



Revue du Génie maritime

Le 40^e anniversaire de la
Tribune du Génie maritime au Canada



Été 2022

Chronique spéciale

Entretien de la flotte : Les installations
de maintenance de la flotte de la MRC
continuent de faire le travail!





La *Revue du Génie maritime* souligne le 80^e anniversaire du Service féminin de la Marine royale du Canada (Wrens) en repensant à un événement spécial de mentorat technique naval de 2015 mettant en vedette l'ancienne combattante, Wren **Elsa Lessard**.

Voir « Déjà vu! » à la page 20.

Pour en savoir plus sur l'histoire du Service féminin de la Marine royale du Canada :
<https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/feuille-derable/mrc/2022/04/wrcns-essentiel-bda.html>



**Directeur général
Gestion du programme
d'équipement maritime**

Contre-amiral Lou Carosielli, CD

Rédacteur en chef

Capv Andrew Monteiro, CD
Chef d'état-major du GPEM

MDR conseiller éditorial

PM 1 Martin Cashin
Chef d'unité de la DGGPEM

PM 1 Andrew Moulton
DSPN 3, DGGPEM

Gestionnaire du projet

Capc Samuel Poulin

**Directeur de la production
et renseignements**

Brian McCullough
RGM.Soumissions@gmail.com

**Conception graphique
et production**

d2k Graphisme & Web
www.d2k.ca

Tél. (819) 771-5710

Revue du Génie maritime

sur [Canada.ca](http://www.canada.ca) :

<https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/organisation/rapports-publications/revue-genie-maritime.html>

**Tous les numéros de la Revue
sont disponibles en ligne au :**

<https://publications.gc.ca/site/fra/9.504251/publication.html>

**... et par l'Association
de l'histoire technique de
la Marine canadienne :**

<http://www.cntha.ca/publications/m-e-j/>

Revue du Génie maritime



(Établie en 1982)
Été 2022

Chronique du commodore

Passage du flambeau!

par le contre-amiral Lou Carosielli, CD..... 2

Tribune

Le nouveau premier maître de la division du DGGPEM —

PM 1 Martin Cashin, MMM, CD..... 3

Correspondance :

Lettre du Cmdre (à la retraite) Dennis Reilley / Décès du Cmdre (retraité) John Gruber..... 5

Une carrière au nom du service

par le Cmdre (à la retraite) Marcel Hallé 6

Prix Spirit des OMST

..... 7

Chroniques spéciales

Maintenance de la flotte des chantiers navals :

Réparation de la coque du NCSM *Halifax* (FFH-330)

par Jeff Wilton..... 8

Remplacement du moteur à turbine à gaz du NCSM *Vancouver* (FFH-331)

gracieuseté d'Ashley Evans, IMF Cape Breton..... 11

Un radar MIMO (entrées multiples, sorties multiples) en temps réel
utilisant des radios définies par logiciel

par le Capf Robert T. Gilpin 13

Déjà vu!

..... 20

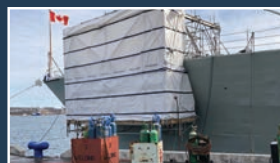
Titres d'intérêt

..... 22

Nouvelles de l'AHTMC

Burrard Dry Dock et la construction de destroyers d'escorte sur la côte Ouest

par Chris Madsen, Ph. D. 23



La Marine royale canadienne compte sur les capacités de réparation et de révision de classe mondiale des deux installations de maintenance de la flotte du chantier naval.

La *Revue du Génie maritime* (ISSN 0713-0058) est une publication **non classifiée de l'OTAN** des Forces canadiennes, publiée par le Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime. Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles. Pour une demande de reproduction, contacter : RGM.Soumissions@gmail.com ou La Revue du Génie maritime, DGGPEM, 101, prom. Colonel By, Ottawa (Ontario) Canada, K1A 0K2.

Pour une demande d'abonnement gratuit, un changement d'adresse ou pour annuler un abonnement à la Revue, svp écrire au : RGM.Soumissions@gmail.com.

CHRONIQUE DU COMMODORE

Passage du flambeau!

Par le contre-amiral Lou Carosielli, CD

Comme bon nombre d'entre vous le savent probablement, j'ai été promu et je vais prendre la relève cet été à titre de chef de cabinet du sous-ministre adjoint (Gestion de l'information), ici à Ottawa. Ce sera donc ma dernière Chronique du commodore à titre de DGGPGM avant de passer le flambeau au **commodore Keith Coffen**, le nouveau directeur général.

Pour clore mes deux années à titre d'ingénieur en chef de la Marine royale du Canada, je tiens d'abord à exprimer ma profonde gratitude à tous les membres de l'équipe de la Défense, ainsi qu'à nos partenaires de l'industrie, qui ont apporté leur soutien aux opérations de la flotte navale pendant mon mandat à ce poste. Une partie de ce que nous avons affronté ensemble pourrait bien être considérée comme des défis « uniques dans une carrière », voire même « une fois dans une vie », comme une pandémie mondiale, la guerre en Ukraine et une chaîne d'approvisionnement malmenée. Du côté positif, mentionnons la mise en service d'une nouvelle classe polyvalente de navires utilisables tant dans l'Arctique qu'au large des côtes, à commencer par le NCSM *Harry DeWolf* en 2020, le *Margaret Brooke* en 2021 et le *Max Bernays* plus tard cette année, ainsi que la construction de deux navires de soutien interarmées très attendus, l'avancement du projet de navires de combat de surface canadiens et le début des discussions sur le remplacement éventuel des sous-marins de la classe *Victoria*.

On a vraiment l'impression de gérer toute la gamme des activités d'ingénierie. Même si j'aimerais dire que je cède ma place au cmdre Coffen en laissant tout en parfait ordre, est-ce vraiment possible avec une marine qui traverse une période de transition aussi importante que la nôtre? Le maintien en puissance des frégates de la classe *Halifax* à lui seul nécessitera autant d'inspiration que de sueur pour que le gouvernement du Canada puisse disposer d'un navire de combat de surface au cours des prochaines années. Comme vous pouvez le constater dans l'article vedette de ce numéro, nos installations de maintenance de la flotte de calibre mondial savent comment faire le travail là où d'importants travaux de réparation de navires sont requis. Mais il est de la plus haute importance que nous conservions suffisamment de personnes qualifiées et expérimentées à l'échelle de l'entreprise pour nous assurer



que la Marine royale du Canada puisse toujours être déployée dans le cadre d'opérations partout dans le monde en toute sécurité et ce sans aucune hésitation!

À l'avenir, il est impératif que nous nous efforcions tous de favoriser une culture de milieu de travail sain qui reconnaît et souligne la « valeur ajoutée » d'attirer et de retenir des compagnons de bord et des collègues qui apporteront leurs propres perspectives et talents. La mise en place d'un effectif ciblé et respectueux qui incarne la diversité, l'inclusivité et la pensée novatrice continuera d'accroître nos capacités en attirant les meilleures personnes dans le travail important que nous accomplissons pour la MRC et le Canada, ainsi que pour nous-mêmes et nos familles.

Ce numéro de la *Revue* est peut-être le dernier que je rédige pour l'instant, mais en tant que lecteur loyal, je continuerai de suivre les questions et les activités qui demeurent si chères à mon cœur d'ingénieur naval. J'espère que j'aurai bientôt l'occasion de croiser de nouveau les membres de cette communauté technique de la marine qui ont occupé une si grande place dans ma vie au cours des trois dernières décennies. D'ici là, je vous souhaite bon vent et bonne mer.

Lou



Le nouveau premier maître de la division du DGGPEM — PM 1 Martin Cashin, MMM, CD

Le premier maître de 1^{re} classe (PM 1) Martin Cashin a grandi à St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador), où il a fait ses études au Collège St. Bonaventure et à l'école secondaire Gonzaga, des établissements d'enseignement publics, avant d'effectuer des études générales d'une durée de un an à l'Université Memorial.

À l'âge de 14 ans, il a participé au Programme des cadets et suivi divers cours d'été dans les BFC Gagetown, au Nouveau-Brunswick, Petawawa, en Ontario, et Baden-Baden, en Allemagne de l'Ouest. À ses 19 ans, il s'est enrôlé dans le Cadre des instructeurs de cadets, puis, en 1992, dans la Force régulière à titre d'électronicien naval (communications). Après avoir réussi le cours menant au niveau de qualification 3, il a été affecté pour la première fois à bord d'un navire, le Navire canadien de Sa Majesté (NCSM) *Gatineau* (IRE-236). C'est aussi à ce moment qu'il s'est lancé dans le tir de compétition avec l'équipe de tir de la Formation et des associations civiles de tir à l'échelle locale. Il a fait également du bénévolat auprès de l'un des corps de cadets de la région d'Halifax.

Au fil de sa carrière, il a reçu des affectations à bord de quatre différentes classes de NCSM, soit comme expert technique, soit comme superviseur/gestionnaire technique. Au cours de ces affectations, il a participé à des déploiements au sein des flottes de la Force navale permanente de l'Atlantique et de la Force navale permanente de la Méditerranée dans le cadre de plusieurs missions de l'OTAN dans les Caraïbes, en Amérique du Sud, en Méditerranée et dans l'Atlantique Nord. Pendant une affectation à terre à Halifax, il a eu le plaisir d'occuper, au sein du N6, le poste de superviseur en télécommunications, en technologies de l'information et en gestion de l'information à Shearwater, et les postes d'instructeur et d'officier des normes à l'École du génie naval des Forces canadiennes à Halifax.

Pendant la majeure partie de sa carrière, il a participé à la Compétition de tir aux armes légères des Forces canadiennes et à la Compétition de tireurs d'élite des Forces canadiennes, où il a été sélectionné à six reprises pour représenter les Forces armées canadiennes au sein de l'équipe nationale de tir de combat à Bisley, au Royaume-Uni. Sa carrière de tireur a atteint son apogée lorsqu'il a



remporté la Médaille de la Reine pour tireur d'élite (Force régulière) à la Compétition de tir aux armes légères des Forces canadiennes, devenant ainsi le premier et le seul marin des FAC à gagner cette médaille.

En 2010, il est parti en Afghanistan avec le commandement interarmées de la Force internationale d'assistance à la sécurité, en déploiement en zone avancée auprès du centre régional de coordination des opérations aériennes (Sud) à Kandahar. Peu après son arrivée, il a assumé également les fonctions de sergent-major pour le Centre des opérations interarmées multinationales du Commandement régional Sud. Au cours de cette mission, il a été invité à prendre part, comme seul Canadien, au panel des sous-officiers supérieurs de l'escadre expéditionnaire aérienne des Forces aériennes des États-Unis, où des chefs supérieurs de divers pays de la coalition discutent des programmes de perfectionnement professionnel offerts dans leur pays.

(Suite à la page suivante...)



Peu après son retour au Canada, le PM 1 Cashin a été intronisé au Temple de la renommée des sports des Forces canadiennes pour ses exploits au tir à l'échelle nationale et internationale, et pour son engagement auprès de l'Association de tir Dominion du Canada et de la Nova Scotia Rifle Association comme compétiteur, entraîneur et bâtisseur d'équipe.

En 2012, il a reçu une affectation dans la région de la capitale nationale, au Bureau de projet, où il a travaillé à la modernisation des frégates de la classe HALIFAX à titre de coordonnateur de l'instruction des intégrateurs de systèmes de combat et de chef de direction. Après un an sur

la liste des effectifs en formation avancée, il a été affecté à l'organisation du Chef d'état-major de la Marine, occupant les fonctions de gestionnaire des Énoncés d'insuffisance en capacités opérationnelles au sein de l'organisation du Directeur – Besoins de la Marine, de premier maître de distinctions honorifiques et reconnaissance de la MRC et de secrétaire du comité de la tenue navale.

À la suite du Conseil de nomination du personnel de 2019 (CNP), il a été nommé adjudant-chef divisionnaire auprès du Chef d'état-major (Matériel), du Directeur général – Programmes internationaux et industriels et du Directeur général – Services d'acquisition. Peu après cette nomination, il a été détaché auprès de l'organisation du Directeur général – Conduite militaire professionnelle pendant six mois et a intégré l'équipe de leadership responsable des excuses concernant le règlement du recours collectif Heyder-Beattie.

