser les risques identifiés ci-haut. Par exemple, le second LCS, le USS Fort Worth a débuté un déploiement opérationnel dans le Pacifique en décembre 2014 selon le nouveau système 3-2-1. Ce système prévoit trois équipages pour deux navires, dont un en déploiement opérationnel pour une durée de 16 mois avec changement d'équipage aux quatre mois, afin de réduire la fatigue de l'équipage³². Les leçons apprises lors des déploiements des navires de type LCS confirment toutefois trois défis importants lors de la mise en œuvre d'un concept d'équipage optimisé, soit la fatigue de l'équipage, la formation du personnel et les difficultés liées à l'entretien.

Expérience de la Marine française

La Marine française a aussi adopté le principe d'équipage optimisé dans la conception des frégates anti-aériennes de type Horizon et des frégates multi-missions (FREMM). La frégate de type Horizon, mise en service à partir de 2005, a un équipage de 181. À titre comparatif, ses prédécesseurs, les frégates Suffren et Jean Bart étaient

³¹ Government Accountability Office, *Littoral Combat Ship*, p. 25.

³² Kelvin Wong, « USS Fort Worth arrives in Singapore on 16-month Asia-Pacific deployment », *IHS Jane's Defence Weekly*, 29 décembre 2014, <http://www.janes.com/article/47320/uss-fort-worth-arrives-in-singapore-on-16-month-asia-pacific-deployment>.

armées par 350 et 250 marins, respectivement³³. Les frégates multi-missions, mises en service à partir de 2012, ont un équipage réduit de 94 marins et 14 aviateurs. Tout comme pour la Marine américaine, la réduction d'équipage pour les nouvelles constructions fut imposée afin de réaliser des économies au niveau des coûts d'opération. La composition de l'équipage de ces nouvelles frégates a fait l'objet d'études extensives menées par la Direction générale de l'armement (DGA) en collaboration avec DCNS, son partenaire industriel. Bien que les détails de ces études ne soient pas disponibles, il est supposé qu'elles aient été basées sur des principes semblables à ceux décrits au début de cet ouvrage.

La Marine française a misé sur trois éléments principaux afin de réduire l'équipage des nouvelles frégates multi-missions: une automatisation très poussée de tous les systèmes de bord, une augmentation de la qualité de vie des marins ainsi que la mise sur pied d'un établissement de soutien à terre communément appelé *Reachback*. À titre d'exemple d'automatisation, seulement 4 personnes sont requises pour la mise en œuvre du sonar remorqué, alors qu'à bord des anciennes frégates de lutte anti sous-marine, 10 à 12 marins étaient requis³⁴. Le *Reachback* est une unité de soutien composée de 50 marins. Ses fonctions incluent le gardiennage et l'entretien du navire lorsque ce dernier est au port d'attache, le soutien logistique et administratif ainsi que le renfort en

³³Mer et Marine, « La frégate Chevalier Paul, bête de guerre de la Marine nationale », mis à jour le 30 octobre 2012,

<http://www.meretmarine.com/fr/content/la-fregate-chevalier-paul-bete-de-guerre-de-la-marine-nationale>.

³⁴Marine nationale, « FREMM, l'exemple le plus abouti », mis à jour le 15 novembre 2012, <http://www.defense.gouv.fr/marine/magazine/1-optimisation-de-nos-equipages/fremm-l-exemple-le-plus-abouti>.

personnel pour certaines fonctions spécialisées³⁵. Chaque navire a son propre *Reachback*; on peut donc conclure que l'équipage total, embarqué ou à terre, d'une frégate multi-missions est de 158. Ceci représente une amélioration par rapport aux navires précédents, mais non « une réduction de plus de la moitié des effectifs »³⁶ tel qu'avancé par la Marine française.

