



Défense  
nationale

National  
Defence

# Revue du Génie maritime

La Tribune du Génie maritime au Canada



Automne  
2024

Chronique spéciale

Gestion de la corrosion de la MRC : Progrès des inspections  
de pont et de coque par courants de Foucault pulsés



Canada

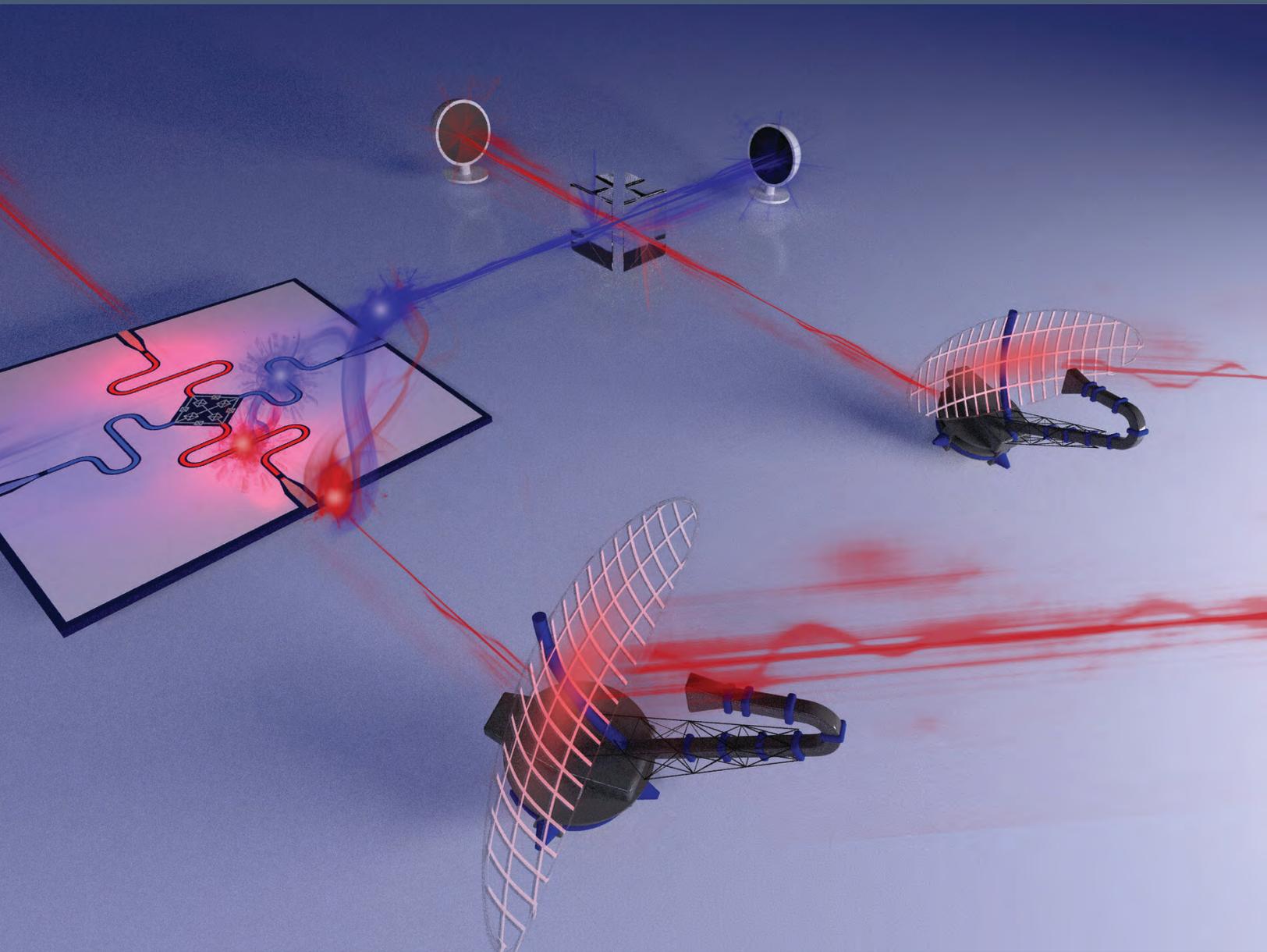


Illustration d'un prototype de radar quantique créé par des physiciens de l'Institute of Science and Technology Austria. Image utilisée avec autorisation. Crédit : © IST Austria/Philip Krantz

## Technologie de demain : Radar quantique

L'investissement dans la capacité de radar quantique  
vaut-il la peine pour les FAC/la MRC?