En juin 2022, le PM 1 Cashin a été nommé premier maître de la division auprès du Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime.

Il est marié à une gestionnaire travaillant à l'Agence des services frontaliers du Canada.



Correspondance

Lettre du Cmdre (à la retraite)**Dennis Reilley***(Adressée au directeur de la production, Brian McCullough)*

Félicitations pour avoir guidé la *Revue du Génie maritime* au cours des 40 dernières années. À mon avis, le succès de la RGM est directement attribuable à votre enthousiasme, à votre esprit d'innovation, à votre leadership et à votre style d'écriture. J'ai trouvé l'étincelle originale, comme vous l'avez mentionné dans votre récent article; cependant, c'est Robbie et vous qui l'avez fait adopter, malgré les nombreuses frustrations et les nombreux obstacles.

Il s'agissait d'excellentes années à la Division du génie maritime et de la maintenance (DGGMM), avec d'autres succès notables comme la série de systèmes numériques intégrés à bord des navires – c.-à-d. SHINMACS (contrôle des machines), SHINCOM (communications intérieures) et SHINPADS (traitement et affichage) – en plus de la recherche sur les piles à combustible, le lancement du Programme de formation des techniciens de marine (PFTM) et les premiers travaux sur les approches « d'orientation négative » pour le projet de la frégate canadienne de patrouille.

Une chose que vous et beaucoup d'autres avez illustrée, c'est que « non » n'a jamais été une réponse, et les différentes équipes ont fait adopter des initiatives importantes et durables. L'esprit a toujours été « on peut le faire », au profit de la MRC et, par extension, du Canada.

Cordialement,
Dennis

**Commodore (retraité) John Alfred Gruber***(du 26 mars 1932 au 19 mai 2022)*

Sur une note connexe, mais plus triste, la *Revue du Génie maritime* reconnaît le décès du **Cmdre (retraité) John Gruber** à l'âge de 90 ans. En tant que directeur général du Génie maritime et de la maintenance (DGGMM) en 1985, le Cmdre Gruber a mis les choses en branle pour s'assurer que l'initiative du **Capv Dennis Reilley** de lancer ce journal semi-professionnel de la branche technique trois ans auparavant a été établie comme un mandat par le service technique de la Marine royale canadienne. Les 40 ans d'histoire ininterrompue de la RGM demeurent le fier héritage de cet officier et de cet homme très respecté. Le Conseil du génie naval et le personnel de rédaction de la *Revue* offrent leurs plus sincères condoléances à sa famille.

— **Capv Andrew Monteiro,**
chef d'état-major, GPEM, rédacteur

**Une communauté au travail**

Merci pour vos aimables commentaires concernant l'incroyable accomplissement d'avoir publié le 100^e numéro de la Revue, et ce sur plus de 40 années sans interruption de publication.

— **Brian McCullough, Directeur de la production**

Une carrière au nom du service

Par le Cmdre (à la retraite) Marcel Hallé

Moins d'un an après avoir pris ma retraite après près de 37 ans de service naval, je ne peux m'empêcher de réfléchir à nos défis actuels en matière de sécurité et à la lutte mondiale pour la démocratie, qui sont tous accentués par ce qui se passe en Ukraine. Au milieu de la mort et de la destruction insensées et odieuses dont le monde est témoin, ce qui est ressorti est la détermination inspirante d'une population ukrainienne résiliente, et un sentiment accru de l'importance de l'alliance de l'OTAN et du rôle que joue le Canada dans la sauvegarde de la paix et de la sécurité mondiales. Bien que la diplomatie soit essentielle pour désamorcer les tensions entre les pays, nous ne devons jamais sous-estimer le rôle de la dissuasion et, au besoin, la nécessité de se défendre, deux éléments qui dépendent de la disponibilité d'une armée robuste et capable.

En rétrospective, je me sens honoré d'avoir eu l'occasion de travailler aux côtés de tant de personnes merveilleuses qui ont participé à mon incroyable parcours au service du Canada et de l'OTAN, où nous avons fait ce que nous pouvions pour faire du monde un endroit plus sûr. Je me suis joint au service sous-marin de la Marine royale canadienne lors de mon enrôlement direct en qualité d'officier au début de ma carrière, et après avoir servi en tant qu'officier du génie à bord du NCSM *Ojibwa* (SSK-72), j'ai consacré près d'un tiers de mes efforts à soutenir les sous-marins en mer et à terre sur trois continents différents. Je me sens privilégié, cependant, d'avoir pu mené une carrière bien équilibrée grâce à une série d'affectations techniques et non techniques qui ont non seulement façonné mon point de vue, mais aussi développé des compétences qui m'ont permis d'apporter une contribution que je n'aurais jamais imaginée lorsque je me suis enrôlé dans les Forces canadiennes en 1985.

Au fil des ans, j'ai travaillé à l'installation de maintenance de la flotte Cape Scott, où j'ai occupé divers postes à la Division du génie maritime et de la maintenance et celui de Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime (DGGPEM), en Australie, dans le cadre des changements de soutien en service des sous-marins de classe *Collins* de la RAN, celui de personnel dirigeant à l'École des aspirants officiers à Chilliwack (C.-B.), celui de commandant de la BFC Esquimalt sur la côte ouest du



Canada, et celui de logisticien de l'OTAN au Grand Quartier général des Puissances alliées en Europe (SHAPE) à Mons, en Belgique, puis celui de planificateur maritime de l'Alliance à Londres, au Royaume-Uni. Il y a eu d'autres éléments, bien sûr, et je me sens extrêmement chanceux d'avoir occupé des postes de commandement à trois occasions distinctes au cours de ce grand voyage.

Si une chose était claire tout au long de ma carrière, c'était que le changement fera toujours partie de l'équation. Plutôt que de simplement accepter le caractère inévitable de cette situation, j'ai constaté que la recherche de moyens de diriger et de gérer la direction du changement m'offrirait les meilleures occasions d'aider le Canada et l'OTAN à atteindre leurs objectifs en matière de défense. La question de savoir si le changement faisait partie des pivots organisationnels stratégiques établis pendant que j'étais au quartier général du MDN et de l'OTAN, les mises à niveau des installations de l'arsenal maritime le long du secteur riverain de Halifax, les nouvelles façons d'aborder l'entretien de la

flotte, aider à diriger l'amélioration de la gestion des activités des installations de maintenance de la flotte, mettre en place une entente de soutien en service pour nos sous-marins de la classe *Victoria* dans le cadre de contestations judiciaires, ou mettre sur pied un nouveau quartier général de niveau opérationnel au sein de l'OTAN; mon équipe et moi avons fait de notre mieux pour nous assurer que les résultats seraient positifs.

Dans l'ensemble, mon expérience de service dans les Forces armées canadiennes a été aussi enrichissante qu'intéressante, et j'étais fier de porter mon uniforme. Même si le travail lui-même n'a pas toujours été facile, le travail d'équipe qui en était le moteur n'a jamais été aussi exceptionnel. Je peux dire en toute honnêteté qu'il n'y a jamais eu de moment où nous n'avons pas eu l'impression de ne pas faire de notre mieux pour maintenir la tradition du « on peut le faire » pour laquelle l'équipe canadienne de la Défense est reconnue dans le monde entier. Je sais que la collaboration étroite avec des équipes intégrées de militaires, de fonctionnaires civils et de représentants de l'industrie a apporté une plus grande valeur à l'ensemble de l'entreprise, et je suis reconnaissant aux gens qui m'ont tant appris. L'un d'eux était le Capv (à la retraite) Rick Payne. Lors de son décès, le 5 juin, nous avons perdu un officier exemplaire qui était un excellent mentor, un collègue cher et un bon ami pour bon nombre d'entre nous.

En tant qu'ancien DGGPEM et ingénieur en chef de la Marine royale canadienne, je vous souhaite à tous la meilleure des chances dans votre carrière. J'ai hâte de rester en contact avec l'excellent travail de la communauté technique navale du Canada par l'entremise de la *Revue du Génie maritime*, une publication merveilleuse et durable en grande partie grâce au leadership inébranlable de Brian McCullough.

En terminant, permettez-moi de dire que le succès de toute tâche dépend de la mesure dans laquelle vous et votre équipe êtes capables (et disposés) de mettre à profit vos connaissances, vos idées novatrices, votre coopération et votre leadership. Ne doutez jamais de votre propre valeur pour l'équipe, tant en tant qu'apprenant qu'en tant que mentor, et ayez l'audace d'appuyer les changements nécessaires pour que vos tâches demeurent essentielles à la réussite de la mission. Peu importe où vous mène votre carrière, maximisez les possibilités qui vous sont offertes et tirez parti de votre expérience. L'exemple que vous donnez aujourd'hui établira la barre pour ceux qui suivront demain.

Prenez soin de vous et de vos collègues.

Cordialement,



Le Cmdre (à la retraite) Hallé a servi dans la Marine royale canadienne de 1985 à 2021 et a été DGGPEM (éditeur de la Revue) de 2013 à 2015.

PRIX SPIRIT DES OMST



Photo de Brian McCullough

Prix Spirit des OMST de 2021 Plaque d'argent du Cam Ian Mack

Ltv Aaron Ezekiel

Pour avoir fait preuve de l'esprit qui favorise
l'excellence en génie maritime.

Présenté par le Cmdre Lou Carosielli





IMF Cape Scott : Réparation de la coque du NCSM *Halifax* (FFH-330)

Par Jeff Wilton

(Adapté pour le *Journal* avec l'aimable autorisation du bulletin *The Great Scott Times* de l'Installation de maintenance de la Flotte Cape Scott, Halifax, N.-É.)

Au moment où la Marine royale canadienne continue de gérer l'entretien de sa flotte principale de navires de combat de surface de frégates de la classe *Halifax*, elle compte sur les capacités de réparation et de révision de classe mondiale des deux installations de maintenance de la flotte du chantier naval de la Marine – l'IMF Cape Scott à Halifax (Nouvelle-Écosse) et l'IMF Cape Breton à Esquimalt (C.-B.). Les IMF travaillent en étroite collaboration avec les autorités techniques à bord des navires et à terre pour cerner les lacunes opérationnelles à réparer et s'assurer que rien n'est oublié. Voici deux exemples récents de leur travail.

Avant Noël 2021, pendant la courte période du NCSM *Halifax* à l'Installation de maintenance de la Flotte Cape Scott (IMF Cape Scott), plusieurs éléments préoccupants ont été relevés le long de l'extérieur du bordé de coque bâbord de la frégate entre les couples 0 et 2,5 des cloisons (figure 1). On a trouvé de la corrosion dans le bordé sous le gaillard d'avant, au niveau de la mezzanine, dans la zone des cordages et de l'atelier du maître d'équipage, jusqu'à un degré inconnu à cet endroit. La cause a été établie comme étant un bouchon de vidange en fuite sur le pont supérieur, où le platelage du cordon électrique du feu d'étrave pénètre dans le gaillard d'avant, ce qui a permis l'infiltration d'eau de mer corrosive. La plus grande préoccupation concernait la mesure dans laquelle la corrosion avait progressé et le niveau de détérioration présent dans le bordé, les lisses, les couples et la structure de platelage en tôle adjacente. Selon l'ampleur des dommages, il y avait un risque d'intrusion dans la coque en cas de forte mer.

Afin de permettre une évaluation appropriée, la peinture, les revêtements et l'isolant intérieur ont été retirés pour exposer la structure au métal nu. Les experts de la coque ont ensuite procédé à une inspection structurale à l'intérieur du bordé de coque bâbord, aussi loin à l'avant que la caisse générale n° 1. La surface du bordé de coque examinée se trouvait à l'intérieur de la virure de carreau et est considérée comme une structure essentielle, avec un taux de détérioration maximal admissible de moins de 15 %, conformément aux Exigences relatives à l'inspection et à la réparation des navires en acier (C-03-015-003/AM-001), un document technique utilisé pour déterminer quand l'acier doit être remplacé en raison de la corrosion.



Figure 1. Zone de charpente d'acier corrodée du côté bâbord de la mezzanine du gaillard d'avant.



Figure 2. Sections perforées et dégradées de la lisse.