Les conséquences les plus apparentes du concept français d'équipage optimisé se font sentir au niveau de la formation des membres d'équipage ainsi que leur niveau d'instruction et de séniorité. Aucune formation n'est possible à bord et les marins doivent maîtriser leur métier avant de rejoindre la FREMM. Pour la Marine française, qui compte un grand nombre de bâtiments, incluant des bâtiments dédiés à l'entraînement, ceci ne cause pas de difficulté majeure, car les marins ont de nombreuses occasions de parfaire leur formation en mer avant d'être affecté à bord d'une frégate multi-missions. La situation serait très différente pour la MRC qui compte un nombre limité de navires. À ceci, il faut ajouter que le très haut niveau d'automatisation et de sophistication des systèmes de la FREMM requiert des marins hautement compétents et qualifiés. Ceci représente un changement majeur pour la plupart des marines, car la structure pyramidale basée sur les grades ne s'applique plus. « L'équipage d'une FREMM est au deux tiers

³⁵ Marine nationale, « Le Reach Quoi ? », mis à jour le 15 novembre 2012, <http://www.defense.gouv.fr/marine/magazine/1-optimisation-de-nos-equipages/le-reach-quoi>.

³⁶ Mer et Marine, « Aquitaine : Une petite révolution pour l'équipage », mis à jour le 28 novembre 2012, <http://www.meretmarine.com/fr/content/aquitaine-une-petite-revolution-pour-lequipage>.

composé d'officiers mariniers (sous-officiers). On a donc un équipage moins nombreux, mais plus qualifié donc mieux payé »³⁷.

Le but de cette section était d'étudier les concepts d'équipage optimisé des marines américaine et française afin d'identifier les leçons principales qui pourraient s'appliquer à la MRC. Dans les deux cas, le résultat final est une réduction des effectifs; cependant cette réduction était imposée afin de réduire les coûts. Bien que les avancées technologiques et les changements des façons de faire permettent une réduction du nombre de marins à bord d'un bâtiment de guerre, les exemples précédents illustrent d'importants défis au niveau de la formation, de la gestion du personnel et de l'entretien. La prochaine section se penchera sur les initiatives récentes de la MRC dans le domaine d'armement en équipage.

INITIATIVES CANADIENNES D'ÉQUIPAGE OPTIMISÉ

La MRC a entrepris un nombre d'études afin de déterminer l'équipage des prochains navires et aussi afin de revoir la composition de l'équipage des frégates Halifax suivant leur modernisation. La différence majeure avec les initiatives d'équipage optimisé vues jusqu'à présent est que la MRC n'ait pas dicté de cible de réduction d'équipage comme prémisses à ces études. Cette section se penchera sur les études

³⁷ Merchet, Jean-Dominique, « Les nouvelles frégates permettront de réduire... la masse salariale », Secret Défense (blogue), 24 juillet 2014, <http://www.lopinion.fr/blog/secret-defense/nouvelles-fregates-permettront-reduire-masse-salariale-14745>.

d'optimisation d'équipage menées pour les navires de soutien interarmées (NSI), les navires de patrouille extracôtiers de l'Arctique (NPEA) et les frégates Halifax.

Les navires de soutien interarmées, aussi appelé navires de classe Queenston, entreront en service d'ici la fin de la décennie. En 2010, la Marine a entrepris des études afin de déterminer l'équipage minimum requis pour armer ces nouveaux navires. Les navires de classe Protecteur avaient un équipage de 250, ce qui était largement supérieur à l'équipage des modèles de navires à l'étude pour les remplacer. Par exemple, le ravitailleur allemand de classe Berlin, le modèle finalement choisi, a un équipage d'environ 150 et une capacité totale d'embarquer 239 personnes.

La Marine cherchait donc à réduire l'équipage, mais avait aussi posé d'importantes limites. Dans un premier temps, la structure des métiers de la Marine et les politiques de gestion du personnel de la MRC ne devaient pas changer. Ensuite, l'armement des futurs navires de soutien devait être conforme aux Ordres permanents des navires du Commandement maritime. Enfin, ces nouveaux navires devaient maintenir le même concept d'opération que les ravitailleurs de classe Protecteur³⁸. Ces limites ont posé d'importantes contraintes aux études visant à optimiser l'équipage d'un navire de soutien. Ces études, menées par consultation avec des experts provenant de la Marine, n'ont donc cherché qu'à modifier les concepts actuels d'armement en équipage afin qu'ils soient compatibles aux limites imposées par le nouveau modèle de navire, soit la classe Berlin. Divers scénarios ont été étudiés et l'équipage recommandé par ces études est

³⁸ Bohdan L. Kaluzny, *Minimal Crew Manning for the Joint Support Ship: Interim Report on Subject Matter Expert Feedback*, Defence R&D Canada, Centre for Operational Research and Analysis, 20 juillet 2010, p.15.

d'environ 200. La MRC est actuellement à valider ces résultats à l'aide du modèle SCORE, décrit plutôt.