Voir page 12



**Directeur général  
Gestion du programme  
d'équipement maritime**  
Commodore Keith Coffen, CD

**Rédacteur en chef**  
Capv Damien  
Chouinard-Prevost, CD  
Chef d'état-major du GPEM

**MDR conseiller éditorial**  
PM 1 Paul Parent, MMM, CD  
Chef d'unité de la DGGPEM  
PM 1 Gordon Klemm, CD  
DSPN 3-3-4, DGGPEM

**Gestionnaire du projet**  
Ltv Chris Leung

**Directeur de la production  
et renseignements**  
Brian McCullough  
Ann Mech  
RGM.Soumissions@gmail.com

**Coordnatrice à la production**  
Jacqueline Benoit

**Conception graphique  
et production**  
d2k Graphisme & Web  
www.d2k.ca

**Revue du Génie maritime  
sur Canada.ca :**  
[https://www.canada.ca/fr/  
ministere-defense-nationale/  
organisation/rapports-publications/  
revue-genie-maritime.html](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](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/](http://www.cntha.ca/publications/m-e-j/)

# Revue du Génie maritime



(Établie en 1982)  
Automne 2024

## Chronique du Commodore

Le Centre d'essais techniques (Mer) (CETM) : Organisme gouvernemental exploité par un entrepreneur (OGEE) partenaire de confiance depuis plus de 70 ans  
*par le commodore Keith Coffen, CD*..... 2

## In Memoriam

Contre-amiral Eldon Healey (1934-2024).....3

## Tribune

D'enfant militaire à étudiant inscrit à un programme d'enseignement coopératif en mécanique navale  
*par Kathryn Basinger* ..... 4

Le Centre d'essais techniques (Mer) : Un pilier de l'excellence navale  
*par le Capv Christian Nadeau* .....5

## Chroniques spéciales

Gestion de la corrosion de la MRC : Progrès des inspections de pont et de coque par courants de Foucault pulsés  
*par DGGPEM (GNCS) / Équipe du programme de gestion de la corrosion de la DSPN* .....7

Le radar quantique est-il un investissement prometteur pour les FAC?  
*par le Capf Graham Hill*..... 12

Analyse des risques du calendrier – Une pratique exemplaire dans la gestion de l'approvisionnement complexe en matière de défense  
*par Jonathan Shriqui* ..... 16

## Titre d'intérêt

The Silent Service's First Hero — First USN Submariner to Receive the Medal of Honor ..... 20

**Bulletins d'information**..... 21

**Nouvelles de l'AHTMC**..... 23



Progrès des inspections de pont et de coque par courants de Foucault pulsés.

Photo courtoisie de CETM et IMF Cape Scott

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, 101, prom. Colonel By, Ottawa (Ontario) Canada, K1A 0K2. Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles.

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

# Le Centre d'essais techniques (Mer) (CETM) : Organisme gouvernemental exploité par un entrepreneur (OGEE) partenaire de confiance depuis plus de 70 ans

Par le Commodore Keith Coffen, CD

Le 15 août, j'ai eu le grand plaisir de présider une cérémonie de passation de commandement au Centre d'essais techniques (Mer) (CETM) de Montréal, l'une de nos deux unités de campagne du DGGPEM (Groupe du matériel). Le **Capv Christian Nadeau** a été relevé par le nouveau commandant, le **Capf Darryl Gervis**.

Christian et moi-même sommes les deux derniers officiers en service qui restent de notre cours sur les applications de Génie des systèmes de combat (GSC) de 1996-97, et il est merveilleux de le voir promu. Il quittera la communauté technique pour les prochaines années afin de travailler comme développeur de forces au sein du Commandement du renseignement des Forces canadiennes (COMRENSFC), et nous lui souhaitons bon vent et bonne mer.

Darryl est un collègue sous-marinier, et il était officier du génie des systèmes de combat (OGSC) du NCSM *Victoria* (SSK-876) lorsque ce sous-marin a démontré la puissance de la torpille Mk 48, coulant l'ancien USNS *Concord* (T-AFS 5) avec un seul coup lors d'un exercice de tir réel au RIMPAC 2012. Il est le premier officier qualifié pour les sous-marins à être nommé commandant du CETM, et nous lui souhaitons la meilleure des chances dans ses nouvelles fonctions.

Le CETM a été créé au début des années 1950 en partenariat avec ce qui était alors la société Peacock Inc., propriété de Weir, et il est un partenaire de confiance de la GPEM et de la MRC depuis plus de 70 ans. Fonctionnant selon un modèle d'organisme gouvernemental exploité par un entrepreneur (OGEE), Weir Génie maritime fournit la structure organisationnelle, l'expertise et le soutien nécessaires, tandis que le Canada fournit de l'équipement appartenant au gouvernement, du financement selon un modèle axé sur les tâches et, depuis les années 1970, un commandant militaire. Plus récemment, nous avons également affecté un commandant adjoint basé à Ottawa à la structure de commandement.

Au fil des ans, le CETM a bénéficié de la participation directe d'un nombre important de marins et d'officiers de



Capv Nadeau, avec Cmdre Coffen et Capv Gervis.

tous les groupes professionnels de la MRC, y compris certains qui se sont joints à l'entreprise après une carrière militaire complète. Ce type de continuité n'a pas de prix. **Serge Lamirande** et **Joël Parent**, tous deux d'anciens commandants du CETM, ont fini par occuper des postes de haute direction civile après avoir quitté une carrière distinguée au sein des FAC. Même si Serge est maintenant entièrement à la retraite, Joël continue d'occuper le poste de directeur général. Ces deux anciens officiers de marine du service technique (OMST) exceptionnellement motivés ont fait leur marque en veillant à ce que le CETM demeure parfaitement aligné sur les objectifs de la MRC et de la GPEM, les priorités stratégiques et les normes sans compromis en matière d'excellence technique, de fiabilité de l'équipement et de sécurité du personnel.