L'étude a permis de déterminer que le bordé de coque est perforé à quatre endroits et qu'il s'est érodé au-delà de la tolérance permise. De nouvelles insertions de coque seraient nécessaires. On a également constaté que les toiles de certaines des lisses étaient usées et perforées le long des mêmes sections (figure 2), et qu'elles devaient être réparées. Le renouvellement de ces sections de lisses en acier et l'érosion du bordé du plafond autour de la pénétration du



Figure 3. Structure de soutien de l'échafaudage suspendu.



Figure 4. Plutôt que de tenter de sauver de courtes sections de lisse, on a coupé des sections complètes du bordé extérieur et des lisses.

platelage électrique du gaillard d'avant ont fait en sorte qu'une procédure de réparation de l'accumulation de métal soudé serait probablement nécessaire.

L'ampleur des réparations exigerait que des gens de métier travaillent à l'intérieur et à l'extérieur du navire. Il est toujours difficile d'effectuer des réparations de l'acier en Nouvelle-Écosse entre janvier et mars, ce qui fait que le navire était amarré dans la darse de la jetée NF 2/3, le côté bâbord de l'avant faisant face au bâtiment adjacent afin d'abriter le plus possible la zone de travail. Comme il n'était pas pratique d'effectuer les travaux extérieurs à partir de monte-charge, un échafaudage suspendu devait être construit et protégé (fermé) contre les intempéries (couverture avant et figure 3). Comme l'atelier de charpentiers de marine de l'IMF était surchargé d'autres travaux prioritaires, on a fait appel à des entrepreneurs de l'extérieur pour construire l'échafaudage suspendu, ce qui exige un ensemble extraordinaire de compétences pour assurer la sécurité de la structure. Cela était essentiel, puisque les personnes de métier de l'IMF travaillaient au-dessus de l'eau depuis l'intérieur de l'enceinte, où elles étaient protégées contre les conditions météorologiques et les vents d'hiver de la côte Est.

Les réparations ont commencé au moment où la tension augmentait en Ukraine et où la Nouvelle-Écosse était durement touchée par une autre vague de COVID-19. Incertain de l'incidence que cela pourrait avoir sur la main-d'œuvre de l'IMF Cape Scott qui effectuait maintenant une rotation de deux quarts, Joe Whalen, superviseur de l'atelier d'usinage, a pris l'initiative d'organiser les travaux de réparation du NCSM *Halifax* pour les deux quarts, en coordonnant les activités entre les différents ateliers et les

(Suite à la page suivante...)

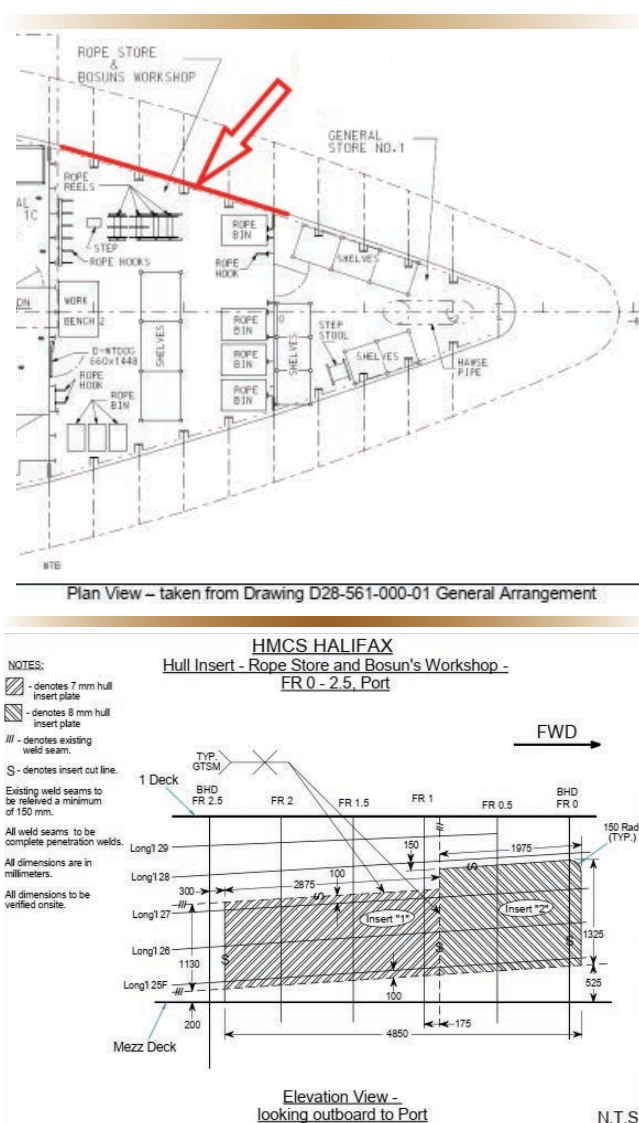


Figure 5. Schéma montrant l'emplacement des deux insertions de la coque.

chefs de projet. Pour s'assurer que la réparation progresse de la façon la plus efficace possible, il a recommandé de découper des sections complètes du bordé et de la lisse (figure 4), plutôt que d'essayer de récupérer de courtes sections de lisse. Cela signifiait couper et ajuster des sections d'acier plus longues, mais aussi ne pas avoir à couper les soudures de fixation entre le bordé extérieur et les couples, puis meuler les bords des couples en vue du soudage sur le nouveau bordé. La décision d'installer des lisses entièrement neuves a permis d'économiser beaucoup de travail de préparation et de main d'œuvre. Ce changement d'approche de la réparation, combiné à deux quarts de travail, s'est avéré essentiel pour raccourcir la durée de la réparation.

En l'espace de huit jours, les ateliers d'usinage et de soudage ont découpé le bordé extérieur et les lisses, et les rebords du reste de la masse d'acier solide ont été taillés en biseau et sont prêts pour le façonnage des nouvelles pièces. La première étape consistait à couper, ajuster et souder les nouvelles lisses. L'inspection de la coque indiquait que l'insertion devait être fabriquée et installée en deux sections (figure 5). Cela faciliterait la manipulation des insertions de nouvelles plaques, car elles devaient être introduites par le côté de l'échafaudage suspendu à l'aide d'une grue avant d'être mises en place à l'aide de blocs de chaîne par les gréieurs. Les plaques pouvaient alors être serrées et coincées fermement dans les lisses et les cadres (figure 6) avant d'être entièrement soudées. Une fois le soudage terminé, une inspection visuelle de toutes les soudures a été effectuée, suivie d'un examen magnétoscopique. Des parties des soudures aux points de contrainte les plus élevés ont ensuite été soumises à des rayons X, et aucune rupture de soudure n'était apparente.

L'enlèvement du bordé de coque et des lisses d'origine a commencé le 20 janvier 2022, et tout l'acier avait été enlevé et les nouvelles insertions étaient soudées et prêtes pour les rayons X le 1^{er} février. Le remplacement de l'acier n'était qu'un aspect de la réparation, bien sûr, car un travail comme celui-ci nécessitait un soutien important de la part des autres ateliers de l'IMF Cape Scott pour préparer le compartiment, puis le réassembler. Au total, les réparations de l'insertion du NCSM *Halifax* ont nécessité 11 ateliers et 1 907 heures de travail, ainsi que les services intégrés de la section des contrats de l'IMF Cape Scott pour la construction de l'échafaudage suspendu. Le projet s'est très bien déroulé grâce au leadership des superviseurs, à l'excellent travail d'équipe entre les ateliers et à l'excellent soutien des entrepreneurs.



Jeff Wilton est le gestionnaire du centre de travail pour les ateliers d'usinage et de soudage de fabrication de coques à l'installation de maintenance de la flotte Cape Scott, Forces maritimes de l'Atlantique, à Halifax (Nouvelle-Écosse).

Figure 6. Les personnes de métier de l'IMF ont tenu les insertions de nouvelles plaques et les ont fixées fermement aux lisses et aux couples pour le soudage final.





CHRONIQUE SPÉCIALE

IMF Cape Breton : Remplacement du moteur à turbine à gaz du NCSM *Vancouver* (FFH-331)

(Gracieuseté de l'Installation de maintenance de la Flotte Cape Breton, Esquimalt, C.-B., avec les dossiers de l'officier des communications stratégiques de l'IMF, Ashley Evans.)

Les frégates de la classe *Halifax* utilisent deux moteurs à turbine à gaz (TG) LM2500 de 17,7 MW de General Electric comme moteurs principaux de propulsion. Ces puissants moteurs, qui sont largement utilisés par les marines du monde entier, fonctionnent normalement au moyen d'un dispositif de raccordement croisé CODOG (diesel ou gaz combiné) qui comprend un seul moteur diesel de 6,5 MW de SEMT Pielstick. La vitesse maximale de ces navires est supérieure à 30 nœuds.

Plus tôt cette année, les techniciens maritimes à bord du NCSM *Vancouver* ont observé une consommation anormalement élevée d'huile de lubrification par le moteur à TG de bâbord du navire. Pendant que l'officier mécanicien de quart continuait de surveiller le rendement des machines, il est devenu évident que, lorsque le moteur tournait à des vitesses inférieures à 10 nœuds, la consommation d'huile de lubrification (provenant du puisard B) dépassait les limites admissibles, en partie à cause d'un manque d'air sous pression dans le puisard à basse vitesse.

Alors que le navire se prépare à participer à l'exercice RIMPAC 2022 (du 29 juin au 4 août), avant de passer à l'opération Projection à l'automne dans le cadre de l'engagement continu du Canada envers la paix mondiale, un rapport sur une défaillance opérationnelle (OPDEF) a été soulevé dans le SIGRD (Système d'information de la gestion des ressources de la Défense). La Marine faisait face à de graves contraintes de temps, mais elle dispose d'un actif stratégique précieux dans son inventaire sur la côte Ouest – l'Installation de maintenance de la Flotte Cape Breton (IMF Cape Breton). Préparées à cette éventualité, les équipes de spécialistes de l'IMF sont passées à l'action pour commander au fabricant d'équipement d'origine (FEO) une unité de remplacement pour le moteur TG de bâbord défaillant du NCSM *Vancouver* et préparer le navire pour le remplacement. À la mi-mars, un nouveau moteur à turbine à gaz a été livré à l'IMF Cape Breton. Des représentants de service de l'usine de GE Canada se sont également rendus sur place.

(Suite à la page suivante...)



Photo de l'Ensign Wilson Ho, Affaires publiques des FMAR(P).



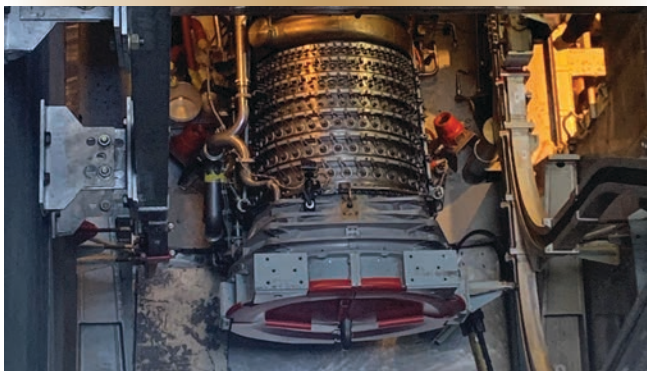
Photo reproduite avec l'aimable autorisation de NCSM Vancouver.

Des personnes de métier de l'IMF Cape Breton descendent un moteur à turbine à gaz de remplacement dans la salle des machines avant du NCSM *Vancouver*.



Pendant qu'on préparait le moteur de remplacement pour l'installation et le moteur défectueux pour le retrait, l'équipe de monteurs mécaniques de l'atelier 133 de l'IMF Cape Breton a commencé à installer des glissières menant à la salle des machines avant du navire, trois ponts plus bas. L'ancien moteur devait être monté sur un dispositif de transport, qui devait ensuite être fixé aux rails de guidage à l'intérieur des butées d'arrêt pour la lente montée et la sortie du navire. Le moteur de remplacement sera ensuite fixé au dispositif de transport pour le voyage inverse, puis mis en place et raccordé au système de propulsion.