Les navires de patrouille extracôtiers de l'Arctique ou navires de la classe Harry DeWolf seront aussi mis en service d'ici la fin de la décennie. Vu que ces navires seront appelés à remplir un rôle nouveau pour la Marine, les prémices de départ des études précédentes sont moins pertinentes. La Marine a l'opportunité d'explorer de nouveaux concepts d'opération pour ces navires et ainsi de pousser plus loin l'optimisation de l'équipage. En 2010, l'équipe de recherche opérationnelle de la Marine a mené une étude visant à déterminer le nombre d'équipages requis pour être en mesure de déployer 4 navires en tout temps, supposant que le nombre total de navires serait de 6. L'étude conclut que, pour la plupart des scénarios explorés, il fallait 8 équipages afin d'assurer une présence permanente et de permettre un temps de repos suffisant entre les déploiements³⁹. Ceci contraste avec le principe habituel d'un équipage pour un navire et se rapproche du concept 3-2-1, expliqué plutôt, adopté par la Marine américaine. Si la MRC en venait à utiliser un tel concept pour ses navires de classe Harry DeWolf, ceci aurait pour effet d'augmenter l'effectif total de la Marine, ce qui explique probablement pourquoi la MRC n'a pas adopté une telle approche.

Pour ce qui est de la composition de l'équipage de chaque navire de classe Harry DeWolf, une approximation avait été faite en comparant avec des navires canadiens dont le rôle est semblable, comme les navires de patrouille côtière de classe Kingston, pour en

³⁹ Yaw Asiedu, *Optimal Crew Rostering for the Arctic/Offshore Patrol Ships*, Defence R&D Canada, Centre for Operational Research and Analysis, DRDC CORA TM 2010-173, August 2010, p.21.

arriver à un équipage entre 35 et 45⁴⁰. La MRC a récemment utilisé le modèle SCORE afin de valider cet estimé initial⁴¹. 8 différentes permutations d'équipage et de systèmes de quart à la mer ont été testées. Ces nouvelles données révèlent que l'équipage pourrait être d'environ 65. Ceci illustre le besoin de planifier une marge d'erreur afin de prévoir un nombre de marins supérieur à celui initialement prévu à la conception du navire.

Le modèle SCORE, considéré ici comme le modèle d'équipage optimisé de la MRC, a aussi été utilisé afin de revoir et de valider l'équipage des frégates Halifax. Le but de cette étude n'était pas d'en arriver nécessairement à une réduction, tel que fut le cas de l'étude américaine menée au début des années 2000. Il s'agissait de voir si l'équipage des frégates de la MRC était toujours suffisant, vu que le rôle et les missions de ces navires ont beaucoup évolué depuis leur mise en service au début des années 1990. Il faut noter que SCORE n'est pas conçu pour produire une composition exacte de l'équipage, mais bien pour comparer différentes options et analyser si toutes les tâches requises peuvent être accomplies. L'étude a permis d'établir que pour l'équipage de la frégate Halifax de 200 marins, certaines tâches essentielles à la sécurité du navire ne peuvent être accomplies de façon permanente⁴². La MRC a donc entrepris les mesures nécessaires afin d'augmenter progressivement l'équipage de toutes les frégates à 217⁴³.

⁴⁰ Asiedu, *Optimal Crew Rostering for the Arctic/Offshore Patrol Ships*, p.1.

⁴¹ Renee Chow, *Scientific Letter : Lessons learned from a crewing options analysis in SCORE: The Arctic Offshore Patrol Ship (AOPS) case study*, DRDC Toronto : dossier DRDC-RDDC-2015-L100, 21 avril 2015.