Ayant vu le CETM en action depuis presque le premier jour où je suis monté à bord du tout nouveau NCSM *Regina* (FFH-334) en tant qu'Ens 2 en 1995, je dirais que la capacité offerte par le CETM est inestimable et a eu une incidence positive sur la MRC de façon visible et invisible depuis des générations. Avec l'attribution du contrat « CETM 3 » à Weir Génie maritime en avril dernier, je pense qu'il est juste de dire que la relation demeurera solide pour les décennies à venir.



Photo courtoisie d'André Gauvreau du Centre d'essais techniques

## IN MEMORIAM

# Contre-amiral Eldon (Ed) James HEALEY, CMM, CD (11 août 1934 – 26 août 2024)

La communauté des services techniques de la marine du Canada a été attristée d'apprendre le décès du contre-amiral (retraité) Eldon Healey à Ottawa, le 26 août, à l'âge de 90 ans. Originaire d'Owen Sound, en Ontario, il était largement considéré comme le « père » du Programme de la frégate canadienne de patrouille et a servi pendant 32 ans en tant qu'officier ingénieur dans la Marine royale canadienne avant de prendre sa retraite en 1985 en tant que chef - Génie et maintenance des Forces canadiennes. Il a continué de servir le Canada à titre de sous-ministre adjoint civil (Matériels) du ministère de la Défense nationale de 1985 à 1990, avant de faire la transition vers le secteur privé.

Le contre-amiral Healey a eu une carrière remarquable, définie en partie par son expérience de certains des plus grands projets d'approvisionnement de navires de son époque, depuis le NCSM *Provider* (AOR-508) en 1963, jusqu'au Programme de la frégate canadienne de patrouille (FCP) et au Projet de révision et de modernisation des navires de classe Tribal des années 1980. Lors de sa nomination finale au poste de SMA (Matériels), il était responsable de tous les approvisionnements au sein du MDN. Son style personnel était caractérisé par une volonté de bien faire les choses, et il savait comment rapprocher les parties. En 2009, dans une entrevue sur l'histoire orale pour le projet de l'Infrastructure industrielle de défense canadienne, il a dit ceci : « Si vous concevez (votre approvisionnement) ... sans souplesse dans votre processus, alors vous êtes condamné à un approvisionnement difficile. »<sup>1</sup>

Sa plus grande réalisation professionnelle, selon sa famille, a été de livrer les frégates de la classe *Halifax* du Canada, qui demeurent l'épine dorsale de la flotte de surface de la MRC. À titre de gestionnaire de projet pour le projet de la FCP de 1980 à 1984, le commodore Healey a géré ce qui était à l'époque le plus important projet d'approvisionnement naval de l'histoire du Canada et le plus grand projet logiciel jamais entrepris en Amérique du Nord. Dans le cadre d'un processus complexe d'approbation des contrats, il a réussi à livrer deux lots de six frégates de patrouille modernes en avance sur le calendrier et en deçà du budget.



Photo des Forces armées canadiennes



Photo de Caméra de combat, par Sgt Kevin MacAulay

En 2014, le contre-amiral (retraité) Richard Greenwood a écrit dans *An Engineer's Outline of Canadian Naval History, Part III (1970-2014)*, « Le projet de la FCP était une entreprise de grande envergure pour le Centre canadien de génie naval ... Un changement important a été amorcé dans la philosophie de maintenance de la Marine canadienne. »

Le programme de la frégate générerait éventuellement d'importantes retombées économiques pour l'industrie maritime du Canada et contribuerait à la maturation de nombreuses industries clés, y compris l'électronique, les logiciels et l'intégration des systèmes.

Ses efforts ne sont pas passés inaperçus. Il a été nommé Commandeur de l'Ordre du mérite militaire en 1983 et, en 2015, il a reçu, avec le vice-amiral Chuck Thomas, la Médaille des amiraux pour son « leadership dans la direction du Programme de la frégate canadienne de patrouille ».

Toujours un gentilhomme et dévoué à sa famille, Eldon Healey, a consacré beaucoup d'efforts à son travail bénévole auprès d'un certain nombre d'organismes liés à la défense et d'organismes de bienfaisance. Il laisse dans le deuil son épouse depuis 62 ans, Beverly Anne, ses enfants, David, Anne et Chris, ainsi que ses petits-enfants, James et Sydney.



1. <https://www.cntha.ca/tech-hist/oral-written-hist/histories/edhealey.html>

2. *The Northern Mariner/Le marin du nord*, volume XXIV, n° 3 et 4 (juillet et octobre 2014), p. 273-295.  
Revue militaire canadienne, volume 23, n° 3 et 4 (été et automne 2014), p. 273-295.