Le risque d'endommagement d'un moteur à haute performance lors d'une telle opération peut être élevé, mais les monteurs de l'IMF Cape Breton et d'autres gens de métier de 12 ateliers des services de production et d'ingénierie savent ce qu'ils font – tout comme les représentants des services d'usine de GE Canada. Tout s'est bien déroulé pour une installation réussie. Après environ 927 heures de travail, le NCSM *Vancouver* a été remis en service, fonctionnant avec deux moteurs à turbine à gaz de propulsion LM2500 de General Electric en bon état et à temps pour respecter les engagements opérationnels du navire. Tout le monde a fait un excellent travail.



Photos d'Ashley Evans



CHRONIQUE SPÉCIALE

Un radar MIMO (entrées multiples, sorties multiples) en temps réel utilisant des radios définies par logiciel

Par le Capf Robert T. Gilpin, CD, B. Ing., M.Sc.A., ing.

(Ce texte est une adaptation par l'auteur de son mémoire de maîtrise en sciences appliquées en génie électrique achevé en avril 2021 et présentée à la Division des études supérieures du Collège militaire royal du Canada à Kingston, en Ontario.)

Les radars ont toujours consisté en de l'équipement personnalisé qui ne peut être facilement reconfiguré ou modifié. Bien que les améliorations apportées à la partie frontale des radiofréquences, comme l'adoption des ensembles actifs de balayage électronique (AESA), aient offert une certaine souplesse à la formation des faisceaux du radar, les balayages sectoriels sont souvent effectués à l'aide de techniques conventionnelles dans lesquelles un faisceau de transmission est lentement dirigé à travers un secteur pour éclairer les cibles de façon séquentielle, laissant le radar aveugle aux menaces lorsque le faisceau de transmission est pointé dans d'autres directions.

Des recherches récentes dans le domaine des communications ont révélé un nouveau mode de balayage, appelé MIMO (entrées multiples, sorties multiples). MIMO peut être utilisé par un AESA pour illuminer simultanément tout le champ de vision du radar, où la formation du faisceau est effectuée lors du post-traitement, ce qui permet d'avoir une connaissance ininterrompue de la situation. Cependant, le mode radar MIMO est plus difficile à mettre en œuvre en raison des exigences supplémentaires d'orthogonalité entre ses canaux et de l'augmentation considérable du traitement du signal numérique requis.

Dans le cadre de cette recherche, des radios réalisées par logiciel (RRL) disponibles sur le marché sont utilisées pour construire un radar AESA reconfigurable à 64 canaux fonctionnant en bande C (bande G de l'OTAN). Les RRL sont utilisées pour concevoir et mettre en œuvre un radar MIMO tridimensionnel. Pour la première fois, la flexibilité des RRL a été mise à profit pour évaluer le rendement de trois méthodes différentes d'obtention de l'orthogonalité requise pour le MIMO en utilisant une forme d'onde entretenue modulée en fréquence (FM-CW). De plus, les paramètres du radar sont sélectionnables par l'utilisateur et peuvent être modifiés rapidement de façon à ce que le radar puisse être utilisé dans différents environnements sans qu'il soit nécessaire de modifier le matériel.

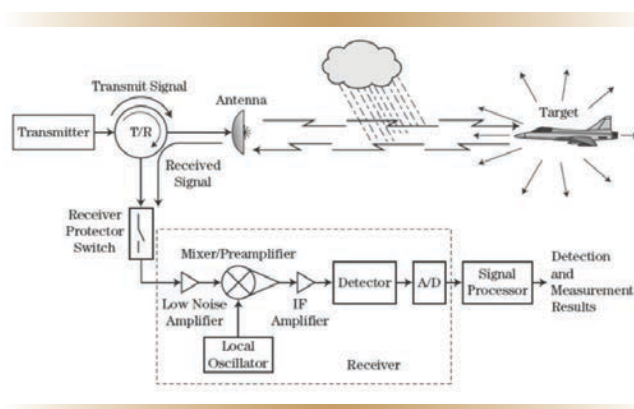


Figure 1. Éléments de base d'un radar.

Cet article fournit un bref contexte sur les bases des radars et le concept du radar MIMO, ainsi qu'une description de la conception du radar MIMO. De plus, une sélection de résultats est présentée pour souligner l'importance de la recherche sur les radars MIMO, suivie des domaines potentiels de recherche plus poussée et d'une conclusion.

Contexte

Comme l'illustre la figure 1, les systèmes de détection et télémétrie par radioélectricité (radar) détectent les objets en transmettant des ondes électromagnétiques à haute fréquence (EM) qui réfléchissent d'un objet, puis se propagent vers l'antenne du radar pour y être traitées afin de permettre la détermination du relèvement, de la portée et de la vitesse radiale de l'objet (ou de la cible).

Un radar qui a gagné en popularité en raison de sa capacité à balayer un grand champ de vision est le radar à commande de phase. Pour comprendre le radar MIMO, une brève description des radars à commande de phase est requise. La figure 2 montre un radar à commande de phase traditionnelle appelée ensemble passif de balayage électronique (PESA). Dans le PESA, un seul émetteur génère un signal de grande puissance qui est transmis par des éléments

(Suite à la page suivante...)

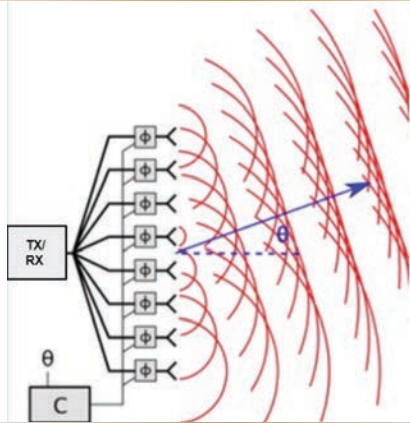


Figure 2. Ensemble passif de balayage électronique où θ est l'angle de balayage, C est la commande par ordinateur et ϕ est un déphaseur.

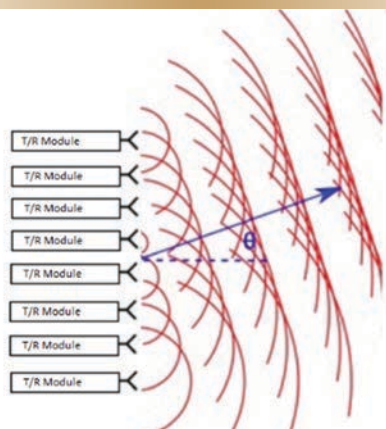


Figure 3. Radar AESA (ensemble actif de balayage électronique), où θ est l'angle de balayage, et les modules de transmission/réception (T/R) sont contrôlés individuellement.

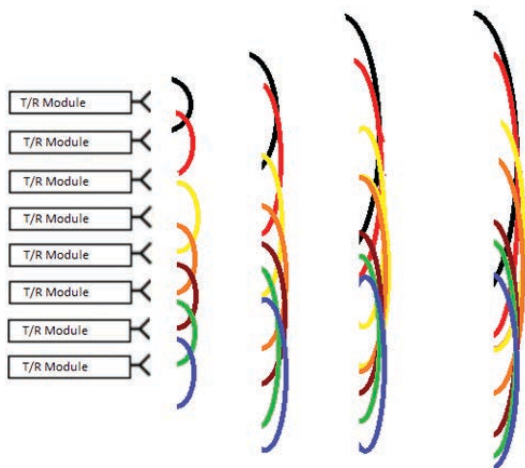


Figure 4. Radar MIMO (AESA – mode MIMO) où chaque couleur représente une forme d'onde orthogonale transmise par un module d'E/R.

d'antenne individuels. Chaque élément d'émission est associé à un déphaseur (Φ) commandé par ordinateur qui crée un faisceau directionnel en ajoutant un décalage de phase au signal de chaque élément. Le faisceau étroit est dirigé séquentiellement à travers le champ de vision en changeant la phase à chaque élément.

La figure 3 présente la deuxième génération de radar à commande de phase, le radar AESA. Il s'agit de la technologie actuelle utilisée dans les radars modernes comme la famille AN/SPY des radars à commande de phase. Chaque élément de l'AESA est un module d'émission et de réception (E/R) qui donne accès au contrôle des éléments du réseau. L'AESA peut créer plusieurs faisceaux à l'aide de sous-faisceaux, ce qui réduit le temps de balayage du radar et permet à l'AESA d'exécuter plusieurs fonctions à la fois, c.-à-d. effectuer un suivi tout en effectuant un balayage avec plusieurs faisceaux. Les faisceaux multiples permettent un balayage plus rapide, mais le radar a besoin de temps pour balayer l'ensemble du champ de vision.

La figure 4 montre un prolongement de l'AESA appelé radar MIMO. Plutôt que d'utiliser des sous-faisceaux dans le radar pour former des faisceaux multiples comme l'AESA, chaque élément d'E/R agit indépendamment, transmettant une forme d'onde orthogonale. Les faisceaux d'émission sont larges, 180 degrés en général, et peuvent illuminer tout le champ de vision avec une séquence d'impulsions puisqu'il n'y a pas de directivité à l'émission. On parle parfois de balayage à la réception.

Pour tirer parti de la technologie MIMO, le récepteur doit pouvoir séparer les signaux orthogonaux émis lors de la réception. Pour ce faire, on utilise le multiplexage par répartition dans le temps (MRT), le multiplexage par répartition en fréquence (MRF) ou le multiplexage par répartition en code (MRC).

Dans le MRT, chaque module d'E/R transmet à un intervalle de temps précis, en veillant à ce que les formes d'onde ne se chevauchent pas. Une figure représentant le MRT est montrée à la figure 5 avec un couinement FM-CW

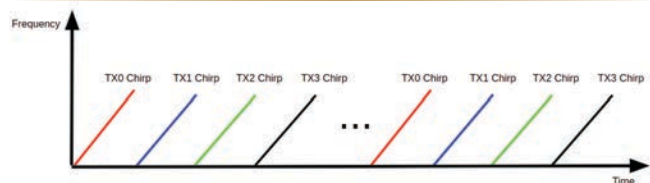


Figure 5. Signal de la FM-CW utilisant le MRT. TX indique le module d'E/R qui émet.

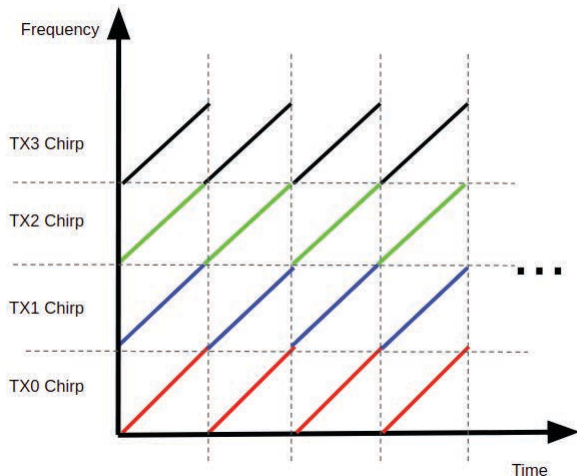


Figure 6. Signal FM-CW utilisant le MRF. TX indique le module d'E/R qui émet.

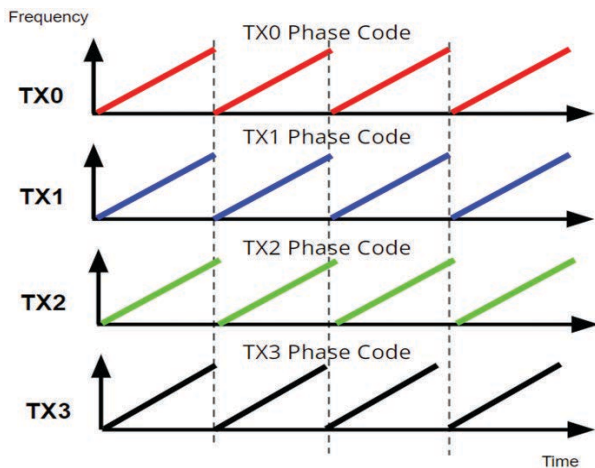


Figure 7. Forme d'onde FM-CW montrée avec une séquence de code de phase indiquée au-dessus de l'onde transmise pour chaque module d'E/R.

comme forme d'onde de base avec quatre modules d'E/R. Bien qu'il soit facile à mettre en œuvre avec une orthogonalité parfaite entre les canaux d'émission, le MRT est lent parce que chaque élément d'émission a une place dans le temps. Ce n'est pas le cas du MRF et du MRC, car avec ces formes de multiplexage, tous les signaux sont envoyés simultanément.