⁴² Renee Chow et Mathew Lamb, *Scientific Letter : Crew Validation for the Canadian Patrol Frigate (CPF): A SCORE case study*, DRDC Toronto : dossier DRDC-RDDC-2014-L50, 18 février 2014, p. 7.

⁴³ Canada, Quartier général de la Défense nationale, *Halifax Class Frigate Establishment*, dossier 3371-1920-1 (D Nav Pers 5, RDIMS #316444), 29 janvier 2014.

Les cas illustrés dans cette section démontrent de toute évidence que le terme équipage optimisé a pris une connotation différente pour la MRC. Alors que d'autres marines s'efforcent d'optimiser l'équipage d'un bâtiment de guerre dans un but d'efficience, c'est-à-dire une performance maximale en utilisant le moins de ressources possibles, la priorité pour la MRC est de remplir toutes les tâches assignées de la façon la plus efficace possible. Bien que cette distinction semble académique, ceci a conduit à des résultats différents. La section suivante discutera plus particulièrement des concepts d'équipage optimisé visant une réduction et de leurs effets sur l'institution.

CONSÉQUENCES SUR L'INSTITUTION

Les objectifs du concept d'équipage optimisé sont généralement fonctionnels, soit pour réduire les coûts d'entretien tout en maintenant une capacité opérationnelle acceptable ou soit en maximisant la capacité opérationnelle avec les ressources disponibles. La capacité d'une marine à adopter de façon efficace les concepts d'équipage optimisé dépend de la capacité et de la volonté de l'institution à s'adapter au niveau de la gestion du personnel, de la philosophie de support et d'entretien ainsi que des normes et traditions.

Les Forces armées canadiennes utilisent une approche basée sur les tâches afin de déterminer les compétences et les qualifications requises pour chaque métier. Le résultat de cette approche est une structure pyramidale de métiers et de grades. Une autre approche, principalement utilisée par la fonction publique, est basée sur l'humain et met l'importance sur les compétences intellectuelles et interpersonnelles plutôt que la capacité

à effectuer un certain nombre de tâches. Cette seconde approche prend une importance croissante dans la sélection et le développement des membres des Forces armées canadiennes, mais l'approche basée sur les tâches demeure dominante⁴⁴. Les expériences d'équipage optimisé des marines américaines et françaises illustrent un besoin grandissant pour des marins plus polyvalents et aptes à remplir une multitude de tâches de complexité croissante. La structure actuelle des groupes professionnels militaires est mal adaptée à ces besoins. La MRC continuera à réévaluer cette structure et à apporter des changements, comme par exemple la fusion de plusieurs groupe professionnels, lorsque requis. Cependant cette approche continue d'être basée principalement sur les tâches à accomplir et demeure très réactive.

Il a aussi été démontré au cours de cet ouvrage qu'une réduction de personnel embarqué ne signifie pas nécessairement une réduction du nombre de personnels requis pour opérer un navire. Si on venait à réduire le nombre de marins au plan d'armement des navires de combat, un bon nombre de ces positions devraient être réaffectées à des positions de support à terre. Vu la façon centralisée de distribuer les positions entre la Marine, l'Armée et l'Aviation, les positions ainsi libérées pourraient potentiellement être distribuées en tenant compte des besoins de l'institution plutôt que ceux des navires affectés. Il est donc important pour la MRC de ne pas créer « des attentes d'économie en ressources humaines menant à une réduction prématurée de la structure de la Marine qui

⁴⁴ Alan Okros, « Becoming an Employer of Choice : Human Resource Management Challenges within DND and the CF », *The Public Management of Defence in Canada* (Toronto : Breakout Educational Network, 2009), p. 152-155.

affecterait sa capacité à employer ses navires [traduction] »⁴⁵. Ceci affecterait aussi l'équilibre entre les postes embarqués et les postes à terre. Les marins affectés à des unités de soutien à terre, comme par exemple le *Reachback* de la Marine française, passeraient une grande partie de leur temps en mer afin de supporter un navire à équipage réduit. À long terme, ceci aurait des conséquences sur le moral et la qualité de vie des marins.