## TRIBUNE

# D'enfant militaire à étudiant inscrit à un programme d'enseignement coopératif en mécanique navale

Par Kathryn Basinger

**E**n grandissant en tant qu'enfant d'un officier du génie militaire, j'ai vécu une vie remplie d'aventures constantes, de nouvelles personnes et d'incertitude. Et même si le fait de grandir dans un milieu en constante évolution a créé de l'incertitude, cela m'a inculqué un sentiment d'aventure et d'adaptabilité qui continue de m'influencer à ce jour.

Depuis le début de mes études secondaires, je savais que je voulais étudier le génie. Compte tenu du choix de programme de mon père et de mon intérêt pour la résolution de problèmes, les mathématiques et les sciences, j'ai décidé d'entrer en génie mécanique biomédical à l'Université d'Ottawa. J'ai depuis appris à aimer le génie mécanique dans son ensemble.

Lorsque j'ai vu la liste des programmes coopératifs de l'université pour le ministère de la Défense nationale, je savais que le fait de présenter une demande me permettrait de voir les militaires – qui font partie intégrante de ma vie jusqu'à maintenant – d'un point de vue différent. L'emploi de cet été a fini par être plus qu'un simple stage de travail coopératif; il est devenu un pont entre mon histoire personnelle et mes aspirations professionnelles.

En travaillant avec le MDN, j'ai pu acquérir une expérience directe de l'aspect professionnel de l'ingénierie et mieux comprendre ce que pourrait être mon avenir. J'ai travaillé comme étudiant sur le système de maniement et de déchargement des armes sous-marines de la classe *Victoria* de la Marine royale canadienne, avec des conseils et une supervision fantastiques du **Capc Fady Elsabagh** et de **Salih Abouassali**. Je suis rapidement passée d'une piètre compréhension des acronymes à me sentir à l'aise de contribuer aux discussions et de formuler des recommandations préliminaires sur des éléments comme les changements de conception ou les prolongations de la durée de vie des pièces cataloguées.

Mes tâches initiales consistaient à rédiger des rapports de voyage pour des visites à CANSEC, le plus grand salon professionnel de l'industrie de la défense au Canada, et au Centre d'essais techniques (Mer) (CETM) de Montréal. CANSEC m'a éclairé sur les possibilités de carrière futures et les aspects commerciaux de l'ingénierie, tandis que la visite du



Photo soumise

CETM m'a présenté les aspects techniques de cette remarquable installation d'ingénierie et d'essai. Le rapport de voyage du CETM comprenait un résumé de la discussion sur les facteurs de sécurité liés à un nouveau chariot d'embarquement de torpilles lourdes commandé par la Marine.

D'autres tâches comprenaient la préparation d'un rapport sur la dureté recommandée des joints toriques dans le système de maniement et de lancement des armes des sous-marins, et l'apport de sept modifications techniques à la porte d'approbation de fermeture, dont certaines avaient été amorcées avant ma naissance. Ma dernière tâche principale, que j'ai lancée moi-même, a été de créer un document d'introduction pour donner aux futurs étudiants et employés du MDN une base contextuelle solide pour ce que la SM 3-3 fait.

Mon passage d'enfant militaire à étudiante en génie travaillant au MDN témoigne de la façon dont nos antécédents peuvent façonner notre avenir. Mon éducation m'a fourni une base d'adaptabilité et de curiosité qui a mené à un été merveilleux avec le MDN, et je suis très reconnaissante pour mon été passé à la SM 3-3. Ce fut une excellente expérience d'apprentissage.



*Kathryn Basinger est une étudiante de troisième année du programme en génie mécanique biomédical de l'Université d'Ottawa.*

# Le Centre d'essais techniques (Mer) : Un pilier de l'excellence navale

Par le Capv Christian Nadeau

**A**près un peu plus d'un an comme commandant du Centre d'essais techniques (Mer) (CETM), j'ai eu l'honneur d'être remplacé par le **commandant Darryl Gervis**. En réfléchissant au temps que j'ai passé au CETM, je suis toujours étonné de l'ampleur du travail que fait ce centre.

Le mandat du CETM est essentiel à l'état de préparation opérationnelle de la Marine royale canadienne (MRC), car celui-ci fournit des services d'ingénierie de 4<sup>e</sup> ligne et des essais sur le terrain à l'appui du matériel naval pour les Forces armées canadiennes (FAC). Plus précisément, le CETM offre des services spécialisés d'essai et d'évaluation (E et E), ainsi que des services de vérification et validation indépendantes (V et VI) à la MRC, au directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime (DGGPEM) et aux grands projets d'immobilisations. L'objectif primordial du CETM est de protéger les intérêts de la MRC.