Dans le MRF, chacun des signaux transmis est modulé par une fréquence porteuse différente, aussi appelée sous-porteuse. Un exemple de MRF est présenté à la figure 6 en utilisant une FM-CW comme forme d'onde de base. Comme on peut le voir, chaque émetteur occupe une partie de la bande passante radar, et tous les signaux sont transmis simultanément.

Dans le MRC, les formes d'onde sont codées par une série de codes de phase orthogonaux pour chaque élément de transmission (figure 7). La forme d'onde occupe toute la bande passante de l'émetteur radar et les signaux sont décodés dans le récepteur. Le MRC est idéal dans les applications MIMO, car la bande passante complète peut être utilisée pour chaque élément de transmission, et les signaux sont transmis simultanément.

Conception du radar MIMO

Avec une compréhension des radars à commande de phase et de la théorie du radar MIMO, la prochaine section traite de la conception du radar MIMO. Il décrit le processus en cinq phases (figure 8) utilisé pour concevoir et construire un radar AESA capable de fonctionner selon les modes MIMO.

À la phase 0, les paramètres de performance des radars sont déterminés pour un radar de surveillance à courte portée AESA-MIMO. Pour pouvoir mettre le radar à l'essai

(Suite à la page suivante...)

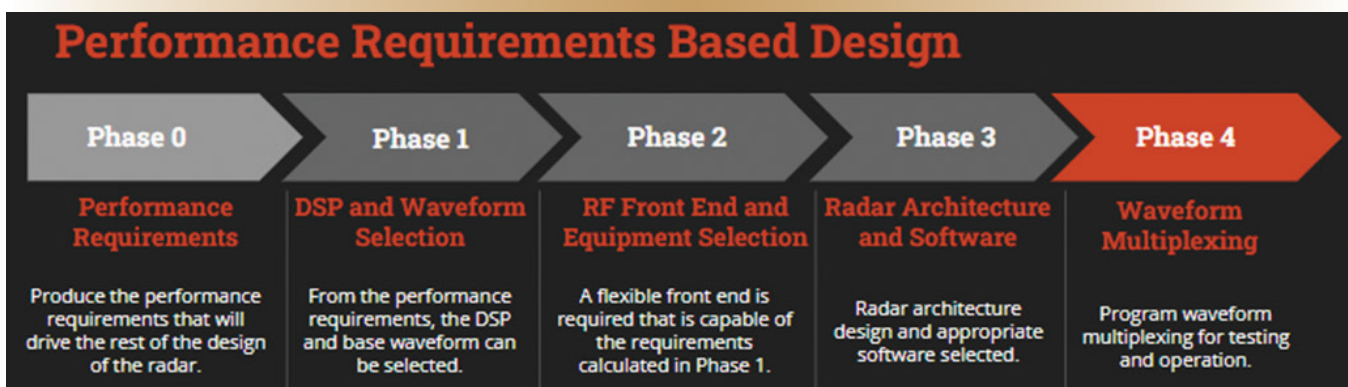


Figure 8. Phases de conception du radar MIMO.

Tableau 1. Exigences de performance des radars.

Paramètre	Symbole	Unité	Mode de surveillance	Mode de laboratoire
Plage maximale	P_{max}	m	150	50
Résolution de portée	$P_{rés}$	m	0,75	0,75
Vitesse maximale	V_{max}	m/s	10	1,5
Vitesse minimale	V_{min}	m/s	-10	-1,5
Résolution de vitesse	$V_{rés}$	m/s	0,01	0,01
Résolution angulaire	$\theta_{rés}$	o	2°	2°
Capacité de balayage	S.o.	S.o.	Azimut seulement	Azimut seulement
Modes MIMO	S.o.	S.o.	MRC, MRT, MRF	MRC, MRT, MRF

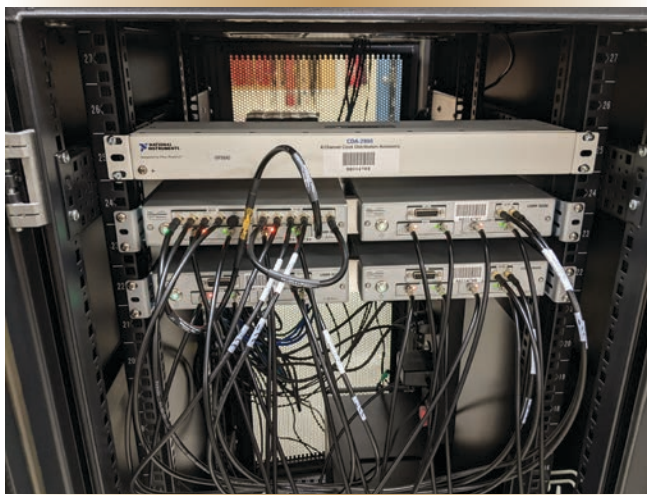


Figure 9. Les quatre radios réalisées par logiciel (RRL) et l'unité de distribution d'horloge du radar MIMO.

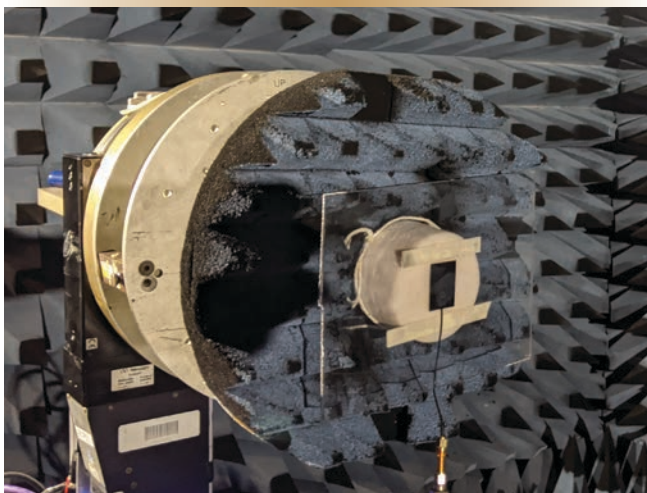


Figure 10. Antenne à très large bande Tagolas de 10 GHz dans la chambre anéchoïque du CMR.

Tableau 2. Paramètres de performance minimale du radar AESA en mode MIMO.

Paramètre	Mode de surveillance	Mode de laboratoire
Taille de l'antenne AESA (T/R)	8x8	8x8
Fréquence de fonctionnement (f_0)	5 GHz	5 GHz
Bande passante (B)	200 MHz	200 MHz
Fréquence d'échantillonnage ADC ($f_{échan,min}$)	204 MHz	204 MHz
Capacité opérationnelle cohérente	Oui	Oui
Application de portée	Moyenne = 150 m	Courte = 50 m
Résolution de portée	0,75 m	0,75 m

en laboratoire, deux ensembles d'exigences sont créés, soit un mode de laboratoire et un mode de surveillance, comme le montre le tableau 1.

Pour obtenir les performances requises décrites dans le tableau 1, la phase 1 de la conception utilise la théorie radar pour déterminer les spécifications requises de l'algorithme de traitement du signal numérique et de l'algorithme de traitement de signaux radioélectriques (RF) affichés dans le tableau 2. En fonction des paramètres de traitement des signaux numériques et de l'application de courte portée, la forme d'onde FM-CW est sélectionnée comme forme d'onde de base.

Une fois que les paramètres radar de la phase 1 sont calculés, la phase 2 de la conception sélectionne la RF et l'équipement de traitement pour le radar. La pierre angulaire du radar est la RRL de la série N d'Etus Research (N321/

N320). Chaque radio possède deux canaux d'émission et deux canaux de réception, chacun pouvant atteindre 200 MHz de bande passante instantanée. Pour obtenir la largeur de faisceau souhaitée de deux degrés, on a acheté quatre RRL pour fournir huit canaux d'émission et huit canaux de réception RF, produisant un radar MIMO à 64 canaux. La figure 9 montre les quatre RRL ainsi que les câbles et l'équipement connexes. Un processeur hôte à 148 cœurs exécutant Linux Mint et GNU Radio effectue le contrôle et le traitement des signaux requis pour le radar MIMO.

Pour construire le réseau d'antennes, l'antenne à très large bande Tagolas de 10 GHz a été sélectionnée. Une analyse des antennes a été effectuée dans la chambre anéchoïque du Collège militaire royal (CMR) afin de s'assurer que les éléments individuels de l'antenne répondaient aux exigences du réseau d'antennes radar MIMO (figure 10).

Après la sélection de l'équipement, la phase 3 consiste à concevoir l'architecture radar et le développement logiciel de MIMO en C et C++. La figure 11 présente un diagramme général de haut niveau de l'architecture.

De droite à gauche dans la figure 11, un réseau d'antennes à huit émetteurs et à huit récepteurs est construit à l'aide des éléments d'antenne de Tagolas. Le bloc suivant à gauche montre le bâti du matériel radar MIMO, qui

comprend les quatre RRL d'Ettus Research et l'unité de distribution d'horloge. Le bâti du matériel radar MIMO est connecté au processeur hôte. Le processeur hôte exécute le programme radar principal et le programme de traitement des signaux numériques utilisé pour traiter les données radar en temps réel pour l'affichage.

Résultats

Le rendement du radar multimodal MIMO en ce qui a trait à sa capacité à détecter de multiples cibles à portée, relèvement, azimuth et vitesse a été mis à l'essai dans trois environnements différents, à commencer par le laboratoire. Le deuxième environnement se trouvait à l'intérieur du dôme d'athlétisme du CMR, qui offrait un grand espace ouvert pour mettre à l'essai les divers paramètres du radar en utilisant des humains comme cibles. Le troisième environnement était un site d'essai extérieur utilisant des réflecteurs radar marins comme cibles statiques. Le radar MIMO fonctionne à très faible puissance de sortie, ce qui a assuré la sécurité du personnel participant à toutes les étapes des essais. Plusieurs vidéos montrant le radar en fonctionnement complet se trouvent sur YouTube à https://youtube.com/playlist?list=PL_lkRDKeAnhpY-MzRbNTOyXM1O-xJ4aRwL

(Suite à la page suivante...)

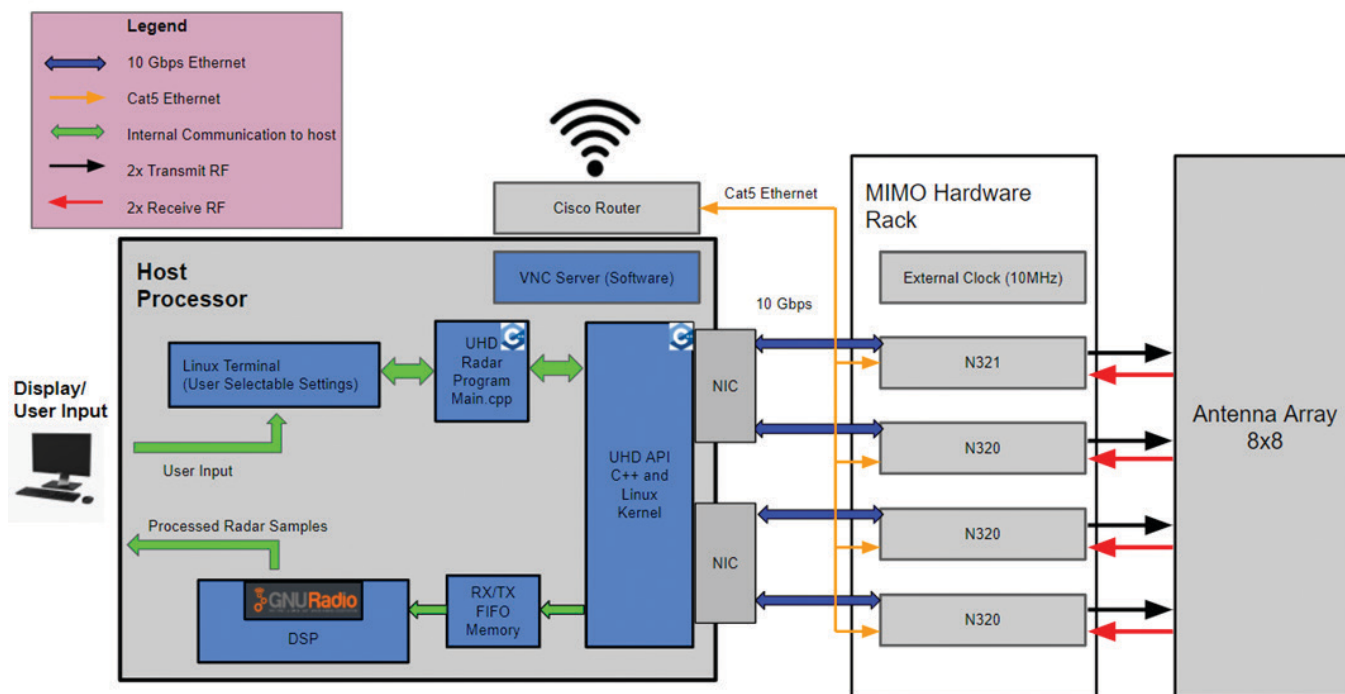


Figure 11. Schéma de haut niveau du radar MIMO. Les composants matériels sont en gris, les composants logiciels sont en bleu.