Un second facteur unique à la MRC est au niveau du support et de l'entretien. L'élimination des fonctions liées à l'entretien et au support administratif à bord du navire signifie que ces fonctions sont remplies par les unités de soutien à terre. Il est tout à fait envisageable que la structure de soutien actuelle de la MRC, avec ses deux installations de maintenance de la flotte situées à Halifax et Esquimalt, puisse être modifiée afin de parvenir aux besoins de navires à équipage réduit. Cependant, il serait difficile, voire impossible, de soutenir ces navires lors de déploiements de longue durée. La Marine américaine fait appel à des contracteurs civils et des unités de soutien outremer déjà existantes. Les États-Unis possèdent de nombreuses bases de soutien à travers le monde et ceci n'affecte donc pas de façon considérable la capacité des navires à être déployés pour de longues durées. Ceci n'est pas le cas pour la MRC dont les navires sont typiquement déployés pour une durée allant jusqu'à 6 mois et peuvent demeurer en mer jusqu'à 2 mois avant de faire escale. En l'absence de bases militaires à l'étranger, les Forces armées canadiennes font appel à des centres de soutien opérationnel dans des

⁴⁵ Commander Ian Wood, « Crewing Strategies for the Royal Canadian Navy's Future Ships », *Canadian Naval Review*, vol. 10 n° 4 (2014), p. 5, <http://www.navalreview.ca/wp-content/uploads/public/vol10num1/vol10num1art1.pdf>.

emplacements outremer afin de pouvoir déployer et soutenir les forces de façon plus efficace. Le Canada possède actuellement deux de ces centres, un en Allemagne et un autre au Koweït⁴⁶. Vu leur nombre et les services d'entretien limités dont ils sont capables, ces centres de soutien opérationnels ne permettraient pas le déploiement prolongé d'un navire canadien avec un équipage réduit.

Enfin, les normes et traditions constituent un facteur important qui rendrait difficile l'application d'un concept d'équipage réduit pour la MRC. Dans le cas de la Marine américaine, ce facteur avait été pris en compte dès le début et de nombreux efforts furent entrepris afin d'effectuer un changement de culture organisationnelle en convainquant les hauts-placés de la Marine des bienfaits d'un équipage optimisé pour les navires de combat⁴⁷. Tel que mentionné auparavant, un changement de culture serait nécessaire à de nombreux niveaux, en particulier au niveau de l'importance donnée à l'autosuffisance d'un navire de combat, du niveau de risque et de l'autorité du commandant. Pour ce qui est de l'autosuffisance et du niveau de risque, il ne semble pas que le MRC soit prête à faire des compromis. Le plan exécutif de la MRC pour 2013-2017 liste toujours la capacité des navires à être capables de déploiements prolongés avec un minimum de soutien comme priorité⁴⁸. De plus, un des facteurs importants pris en compte lors des études d'équipage optimisé menée par la MRC a été l'accomplissement de toutes les tâches et missions avec un niveau de risque minimum et un taux de succès

⁴⁶ Défense nationale et les Forces armées canadiennes, « Centres de soutien opérationnels », accédé le 28 avril 2015, <http://www.forces.gc.ca/fr/operations-soutien/centres-so.page>.

⁴⁷ John Horn, Ann Cofield et Robert Steele, « Culture Change in the Navy :The DD-21 Destroyer Case », *Defense AT&L*, mai-juin 2007, p.31-34, http://www.dau.mil/pubscats/PubsCats/atl/2007_05_06/may_jun07_horn.pdf.

⁴⁸ Canada, Défense nationale, *Commander's Guidance and Direction to the Royal Canadian Navy :Executive Plan 2013-2017*, 2013, p. 5.

maximum, ce qui conduit naturellement au statu quo ou bien à l'augmentation du nombre de positions à bord.