## Histoire du CETM

**1951-1954 :** Le CETM a été établi à Montréal, stratégiquement situé au même endroit que le bureau de conception de destroyers d'escorte de la classe DDE-205 *Saint-Laurent*, l'industrie de la construction navale et des installations pour la mise à l'essai de composantes navales comme des valves et des moteurs de propulsion à turbine à vapeur.

**1966-1972 :** L'installation a élargi ses capacités pour inclure des essais de moteurs à turbine à gaz.

**1974 :** Le CETM a été intégré en tant qu'unité de campagne relevant du sous-ministre adjoint (Matériel).

**1987 :** Les systèmes de combat ont été ajoutés au mandat du CETM, et des représentants côtiers permanents ont été introduits, en particulier pour appuyer les frégates de classe *Halifax*.

**1990 :** Le CETM a commencé à jouer un rôle central dans le développement et le soutien de systèmes de communication de pointe et à contribuer au programme d'essai et d'évaluation opérationnels des frégates.

**2000 :** L'organisation est passée d'un modèle « à fournisseur unique et à coût majoré » à une approche « concurrentielle



Photo courtoisie d'André Gauvreau du Centre d'essais techniques

Capv Christian Nadeau avec Joël Parent, le directeur général du CETM.

et axée sur le rendement », marquant une évolution contractuelle importante. Le CETM a également répondu à des besoins précis en faisant appel à des experts en la matière, notamment de la Marine royale, pour appuyer le programme du système d'évacuation sous-marine SSK.

**2017 :** Le CETM a terminé un projet de modernisation, agrandissant ses installations d'environ 10 000 pieds carrés. Cela comprenait des laboratoires de systèmes de communication et de combat spécialement conçus et une infrastructure pour répondre aux exigences du code contemporain.

**Depuis 2017 :** Le CETM a établi un centre d'excellence (CE) pour les véhicules sans équipage, a amélioré ses capacités de modélisation et de simulation et a opérationnalisé la technologie de détection de la corrosion.

**2024 :** Le contrat du CETM 3 a été attribué à WEIR Canada, et les années d'option peuvent aller jusqu'à 20 ans.

## Dotation et structure actuelles

Le CETM est un organisme gouvernemental exploité par un entrepreneur (OGEE), qui intègre environ 400 employés, principalement des ingénieurs et des technologues, au sein du ministère de la Défense nationale (MDN) et de la MRC. Ces professionnels apportent une expertise spécialisée dans les systèmes maritimes, les systèmes de combat, l'architecture

(Suite à la page suivante...)

navale, ainsi que les systèmes d'information et de communication, tous au service de la MRC.

## Services de base

Les services de base du CETM couvrent un large éventail de fonctions critiques, notamment :

1. Évaluation du rendement de l'équipement, des systèmes et des logiciels par rapport aux besoins
2. Aide à la conduite et à l'élaboration des essais
3. Évaluation des modifications de conception
4. Vérification et validation indépendantes (V et VI)
5. Enregistrement, réduction et analyse des données
6. Enquête et analyse des problèmes
7. Soutien des champs de tir
8. Soutien à l'innovation
9. V et VI des processus d'acquisition et de soutien du matériel

Parmi les exemples de travaux du CETM, mentionnons les essais de qualification (p. ex., chocs, vibrations, environnement, essais de moteur), la qualification du matériel (p. ex., essais de pression et d'éclatement, chocs, vibrations, etc.), les essais de cyberpénétration, et l'utilisation de technologies de pointe.

## Modèle d'affaires

Le modèle opérationnel du CETM repose sur des principes clés qui assurent l'indépendance, la capacité stratégique et la réceptivité de l'organisation aux besoins de la Marine. Cela comprend une politique stricte sur les conflits d'intérêts, une structure incitative au rendement et une transparence complète au moyen de rapports et de vérifications réguliers.

## Systèmes maritimes / Systèmes de combat et de contrôle

Les capacités de la section des systèmes maritimes du CETM comprennent les essais de qualification et de rendement, les essais de matériaux, la protection de l'environnement, l'architecture navale, les études de corrosion et la modélisation et la simulation de systèmes. Entre-temps, la section des systèmes de combat et de contrôle se concentre sur le soutien de la flotte, la V et VI et le soutien technique pour les nouvelles capacités et les évaluations de la capacité de survie des navires.

## Systèmes d'information et communication

La section des SIC appuie la MRC dans des domaines comme les systèmes d'information navale (NavIS), les communications de données, la sécurité des technologies de

l'information et le Système d'information de la gestion des ressources de la Défense (SIGRD). Le travail de la section est essentiel au maintien de l'intégrité et de la sécurité des systèmes de communication et d'information navales.

## Essais et infrastructure

L'infrastructure du CETM est maintenue par une équipe spécialisée responsable de l'exploitation de l'installation d'essai LaSalle, des services d'atelier, des systèmes de TI et de la logistique de l'approvisionnement. Le programme de gestion de la sécurité, de la santé et de l'environnement (SSE) assure la conformité aux normes de l'industrie et favorise un environnement de travail sécuritaire dans l'ensemble des activités diversifiées du CETM.