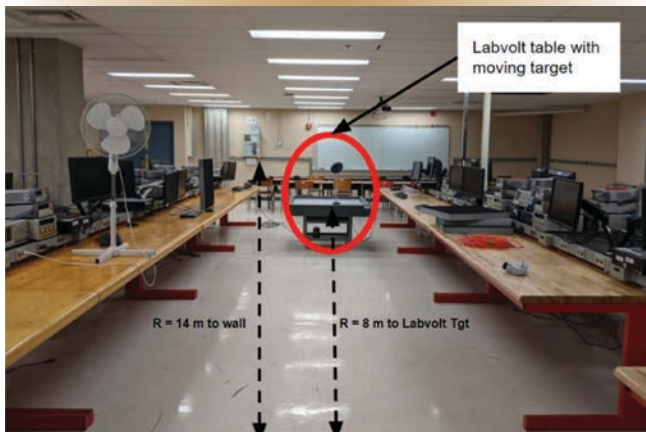


Figure 12. Vue radar (antenne) MIMO de l'environnement d'essai en laboratoire.



Figure 13. Radar MIMO à l'intérieur du dôme.

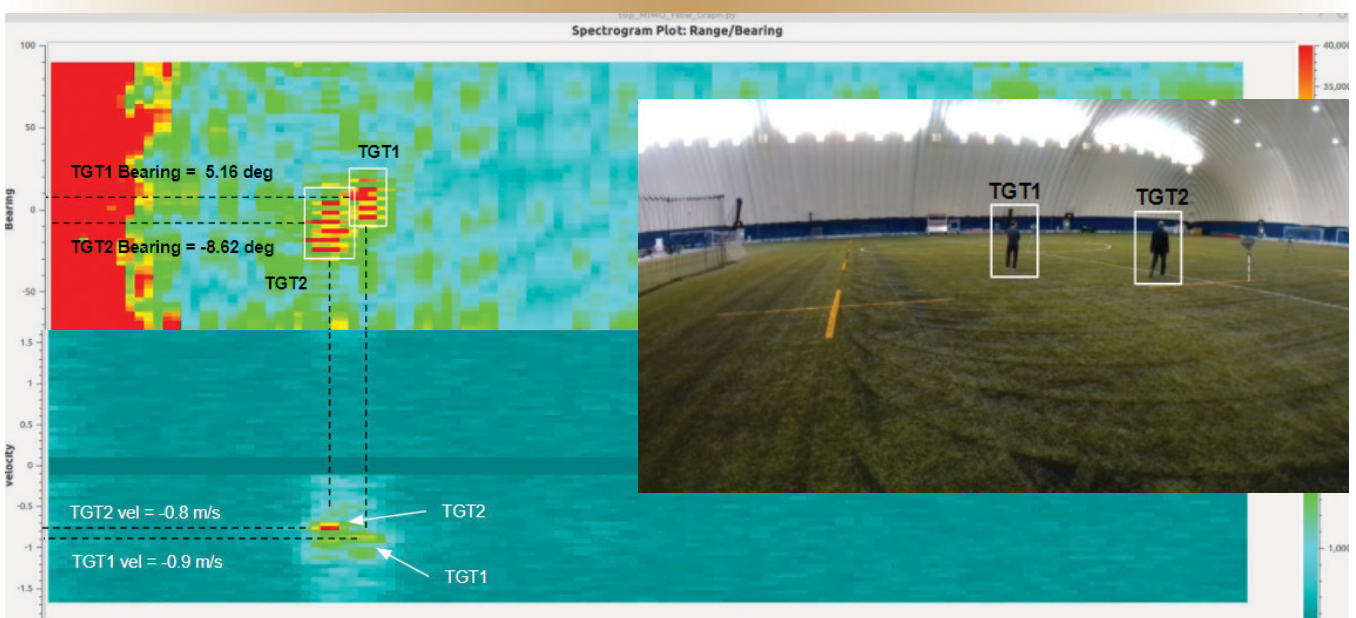


Figure 14. Affichage en temps réel du MRC du radar MIMO.

Le premier environnement d'essai a été le laboratoire (figure 12), qui a fourni une zone pour prouver le fonctionnement du radar MIMO pendant le développement et le fonctionnement précoce du radar. Une table de cibles a été utilisée pour vérifier les trois dimensions de fonctionnement : la portée, le relèvement et la vitesse. L'une des principales conclusions des essais en laboratoire était que le MRF n'est pas utilisable à moins que la forme d'onde du FM-CW ne soit complètement séparée en fréquence. Pour cette raison, la recherche sur le MRF a cessé en laboratoire, l'accent étant toujours mis sur le MRT et le MRC.

Le deuxième environnement d'essai était le dôme d'athlétisme du CMR illustré aux figures 13 et 14. Cela

a fourni un grand espace ouvert pour effectuer des essais plus approfondis du radar MIMO dans les modes MRT et MRC. Les principaux essais de performance effectués à l'intérieur du dôme étaient un essai de portée maximale et un essai sur plusieurs cibles.

La performance radar dans le dôme était proche des valeurs théoriques pour le MRC et le MRT. La plage maximale pour le MRT était de 21,75 m, et de 16,75 m pour le MRC. Une cause potentielle de l'amélioration de la performance du MRT est que le MRC peut souffrir d'une illumination aléatoire de la cible en raison d'une interférence constructive/destructive aléatoire causée par le codage de phase de la forme d'onde. Les deux méthodes de multiplexage

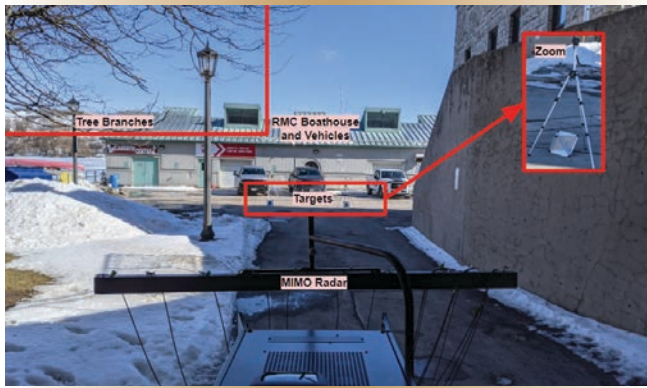


Figure 15. Champ de vision dans l'environnement d'essai extérieur.

avaient des performances similaires dans le test multi-cibles, avec une portée, une vitesse et une résolution angulaire très proches des valeurs théoriques. Un exemple de l'écran de l'opérateur est présenté à la figure 14, avec la plage par rapport à l'azimut sur l'écran supérieur et la plage par rapport à la vitesse sur l'écran inférieur.

Le site d'essai extérieur (figure 15) a été utilisé pour effectuer des mesures statiques en mode MRC à l'aide de réflecteurs radar marins afin d'obtenir une cellule de résolution radar complète. Des essais de portée et de résolution angulaire ont été effectués dans cet environnement.

Les essais de plage et d'angle ont utilisé la séparation crête à zéro pour afficher la résolution (résolution de Rayleigh). Les résultats obtenus en mode MRC étaient une résolution de plage de 1,75 m (théorique de 0,75 m) et une résolution angulaire de 10,5° (théorique de 1,79°). Le fenêtrage a été utilisé dans le traitement de la plage et de l'angle, ce qui augmente le lobe principal de 2,08 fois par rapport à une impulsion rectangulaire, ce qui explique pourquoi les valeurs sont plus grandes que les valeurs théoriques. Une autre raison possible pour laquelle le rendement n'atteint pas les valeurs théoriques est que les cibles sont grandes sur le plan optique à 1,31°, et électriquement à 14° à une distance de 20 m. Cela entraîne de grands retours radar dans l'affichage, ce qui rend les mesures fines difficiles. Des cibles ponctuelles fourniraient de meilleures mesures de résolution dans ce type d'essai. Les écrans radar de post-traitement montrant la portée et la résolution angulaire sont présentés dans la figure 16.

Conclusion

Cette recherche visait trois objectifs, qui ont tous été démontrés. Le premier consistait à créer un radar AESA à l'aide de RRL capables de fonctionner avec MIMO. Les RRL d'Éttus

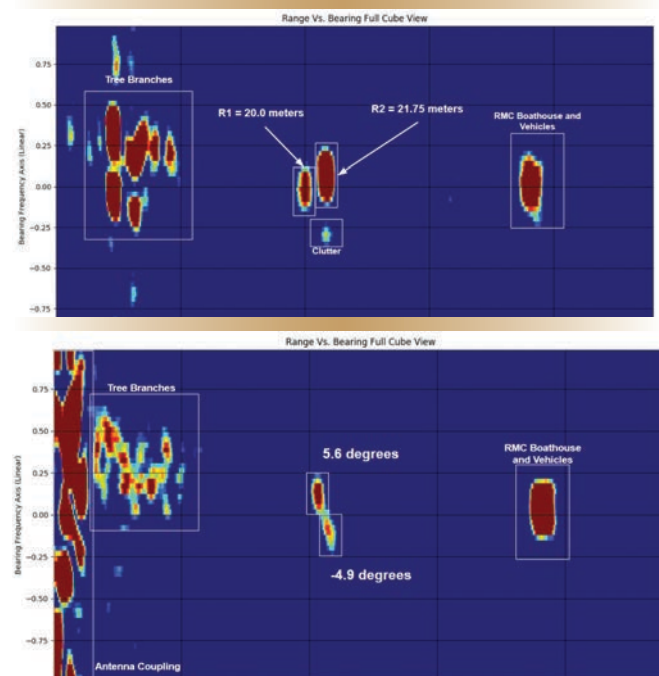


Figure 16. MRC MIMO, les écrans radar de post-traitement montrant la portée de 1.75 m (image du haut) et la résolution angulaire de 10,5° (image du bas).

Research ont été utilisées pour construire un radar AESA entièrement fonctionnel capable de fonctionner en mode MIMO à l'aide des trois techniques de multiplexage. Le deuxième objectif était de s'assurer que le traitement des signaux demeurait en temps réel, ce qui a été démontré dans les trois environnements d'essai. L'objectif final de la recherche était de comparer les modes de MRT, de MRF et de MRC, ce qui a été fait dans un environnement à cibles multiples.

Cette recherche a servi de base à d'autres travaux de développement de radars MIMO par la communauté radar. Il a démontré que les RRL modernes peuvent être utilisées pour construire un radar AESA afin de permettre le développement de stratégies de multiplexage pour l'utilisation dans le radar MIMO. Enfin, cette recherche a montré les avantages que l'opération MIMO pourrait apporter aux futurs radars pour une utilisation militaire ou civile.



Le Capf Gilpin est ingénieur naval et est actuellement gestionnaire principal des systèmes de combat pour le Projet des navires de combat de surface canadiens à Ottawa (Ontario).

Déjà vu!

Un deuxième coup d'oeil sur des histoires dans nos archives.