Un autre facteur important affecté par les changements résultants du concept d'équipage optimisé est l'autorité confiée aux commandants des navires de la MRC. La capacité à commander peut être définie selon les trois dimensions que sont la compétence, l'autorité et la responsabilité⁴⁹. Le commandant d'un navire a traditionnellement l'autorité sur tous les aspects de la vie à bord, que ce soit pour l'entretien, la conduite des opérations, la discipline ou l'administration du personnel. Lorsque toutes ces tâches sont effectuées par les membres de son équipage, l'équilibre entre autorité et responsabilité est relativement claire et facile à maintenir pour un commandant. Ceci est différent si des tâches essentielles affectant le niveau de préparation opérationnelle du navire, comme par exemple l'entretien des systèmes de combat, sont effectuées par du personnel qui n'est pas sous l'autorité directe du commandant.

Cette section a revu certains facteurs institutionnels affectés par un concept d'équipage optimisé. La réduction de l'équipage d'un navire de guerre représente un changement important pour une marine car ce changement peut avoir des conséquences de deuxième et troisième ordre sur l'institution. Ceci explique la manière prudente dont la MRC a procédé dans ses études d'équipage optimisé, étant donnée l'absence de cibles concrètes de réduction.

⁴⁹ Ross Pigeau et Carol McCann, «Une nouvelle conceptualisation du commandement et du contrôle», *Revue militaire canadienne* 3, no. 1 (2002), p.53-63.

CONCLUSION

L'objectif de ce travail était de revoir les concepts d'équipage réduit, aussi appelé équipage optimisé, adoptés par d'autres marines et de déterminer si ces concepts étaient applicables à la MRC. Les marines américaines et françaises ont cherché à réduire les équipages de leurs navires afin de réduire leur coût total d'opération. Bien que l'objectif de ce travail ne soit pas de vérifier l'efficacité des programmes de réduction d'équipage en termes de réduction réelle des coûts, les données préliminaires publiées à propos du LCS ne sont pas encourageantes⁵⁰. L'expérience des marines américaine et française démontre qu'il est effectivement possible de réduire de façon considérable l'équipage d'un navire de guerre sans compromettre, à court terme, sa capacité opérationnelle. Cependant, certains défis devront être adressés à long terme tels le niveau de fatigue de l'équipage, la formation et l'entraînement et les concepts de soutien et de maintenance.

La MRC a aussi exploré le concept d'équipage optimisé, mais vu qu'une réduction d'équipage n'était pas mandatée, elle en est arrivée à des résultats et des conclusions différentes. En effet, le concept d'équipage réduit adopté par d'autres marines n'est pas directement applicable à la MRC parce que de nombreux facteurs associés à sa mise en œuvre sont uniques à chaque marine. Parmi ces facteurs, les plus importants sont la gestion du personnel, la philosophie de support et d'entretien ainsi que

⁵⁰ Government Accountability Office, *Littoral Combat Ship*, p. 25.

la culture organisationnelle. Ce dernier facteur est un des plus importants lorsqu'il s'agit d'amener une institution à changer⁵¹.

Les études d'équipage optimisé ont traditionnellement mis trop d'importance sur la réduction d'équipage et de nombreuses marines, dont la MRC, sont en train de revoir ce concept⁵². Alors qu'elle s'apprête à renouveler sa flotte de navires, la MRC a l'opportunité d'explorer différents concepts d'équipage optimisé afin d'être en mesure d'employer ses navires de la manière la plus efficace possible. Le Navire de combat canadien (NCC), qui remplacera les frégates et les destroyers de la MRC à partir du milieu de la prochaine décennie, sera la plateforme idéale pour mettre en pratique les innovations dans le domaine d'optimisation d'équipage tout en respectant les contraintes institutionnelles décrites dans cet ouvrage. Vu que ces navires sont encore au stage de la conception, ceci présente une opportunité unique qu'on se doit de ne pas manquer.

⁵¹ Conley et Ouellet, « La transformation des Forces canadiennes », p. 91.

⁵² Commander Ian Wood. « Human Capital and the National Shipbuilding Procurement Strategy », *Canadian Naval Review*, vol. 10 n° 3 (2015), p. 39, <http://www.navalreview.ca/wp-content/uploads/public/vol10num3/vol10num3art10.pdf>.