## Orientation future

L'avenir du CETM est défini dans son plan des capacités stratégiques (PCS), lancé en 2021 et mis à jour en 2024 pour refléter le nouveau contrat du CETM 3. Le plan décrit plusieurs initiatives clés :

- **Croissance du personnel** : On prévoit augmenter l'effectif à 500 personnes au cours des cinq prochaines années.
- **Installation d'essai de l'Atlantique** : Envisager d'établir une nouvelle installation pour accueillir le personnel existant et soutenir les opérations des véhicules sans pilote.
- **Expansion des services** : Vise à devenir un centre d'excellence pour l'intelligence artificielle et l'ingénierie additive.
- **Soutien du Programme de sous-marins canadiens de patrouille** : Plans visant à améliorer le soutien au Programme de sous-marins canadiens de patrouille.
- **Projet de récapitulation de LaSalle** : Recommander de répondre aux besoins d'infrastructure liés à la TI et d'agrandir l'espace pour les travaux classifiés.
- **Désignation d'organisation reconnue** : Cherche à obtenir le statut d'organisation reconnue (OR) auprès de l'autorité réglementaire du matériel naval (ARMN).

## Conclusion

Le CETM est une pierre angulaire de l'excellence en génie naval, qui vise à répondre aux besoins opérationnels de la MRC par des essais, des évaluations et des innovations rigoureux. Au moment où le CETM va de l'avant sous la direction du Capf Darryl Gervis, il demeure déterminé à accroître ses capacités et à assurer le succès continu de la Marine royale canadienne.



# Gestion de la corrosion de la MRC : Progrès des inspections de pont et de coque par courants de Foucault pulsés

Article coordonné par Cameron Walker, ICE Dragon Corrosion Inc., avec des mémoires du Capc Shane Kavanagh (IMFCS), du Ltv Matthew Hewitt (IMFCS), de Ryan Williamson (CETM), de David Bernier (CETM) et de Brycklin Wilson, ICE Dragon Corrosion Inc.

Comme de nombreuses classes de navires avant elles, les frégates de classe *Halifax* devront prolonger leur durée de vie utile prévue, plus précisément jusqu'à l'arrivée de la nouvelle flotte canadienne de navires de combat de surface de destroyers de la classe Fleuves et rivières. Pour répondre à cette exigence, des inspections structurelles en service, y compris toute mesure corrective, seront nécessaires pour s'assurer que les frégates sont structurellement aptes à exécuter les tâches qui leur sont assignées.

À cette fin, la section des grands navires de combat de surface de la Direction générale – Gestion du programme d'équipement maritime (DGGPEM [GNCS]) a demandé au Centre d'essais techniques (Mer) (CETM) de LaSalle, au Québec, de trouver une solution pour effectuer des inspections du pont en cas de perte de métal et de corrosion. En tant qu'unité de gestion du Groupe des matériels, le CETM fournit à la Marine royale canadienne (MRC) des services de vérification et validation indépendantes (V et VI), ainsi que des services d'essai et d'évaluation d'experts.

Traditionnellement, l'arpentage et l'inspection des navires militaires ont exigé beaucoup de main-d'œuvre, de personnel, de temps et, en fin de compte, d'argent. Les inspections visuelles complètes des sections intérieures et extérieures des ponts et des coques exigent habituellement l'enlèvement complet de l'isolant et des revêtements protecteurs. Reconnaisant la nécessité d'accroître l'efficacité et d'améliorer la détection des pertes de métal sans avoir recours à des démontages importants, la MRC, de concert avec le sous-ministre adjoint (Matériel), a adopté une technologie moderne pour révolutionner ses procédures d'inspection.

En 2018, le développement du système de courants de Foucault pulsés (CFP) pour les applications de la MRC a commencé lorsque les GNCS ont demandé au CETM d'évaluer un candidat à la technologie d'essais non destructifs (END) capable d'évaluer l'état de l'acier des compartiments des frégates de classe *Halifax* avant l'enlèvement de tout revêtement de pont. Plusieurs technologies ont été

envisagées : essais aux ultrasons (EU), thermographie, rayons X, optique guidée et essais aux CFP. Après examen de la technologie et de l'équipement disponibles, les CFP ont été retenus pour leur capacité supérieure à pénétrer le carrelage, les revêtements protecteurs et l'isolant, ainsi que pour son système compact prêt à l'emploi qui nécessite une adaptation minimale aux fins prévues.

## Fonctionnement du balayage aux CFP

Le balayage aux courants de Foucault pulsés est une technique non destructive utilisée pour détecter la corrosion, les dommages ou l'épaisseur restante des matériaux métalliques, en particulier les matériaux ferromagnétiques. Le balayage aux CFP fonctionne selon le principe de l'induction électromagnétique. Une impulsion électrique utilise une tension de fonction échelon pour exciter la sonde, générant un champ magnétique qui induit des courants de Foucault dans le matériel conducteur inspecté. En analysant les déformations et la désintégration des courants de Foucault résultants, le continuum des fréquences peut être mesuré et enregistré. Les techniciens peuvent ensuite mesurer les variations des propriétés des matériaux, comme le volume relatif, même à travers les

(Suite à la page suivante...)