En 2015, les membres de la communauté technique navale ont été honorés de l'entendre parler des expériences de guerre d'**Elsa Lessard**, lors d'un événement spécial de mentorat où l'attendait une surprise des plus inattendues. Pour célébrer le **80^e anniversaire du SFMRC**, nous offrons ce deuxième regard sur un événement remarquable de nos archives.

Surprise énigmatique pour Elsa Lessard vétérante et auditrice de codes du WRCNS

(De la RGM 78 – Automne 2015)

La DGGPEM et la *Revue du Génie maritime* ont parrainé une présentation très spéciale sur l'écoute et le déchiffrement de codes durant la Deuxième Guerre mondiale au Crow's Nest du NCSM *Bytown* le 19 août 2015, dans le cadre du programme de mentorat des officiers de marine – service technique de la région de la capitale nationale.

La vétérante **Elsa Lessard** (Wren) du Service féminin de la Marine royale du Canada et l'historien collecteur d'instrument d'espionnage **Richard Brisson** ont parlé des subtilités de l'interception et du décodage des messages allemands en temps de guerre. Mme Lessard a donné un visage humain à la responsabilité et aux difficultés avec lesquelles les auditeurs de codes Wren devaient composer au Canada durant la guerre, et M. Brisson a expliqué les aspects techniques de la machine cryptographique allemande Enigma. Deux machines Enigma et d'autres artefacts, ainsi qu'une exposition navale spéciale de **Jack Hearfield**, étaient exposés pour les observer de plus près.

Dans le but de surprendre Mme Lessard, **Ralph Cameron** (VE3BBM), un spécialiste de la radio amateur d'Ottawa, avait préenregistré un message en code Morse pour la remercier



La coordonatrice du programme de mentorat des OMST, la LtV Emilie Létourneau partage un moment paisible avec Elsa Lessard.



Photo du Capc Nick Manley

La vétérante et auditrice de codes du WRCNS Elsa Lessard copie le message en code Morse d'un sous-marin pour la première fois en plus de 70 ans.

de son service en temps de guerre et M. Brisson l'avait encodé à l'aide de sa machine Enigma. Le message avait été envoyé par courriel à **Melissa Raven** au Musée d'histoire naval de Port Burwell, en Ontario (voir la page 21 du n°77 de la RGM) afin qu'il soit transmis de nouveau au groupe situé à Ottawa à un moment prédéterminé de la présentation, directement à bord du sous-marin hors service *Ojibwa* de la MRC (jouant le rôle d'U-boot) par la gestionnaire de site **Ally Shelly**. Dans le cadre de la présentation, M. Brisson a déchiffré le message reçu :

« Félicitations et merci à vous, Elsa. Votre travail et celui de vos collègues durant la Deuxième Guerre mondiale ont rendu possible le succès des opérations canadiennes durant la guerre froide. Nous vous sommes redevables. » – **Tim Barrett**, président du Musée militaire Elgin/NCSM *Ojibwa* à Port Burwell

À mesure que le son des points et des tirets provenant du haut-parleur remplissait la salle, nous avons vu avec enchantement Mme Lessard demander un stylo et une feuille de papier et commencer à copier le code d'un sous-marin pour la première fois depuis la Deuxième Guerre mondiale. La scène était inoubliable.

« Je suis vraiment touchée par tout cela », a-t-elle dit par la suite. « Je suis émue. Merci beaucoup. »



Photo de Brian McCullough

Elsa Lessard, ancienne combattante « centenaire » du Service féminin de la Marine royale du Canada pendant la Seconde Guerre mondiale

(Texte soumis, gracieuseté de Jack Hearfield)

Elsa Lessard est née à Ottawa le 2 juillet 1922. Sa mère venait de Grande-Bretagne et son père était canadien-français. Son frère aîné, Frank Lessard, était opérateur de télégraphe sans fil au sein de la MRC et était responsable de l'envoi et de la réception de messages en code Morse à bord d'un destroyer en mer. Il avait la réputation d'être l'un des signaleurs les plus rapides de la Marine canadienne. Il avait enseigné le code Morse à Elsa lorsqu'elle n'avait que 12 ans. Elsa et son jeune frère Ossie voulaient être exactement comme Frank, alors ils se sont tous deux joints à la Marine royale du Canada pour faire leur part pendant la guerre.

Elsa s'est jointe au Service féminin de la Marine royale du Canada en 1943 et s'est vue attribuer le numéro de service W-1578. Comme toutes les nouvelles recrues Wren, elle a reçu un entraînement de base au NCSM *Conestoga*, l'établissement d'entraînement de la Marine à Galt (maintenant Cambridge), en Ontario. Son premier métier a été celui de secrétaire du capitaine (commis). Elle a été affectée à une nouvelle base, le NCSM *Cornwallis*, près de Digby, en Nouvelle-Écosse. Elle était heureuse d'avoir la chance de voir son frère Ossie, qui y suivait son entraînement de base. Elle aimait les danses et la vie sociale d'une base occupée.

Elle a rapidement été envoyée suivre un cours de télégraphiste à Saint-Hyacinthe, près de Montréal, et a obtenu son diplôme d'opératrice spéciale de télégraphe sans fil, avec le grade de Wren brevetée. Elle a étudié la théorie de l'électronique et a passé des heures à copier le code Morse jusqu'à ce que tout sonne comme du code Morse – l'eau dans les tuyaux, la statique à la radio, et même la musique. Même à l'âge de 100 ans, Elsa peut encore dire le nom d'une personne en morse avec des points et des tirets de code, car c'est devenu une langue naturelle pour elle.

Elsa a été affectée au NCSM *Coverdale*, une station sans fil spéciale (interception des signaux) sur une ferme éloignée près de Moncton (Nouveau-Brunswick). Elsa passait des quarts de travail de huit heures assise devant un récepteur radio CSR-5 Marconi syntonisé sur une fréquence connue, écoutant attentivement à travers un casque d'écoute le son distinct des messages radio chiffrés en code Morse allemands envoyés lors de leurs sous-



Photo de Roberta Gal

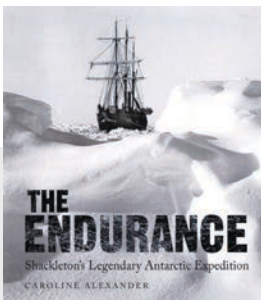
marins venaient brièvement à la surface. Ces messages, qui avaient été codés avec la machine Enigma, étaient transmis en groupes de cinq lettres qu'Elsa transcrivait rapidement sur papier. Ces renseignements étaient transmis outre-mer, contribuant à la connaissance globale de la situation de la Marine en ce qui concerne les positions des sous-marins ennemis dans l'Atlantique, ce qui leur a permis d'éloigner leurs navires de ces menaces et d'assurer la sécurité de milliers de marins alliés en transit.

Le dévouement d'Elsa en tant qu'« auditrice secrète » et la contribution du travail des Wrens canadiennes au décryptage du code Enigma allemand lui ont valu l'insigne commémoratif de Bletchley Park. Les dossiers détaillés et les listes de membres compilés par Elsa pendant qu'elle était présidente de la section d'Ottawa de l'Association des anciennes combattantes de Wrens lui ont permis d'aider de nombreuses autres Wrens méritantes à recevoir l'insigne de Bletchley Park, après avoir passé de nombreuses décennies sans jamais pouvoir parler du travail qu'elles ont fait pendant la guerre.

Depuis des décennies, elle travaille à sensibiliser le rôle des femmes dans la Marine royale du Canada et à leur contribution à la victoire des Alliés pendant la Seconde Guerre mondiale. En 2008, elle a reçu la Mention élogieuse du ministre des Anciens Combattants pour son travail. Elle a représenté les Wrens lors de commémorations spéciales et, en 2012, elle a baptisé le monument de la MRC à Ottawa. En 2019, Elsa Lessard a été l'invitée d'honneur de la cérémonie de la bataille de l'Atlantique au Monument commémoratif de guerre du Canada. Elle vit toujours à Ottawa, où elle a célébré son 100^e anniversaire le 2 juillet.



Titres d'intérêt



The Endurance: Shackleton's Legendary Antarctic Expedition

Par Caroline Alexander

224 pages; 140 photographies en noir et blanc

ISBN : 9781526708786, Seaforth Publishing (2017/2021)

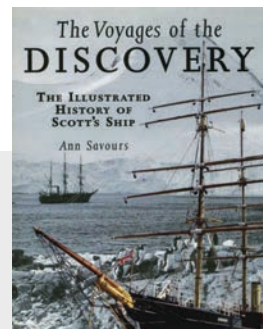
<https://www.pen-and-sword.co.uk/The-Endurance-Shackletons-Legendary-Antarctic-Expedition-Paperback/p/14033>

Le 9 mars de cette année, 107 ans après que l'explorateur irlandais-britannique Sir Ernest Shackleton et son équipage ont vu leur navire endommagé par les glaces, *Endurance*, couler au fond de la mer de Weddell, en Antarctique, le 21 novembre 1915, les chercheurs ont découvert le navire en bois de 44 mètres magnifiquement préservé et reposant debout à une profondeur de 3 000 mètres.

L'expédition impériale transantarctique de 1914 à 1917 de Shackleton, qui a traversé le continent de l'Antarctique d'un océan à l'autre en passant par le pôle Sud, a finalement échoué à atteindre son objectif, mais on se souviendra surtout qu'il s'agissait de l'une des plus grandes épopées de leadership, d'ingéniosité, d'endurance et de survie dans les annales de l'exploration polaire. La découverte de son « navire perdu » fait en sorte qu'il s'agit d'un moment opportun pour revivre cet épisode remarquable de l'histoire à travers le récit illustré de l'expédition de l'auteure Caroline Alexander.

S'appuyant sur des sources qui n'étaient pas disponibles auparavant, le livre présente l'œuvre étonnante du photographe d'expédition australien Frank Hurley, dont le récit visuel de l'aventure n'a jamais été publié de façon exhaustive.

La survie des images remarquables de M. Hurley est à peine moins miraculeuse : Les négatifs sur plaques de verre originaux, dont la plupart des illustrations du livre sont de superbes reproductions, ont été entreposés dans des boîtes hermétiquement scellées qui ont survécu pendant des mois sur des fragments de glace, une semaine dans une embarcation non pontée sur les mers du pôle Sud, et plusieurs autres mois ensevelis sous la neige d'un affleurement rocheux appelé l'île de l'Éléphant. Lorsqu'il a été forcé d'abandonner son équipement professionnel, M. Hurley a capturé certaines des images les plus inoubliables de la lutte avec un appareil photo de poche et trois rouleaux de film Kodak.



The Voyages of the Discovery: The Illustrated History of Scott's Ship

Par Ann Savours

160 pages;

ISBN : 9781848327023, Seaforth Publishing (2013)

<https://www.pen-and-sword.co.uk/The-Voyages-of-the-Discovery-Paperback/p/3902>

Treize ans avant l'expédition transantarctique de 1914 à 1917 de Sir Ernest Shackleton, la Royal Geographic Society avait proposé une expédition britannique en Antarctique, car, même au début du vingtième siècle, le continent méridional demeurait en majorité un mystère. Cette proposition a donné lieu à la conception du navire à vapeur auxiliaire *Discovery*.

Inspiré d'un baleinier, le *Discovery* a été construit à Dundee, en Écosse, et a été spécialement conçu pour résister aux glaces. Le navire a été équipé d'une hélice de levage et d'un gouvernail pour la célèbre expédition du capitaine Robert Scott de 1901 à 1904, pendant laquelle il visite l'Antarctique en compagnie de son troisième officier, Ernest Shackleton, pour la première fois. Comme l'auteure Ann Savours le décrit dans son livre, un an après son retour en Grande-Bretagne, le *Discovery* est acheté par la Compagnie de la Baie d'Hudson et utilisé pour le transport de marchandises entre Londres et les postes de traite de la compagnie, dans l'Arctique canadien, avant de devenir un navire de recherche royale en 1925.

En 1916, le *Discovery* est prêté au gouvernement britannique et envoyé à la rescousse de l'équipage de Shackleton sur l'île de l'Éléphant après la perte du navire *Endurance*, près d'un an plus tôt. La mission est abandonnée lorsqu'on apprend que Shackleton lui-même est retourné chercher son équipage.