BIBLIOGRAPHIE

- Asiedu, Yaw. *Optimal Crew Rostering for the Arctic/Offshore Patrol Ships*, Defence R&D Canada, Centre for Operational Research and Analysis, DRDC CORA TM 2010-173, August 2010.
- Canada, Défense nationale, *Commander's Guidance and Direction to the Royal Canadian Navy :Executive Plan 2013-2017*.
- Canada. Quartier général de la Défense nationale, *Halifax Class Frigate Establishment*, dossier 3371-1920-1 (D Nav Pers 5, RDIMS #316444), 29 janvier 2014.
- Chow, Renee et Mathew Lamb. *Scientific Letter : Crew Validation for the Canadian Patrol Frigate (CPF): A SCORE case study*. DRDC Toronto : dossier DRDC-RDDC-2014-L50, 18 février 2014.
- Chow, Renee. « Decision support for RCN crewing: Simulation for Crew Optimization and Risk Evaluation (SCORE) ». Présentation, Centre for Foreign Policy Studies, Dalhousie University, 14 novembre 2014, http://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/cfps/nsps/November%20presentations/Panel%202_Chow_RCN.pdf.
- Chow, Renee. *Scientific Letter : Lessons learned from a crewing options analysis in SCORE: The Arctic Offshore Patrol Ship (AOPS) case study*. DRDC Toronto : dossier DRDC-RDDC-2015-L100, 21 avril 2015.
- Conley, Devin et ÉricOuellet. « La transformation des Forces canadiennes : la quête de l'insaisissable efficacité », extrait de *Journal de l'armée du Canada* 14, no. 1 (printemps 2012), p. 79-93, <http://bishop.cfcacad.net/CFCL/Readings/DS554/conley-fra.pdf>.
- Corrigan, C.S. « The US Navy Experiment in Optimal Manning – is the Canadian Navy ready aye ready? », mémoire de maîtrise, Collège des Forces canadiennes, 2003-2004.
- Défense nationale et les Forces armées canadiennes. « Centres de soutien opérationnels », accédé le 28 avril 2015, <http://www.forces.gc.ca/fr/operations-soutien/centres-so.page>.
- D'Eon, Robert Denis. « Optimal Manning for Frigates and Destroyers », mémoire de maîtrise, University College London, septembre 2008.
- États-Unis. Government Accountability Office, *Littoral Combat Ship: Deployment of USS Freedom Revealed Risks in Implementing Operational Concepts and Uncertain Costs*, Washington, D.C., juillet 2014, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a604356.pdf>.

- États-Unis. Government Accountability Office, *Military Readiness: Navy Needs to Reassess Its Metrics and Assumptions for Ship Crewing Requirements and Training*, Washington, D.C., juin 2010,
<http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA522623>.
- États-Unis. Government Accountability Office, *Military Readiness: Navy's Report to Congress on the Impact of Training and Crew Size on Surface Force Material Readiness*, Washington, D.C., 07 juillet 2011,
<http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA545388>.
- États-Unis. Government Accountability Office. *Navy Actions Needed to Optimize Ship Crew Size and Reduce Total Ownership Costs*, Washington D.C., juin 2003.
- Hagen Lisa, Sylvain Pronovost et Heather Colbert. *Review of Technologies for Workload or Crew Reduction on Royal Canadian Navy Ships*, Defence R&D Canada CORA, CR 2012-058, mars 2012,
http://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc121/p536766_A1b.pdf.
- Hiltz, John A., *Damage Control and Optimized Manning : The DRDC Atlantic Perspective*, Defence R&D Canada Atlantic, SL 2005-149, juin 2005,
<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a599514.pdf>.
- Hinkle, James B. et Terry L. Glover, *Reduced Manning in DDG 51 Class Warships: Challenges, Opportunities and the Way Ahead for Reduced Manning on all United States Navy ships*, Arlington, Va : Anteon Corp., 18 mars 2004,
<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a422116.pdf>.
- Histoire pour tous. « La bataille de Trafalgar (1805) », modifié le 04 avril 2011,
<http://www.histoire-pour-tous.fr/batailles/727-la-bataille-de-trafalgar-1805.html>.
- Horn, John, Ann Cofield et Robert Steele. « Culture Change in the Navy :The DD-21 Destroyer Case, extrait de *Defense AT&L*, mai-juin 2007, p.31-34,
http://www.dau.mil/pubscats/PubsCats/atl/2007_05_06/may_jun07_horn.pdf.
- Kaluzny, Bohdan L. *Minimal Crew Manning for the Joint Support Ship : Interim Report on Subject Matter Expert Feedback*, Defence R&D Canada (DRDC), Centre for Operational Research and Analysis (CORA), 20 juillet 2010.
- Landsburg, Alexander C., Larry Avery, Robert Beaton, J. Robert Bost, Carlos Comperatore, Rajiv Khandpur, Thomas B. Malone, Christopher Parker, Stephen Popkin, et Thomas B. Sheridan. « The Art of Successfully Applying Human Systems Integration », extrait de *Naval Engineers Journal*, mars 2008, vol. 120, p.77-107,
<http://eds.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=3bcf582d-0b2a-4b7f-ab76-732c13b6c489%40sessionmgr4002&hid=4203&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=eoah&AN=14351514>.