Figure 1. La technologie de balayage aux CFP donne un aperçu de l'état de la corrosion dans les zones difficiles d'accès de la structure du navire, ce qui permet au personnel d'entretien de savoir quelles sections doivent être ouvertes aux fins de réparation.

Photos gracieuses de l'installation de maintenance de la Flotte Cape Scott et du Centre d'essais techniques (Mer)

revêtements et l'isolant. Cette capacité à voir à travers les couches rend le balayage aux CFP particulièrement utile dans les situations où les méthodes traditionnelles pourraient nécessiter l'enlèvement des revêtements protecteurs ou de l'isolant pour exposer le métal sous-jacent, ce qui permet d'économiser du temps et des ressources.

Le balayage aux CFP comporte des avantages et des inconvénients comparativement à d'autres techniques d'END, comme les essais aux ultrasons. L'un des avantages remarquables des CFP est sa capacité à inspecter de grandes zones rapidement et efficacement sans contact direct avec la matière faisant l'objet de l'enquête, ce qui constitue un avantage important dans les zones dangereuses ou difficiles d'accès (figure 1). De plus, la capacité des

CFP à évaluer les matériaux ferromagnétiques à travers des revêtements non conducteurs procure un avantage distinct par rapport aux méthodes d'EU, qui ont souvent de la difficulté avec l'atténuation du signal. Cependant, le balayage aux CFP a des limites. Son efficacité diminue avec les matériaux non ferromagnétiques ou ayant une géométrie complexe, tandis que les méthodes d'EU peuvent fournir des détails à plus haute résolution, et localiser avec précision les emplacements et les dimensions des défauts. Étant donné que le balayage aux CFP offre plus de renseignements qualitatifs sur la corrosion et l'épaisseur, il est souvent jumelé au balayage d'EU pour optimiser la couverture globale et les données des balayages.

## Essais de balayage aux CFP

Au début, les CFP étaient un système de sonde à un seul élément destiné à l'inspection des tuyaux, ce qui posait deux problèmes immédiats pour le déploiement sur le pont d'un navire : Premièrement, la conception à élément unique signifiait qu'il faudrait beaucoup de temps pour couvrir complètement les grands compartiments des frégates; deuxièmement, les tuyaux sont relativement dépourvus de la structure, des soudures et des éléments de brouillage normalement associés au pont d'une frégate, les complexités qui peuvent avoir une incidence sur l'exactitude et l'évaluation des lectures.

Le CETM a fait appel à la société d'END de Québec Eddyfi Technologies (fondée en 2009) pour obtenir de l'aide. Au cours de ses premières années d'existence, l'entreprise s'est concentrée sur la technologie du réseau de courants de Foucault (RCF), et a depuis étendu ses activités à d'autres technologies et capacités d'END. Au début, Eddyfi n'était pas certain de l'effet des raidisseurs et des soudures sur la qualité de la collecte des données. Au cours de la formation de familiarisation initiale, toutefois, le CETM a procédé à un balayage de la cage d'escalier en acier des bureaux d'Eddyfi, qui avait une structure semblable à celle d'un pont de frégate. Cet essai impromptu a démontré que l'interférence de la structure et de ses soudures était mineure et a donné la confiance nécessaire pour procéder à des essais de balayage du pont sur place à bord du NCSM *Toronto* (FFH-333).

Les essais effectués à *Toronto* ont démontré que la technologie pouvait détecter la corrosion en présence de structures sur les ponts des frégates, mais que la sonde à élément unique était un domaine où il fallait améliorer la vitesse et l'efficacité. Le CETM a construit un panneau d'essai à grande échelle reproduisant les divers types de plancher, les épaisseurs de plaques et les obstacles présents sur les frégates, et a collaboré avec Eddyfi pour concevoir une sonde matricielle à 7 canaux optimisée pour les ponts

## Programme de gestion de la corrosion

Depuis le début de 2022, la Direction de la gestion du programme d'équipement maritime (grands navires de combat de surface) et la Direction des systèmes de plateformes navales élaborent un programme de gestion de la corrosion (PGC) pour les frégates de classe *Halifax*. Le programme est appuyé par des processus et des ressources de gestion qui permettent aux personnes et aux organisations de mettre en œuvre et de soutenir efficacement les meilleures pratiques de gestion de la corrosion. Le cadre du PGC est fondé sur l'étude d'impact de 2016 de la National Association of Corrosion Engineers (NACE), qui présente 12 piliers des pratiques exemplaires. Le programme vise à appuyer directement le plan de fin de vie des navires de la classe *Halifax*, tout en établissant un plan directeur pour un PGC pour l'ensemble de la flotte.