— Révisé par Ashley Evans





NOUVELLES (ÉTÉ 2022)

L'Association de l'histoire technique de la Marine canadienne

Nouvelles de l'AHTMC
Établie en 1997

Président de l'AHTMC
Pat Barnhouse

Directeur exécutif de l'AHTMC
Tony Thatcher

**Liaison à la Direction —
Histoire et patrimoine**
Michael Whitby

**Liaison à la Revue du
Génie maritime**
Brian McCullough

Webmestre
Peter MacGillivray

Webmestre émérite
Don Wilson

Nouvelles de l'AHTMC est le bulletin non officiel de l'Association de l'histoire technique de la marine canadienne. Prière d'adresser toute correspondance à l'attention de M. Michael Whitby, chef de l'équipe navale, à la Direction histoire et patrimoine, QGDN, 101, Ch. Colonel By, Ottawa, ON K1A 0K2
Tél. : (613) 998-7045
Télec. : (613) 990-8579

Les vues exprimées dans ce bulletin sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue officiel ou les politiques du MDN.

www.cntha.ca

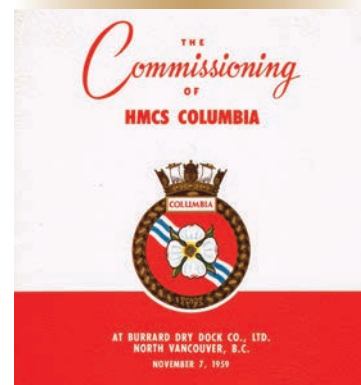
Burrard Dry Dock et la construction de destroyers d'escorte sur la côte Ouest

Par Chris Madsen, Ph. D.

Au cours des années 1950, la Burrard Dry Dock est devenue le principal constructeur de navires fournissant la Marine royale canadienne (MRC) sur la côte Ouest du Canada. L'équipe de direction de Burrard Dry Dock, forte d'une riche expérience en construction et conversion de navires pour la guerre pendant la Seconde Guerre mondiale, a su mettre à profit son expertise pour prendre plusieurs mesures stratégiques améliorant ses perspectives commerciales, à commencer par l'achat du chantier naval Yarrows à Esquimalt, en 1946. Sa proximité avec l'arsenal de la MRC et avec la cale sèche d'Esquimalt, administrée par le gouvernement et construite en 1926, offrait au constructeur un accès privilégié.

En 1951, la Burrard Dry Dock a acheté la Pacific Dry Dock, son concurrent voisin de North Vancouver, ce qui lui a permis d'acquérir de l'équipement précieux et d'autres travailleurs qualifiés. Il ne restait plus que la Victoria Machinery Depot de Harold Husband comme seul autre chantier naval important de la province. La Burrard Dry Dock en fera l'acquisition plus tard, en 1967. Le président de la société consolidée de Burrard Dry Dock était Clarence Wallace, un homme reconnu pour son sens aigu des finances et des affaires. À partir du moment où il a été nommé lieutenant-gouverneur de la Colombie-Britannique, en octobre 1950, et jusqu'à ce qu'il reprenne activement les rênes de la société en septembre 1955, chacun des chantiers navals était administré par un gestionnaire distinct.

En y ajoutant la filiale de Yarrows, à Esquimalt, la Burrard Dry Dock est devenue le plus important employeur en chantiers navals en Colombie-Britannique. Avec des installations considérablement modernisées et agrandies, l'entreprise pouvait se mesurer à des chantiers navals de premier ordre reconnus à l'échelle nationale à Montréal et à Lévis, au Québec, et à Halifax, en Nouvelle-Écosse, qui soumissionnaient tous pour des contrats gouvernementaux. Après l'intervention des Nations Unies en Corée (de 1950 à 1953), le gouvernement fédéral s'est engagé à maintenir une main-d'œuvre de 7 000 personnes dans l'industrie canadienne de



Source : Chris Madsen

Couverture du manuel officiel de mise en service du NCSM *Columbia*, le 7 novembre 1959.

la construction navale afin d'appuyer les intérêts de sécurité nationale. Bien qu'elle ait poursuivi certains travaux commerciaux, la Burrard Dry Dock est devenue un fournisseur privilégié du gouvernement fédéral. Pour la majeure partie des 15 années qui ont suivi, les chantiers navals de Burrard Dry Dock à North Vancouver et à Esquimalt ont été presque exclusivement consacrés aux marchés publics de grande valeur pour la MRC et aux Services maritimes du ministère des Transports.

À l'époque, la MRC faisait l'acquisition de destroyers d'escorte à vapeur — des navires de guerre de moyenne portée spécialisés dans la guerre anti-sous-marine (GASM) — pour contribuer aux efforts canadiens pendant la Guerre froide. Il y avait plusieurs variantes de destroyers d'escorte, dont la classe *Saint-Laurent* (205) initiale, la classe *Restigouche* (257), légèrement plus grande avec des dispositifs et capteurs antiaériens améliorés, et la classe *Mackenzie* (261), modifiée pour être plus économique. Le personnel du quartier général de la Marine, à Ottawa, a préparé des dessins et offert des conseils techniques au personnel des chantiers navals sélectionnés, et la Burrard Dry Dock a construit des navires de chacune des trois classes. Tous les destroyers d'escorte du Canada ont reçu le nom de rivières ou de fleuves importants. Plusieurs années se sont écoulées entre leur lancement et leur mise en service en raison de l'important aménagement effectué à North Vancouver et à Esquimalt (voir le tableau). Le personnel naval résident, dirigé par un

(Suite à la page suivante)

Tableau 1.

Construction et mise en service de destroyers d'escorte à la Burrard Dry Dock.

	Navire	Mise à l'eau	Mise en service
<i>Classe Saint-Laurent</i>			
DDE-207	NCSM <i>Skeena</i>	19 août 1952	30 mars 1957
DDE-233	NCSM <i>Fraser</i>	19 février 1953	28 juin 1957
<i>Classe Restigouche</i>			
DDE-258	NCSM <i>Kootenay</i>	15 juin 1954	7 mars 1959
DDE-260	NCSM <i>Columbia</i>	1 ^{er} novembre 1956	7 novembre 1959
<i>Classe Mackenzie</i>			
DDE-263	NCSM <i>Yukon</i>	27 juillet 1961	25 mai 1963

commandant technique et des inspecteurs de la coque, de l'ingénierie, de l'électricité, de l'artillerie et de l'approvisionnement, a agi au nom du ministère de la Production de la défense (construction navale) dans l'exécution des contrats et s'est assuré que les spécifications de la MRC étaient entièrement respectées.

Les destroyers d'escorte étaient de conception canadienne avec des influences britanniques. Ils comprenaient des turbines à vapeur à deux arbres English Electric et des chaudières Babcock & Wilcox pour la propulsion, des ponts supérieurs « arrondis » distinctifs pour prévenir l'accumulation de glace par temps froid, des systèmes de ventilation et de décontamination fermés pour la lutte contre les armes nucléaires et des emménagements luxueux pour l'équipage, selon les normes de l'époque. Les nouvelles techniques de production, plus exigeantes que pour le travail commercial normalement exécuté à la Burrard Dry Dock, comprenaient le décapage de plaques d'acier dans des bains d'acide et une utilisation accrue d'aluminium dans la superstructure pour réduire le poids des navires. De plus, dans l'atelier d'usinage des tôles, la bondérisation des pièces en aluminium était faite à l'aide d'un procédé en trois parties consistant à tremper les pièces dans des solutions de nettoyage, à les graver pour éliminer la brillance normale, puis à les enduire par pulvérisation d'un apprêt protecteur au chromate de zinc. L'aménagement des installations de machinerie pour la tuyauterie, les conduits électriques et la canalisation de ventilation dépendaient souvent des opérations qu'on effectuait à l'origine à l'endroit en question.

Une fois un destroyer d'escorte terminé, on y installait des armes et de l'équipement spécial dans un dépôt d'armement naval situé près de Lynn Creek, à North Vancouver. Le NCSM *Skeena* et le NCSM *Fraser* étaient équipés de canons à montage double surface-surface/surface-air de 3 pouces et de calibre 50 à l'avant et à l'arrière, et de deux canons à montage unique Boffin de 40 mm. Sur le NCSM *Kootenay* et le



Source : Chris Madsen

Le NCSM *Kootenay* quitte le port de Vancouver après sa mise en service à la Burrard Dry Dock en mars 1959. Ce destroyer d'escorte était l'un des cinq navires du genre construits au chantier naval de North Vancouver.

NCSM *Columbia*, on avait remplacé le canon avant par un canon à montage double de 3 po et de calibre 70. Les canons à montage double surface-surface/surface-air de 3 pouces et de calibre 50 ont été gardés à l'arrière, et aucun canon Boffin n'a été installé. Chaque destroyer d'escorte était équipé d'un mortier anti-sous-marin Limbo Mark 10 monté sur la demi-dunette, qui était l'arme offensive principale de GASM. Cette arme efficace pouvait atteindre des cibles à 1 000 verges. La direction, la distance et le tir pouvaient être commandés par des opérateurs de sonar se trouvant dans leur compartiment à l'extérieur de la salle des commandes du navire. Le NCSM *Yukon* a été muni de torpilles anti-sous-marines légères Mark 43, de conception américaine, lancées « par-dessus bord » à l'aide d'un lance-grenades sous-marin modifié. Un projet de navires de classe « *Vancouver* » a également été envisagé. Conçus pour être construits rapidement en cas de guerre, ces navires auraient été moins performants et auraient avancé plus lentement que le destroyer d'escorte (cinq nœuds de moins). Le projet a été mis de côté en raison des progrès en guerre navale et des capacités des forces soviétiques.

Les destroyers d'escorte étaient plus lents à leur vitesse de pointe que les sous-marins nucléaires soviétiques les plus récents, mais ils naviguaient habituellement en groupes de deux ou plus pour localiser et attaquer une cible avec leurs mortiers hautement explosifs. La MRC a également été une pionnière dans l'utilisation d'hélicoptères embarqués comme capteurs de GASM et plateformes d'armes, grâce à une invention canadienne pour l'appontage d'hélicoptères, surnommé le « beartrap » (piège à ours), ajouté plus tard aux destroyers d'escorte pour les convertir en destroyers porte-hélicoptères, et aux nouvelles constructions de destroyers porte-hélicoptères de classe *Annapolis* (265).

La production de destroyers d'escorte a été une réalisation importante pour la Burrard Dry Dock et un atout important pour l'industrie canadienne de la construction navale. L'entreprise et ses travailleurs ont progressivement amélioré leurs compétences techniques, la qualité de leur travail, leur productivité et les estimations des coûts pour l'ensemble de leurs contrats et chacune des constructions de navire de guerre. Les autorités navales ont également réappris à gérer et superviser les projets d'envergure de la Défense nationale. Bien que les destroyers d'escorte conçus et construits au Canada aient été désuets sur le plan de la technologie avant même d'être achevés, avec la guerre navale en pleine évolution, ils ont rendu de fiers services dans la Marine royale canadienne pendant de nombreuses décennies, et ce, bien au-delà des fonctions de GASM pour lesquelles ils étaient conçus, en devenant des plateformes opérationnelles et de formation. Après la construction des destroyers d'escorte, la Burrard Dry Dock a obtenu des contrats de construction de brise-glaces pour le Service maritime du ministère des Transports, qui prendra le nom de Garde côtière canadienne en 1962, afin de poursuivre son travail pour le gouvernement et de maintenir des emplois stables dans l'industrie de la construction navale.

La construction de destroyers d'escorte a marqué une période plutôt prospère pour la Burrard Dry Dock, le secteur de la construction navale canadienne en général et la Marine royale canadienne. Les politiques étaient alors favorables à la mise en place d'une solution canadienne afin de répondre aux besoins navals, avec autant de possibilités que de limites. Ce chapitre de l'histoire technique de la Marine royale canadienne demeure donc marquant et important.



Chris Madsen, Ph. D., est professeur au Département des études de la défense du Collège des Forces canadiennes et au Collège militaire royal du Canada à Toronto, en Ontario.