- Marine nationale. «FREMM, l'exemple le plus abouti », mis à jour le 15 novembre 2012, <http://www.defense.gouv.fr/marine/magazine/l-optimisation-de-nos-equipages/fremm-l-exemple-le-plus-abouti>.
- Marine nationale. « Le Reach Quoi ? », mis à jour le 15 novembre 2012, <http://www.defense.gouv.fr/marine/magazine/l-optimisation-de-nos-equipages/le-reach-quoi>.
- Mer et Marine. « La frégate Chevalier Paul, bête de guerre de la Marine nationale », mis à jour le 30 octobre 2012, <http://www.meretmarine.com/fr/content/la-fregate-chevalier-paul-bete-de-guerre-de-la-marine-nationale>.
- Mer et Marine. « Aquitaine : Une petite révolution pour l'équipage », mis à jour le 28 novembre 2012, <http://www.meretmarine.com/fr/content/aquitaine-une-petite-revolution-pour-lequipage>.
- Okros, Alan. « Becoming an Employer of Choice : Human Resource Management Challenges within DND and the CF », extrait de *The Public Management of Defence in Canada*, Toronto : Breakout Educational Network, 2009.
- O'Rourke, Ronald. *Navy Littoral Combat Ship (LCS)/Frigate Program : Background and Issues for Congress*, Washington, D.C. : Congressional Research Service, 24 mars 2015. <https://fas.org/sgp/crs/weapons/RL33741.pdf>.
- OTAN. Allied Naval Engineering Publication 21 (ANEP-21), *Procedures for Ship Manning for NATO Surface Ships*, Bruxelles, 03 septembre 1991.
- Pigeau, Ross, et Carol McCann. «Une nouvelle conceptualisation du commandement et du contrôle», extrait de *Revue militaire canadienne* 3, no. 1 (2002), p.53-63
- Shank, John F., Mark V. Arena, Kristy N. Karmack, Gordon T. Lee, John Birkler, Robert E. Murphy et Roger Lough. *Keeping Major Ship Acquisitions on Course : Key Considerations for Managing Australia's SEA 5000 Future Frigate Program*, Santa Monica, Calif. : RAND Corporation, 2014.
- Wong, Kelvin. « USS Fort Worth arrives in Singapore on 16-month Asia-Pacific deployment », extrait de *IHS Jane's Defence Weekly*, 29 décembre 2014, <http://www.janes.com/article/47320/uss-fort-worth-arrives-in-singapore-on-16-month-asia-pacific-deployment>.
- Wood, Ian. « Human Capital and the National Shipbuilding Procurement Strategy », extrait de *Canadian Naval Review*, vol. 10 n° 3 (2015), p. 39-40, <http://www.navalreview.ca/wp-content/uploads/public/vol10num3/vol10num3art10.pdf>.

Wood, Ian. « Crewing Strategies for the Royal Canadian Navy's Future Ships », extrait de *Canadian Naval Review*, vol. 10 n° 4 (2014), p. 4-8.
<http://www.navalreview.ca/wp-content/uploads/public/vol10num1/vol10num1art1.pdf>.