L'équipe principale du programme de gestion de la corrosion comprend : **René Blais** du D Gest PEM (GNCS 8) à titre de gestionnaire de projet du PGC; ainsi que **Zoe Coull, Ph. D.**, consultante de ICE Dragon Corrosion Inc. (responsable du développement du PGC), **Brycklin Wilson** (ingénieure de projet technique du PGC) et **Cameron Walker** (coordonnateur du PGC). Le programme est parrainé par **Mark Sheppard** (DSPN) et **Captv Johnathan Plows** (D Gest PEM – GNCS).

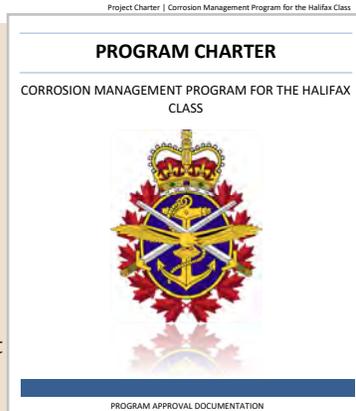




Figure 2. Plan et vues latérales de la sonde 7 canaux personnalisée conçue pour une utilisation par le CETM.

des frégates (figure 2). Le nouveau réseau fournit sept fois la couverture d'une sonde mono-élément, augmentant considérablement la vitesse de balayage. Grâce à une combinaison d'antennes à haute sensibilité et à la nature d'une sonde réseau aux CFP, le réseau personnalisé a également pu détecter des défauts plus petits que la sonde à un seul élément. La figure 3 montre un exemple de résultats de la sonde à 7 canaux.

En mars 2020, le balayage aux CFP a été mis à l'essai sur le bordé de carène d'une frégate dans l'espoir de trouver des avantages semblables. Les essais initiaux ont montré que la technologie était bien adaptée à cette application. Des balayages aux CFP de l'extérieur de la coque ont été superposés sur une photo de la coque, révélant de la corrosion sur des sections du bordé de carène qui ne sont pas facilement accessibles de l'intérieur en raison de l'isolation intérieure et/ou d'interférences avec les machines (figure 4). Étant donné que les CFP peuvent balayer un bordé de carène complet avec une couverture de 100 % en moins d'une heure, il est préférable d'utiliser la technologie comme outil de sélection préliminaire pour localiser les zones aux fins de suivi des essais par ultrasons par un technicien END certifié de l'installation de maintenance de la flotte pour mesurer les pertes exactes d'épaisseur de paroi. Cela accélère considérablement le processus d'inspection et réduit les mesures inutiles d'EU dans les zones exemptes de corrosion. Au cours

(Suite à la page suivante...)

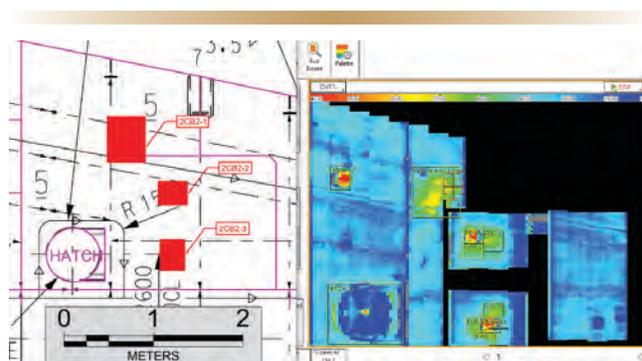


Figure 3. Exemple de données recueillies par une sonde à 7 canaux personnalisée sur le bordé de pont.

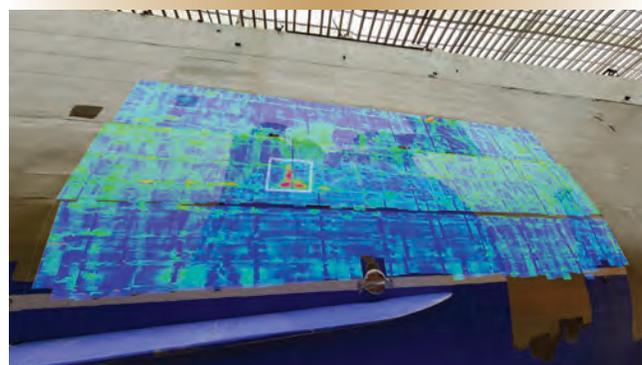


Figure 4. Exemple de superposition d'images de balayage aux CFP sur une photo de la structure de la coque.

des essais aux CFP, les zones de défektivité connues ont été balayées pour confirmer les résultats de balayage (figure 5).

## CFP en pratique

Les résultats des essais du CETM ont prouvé la valeur de la méthodologie CFP/EU. Au cours des plus récentes inspections de la coque des frégates de la côte Est cette année, des bordés de carène ont été balayés et des secteurs préoccupants ont été mis en évidence aux fins d'enquête supplémentaire. Les essais aux ultrasons ont ensuite ciblé

les secteurs préoccupants relevés par les CFP pour confirmer les constatations (figure 6). La combinaison de ces techniques a permis d'évaluer en temps quasi réel les zones problématiques pendant les balayages. Dans le cas du NCSM *Fredericton* (FFH-337), une fois le navire sur le Syncrolift, une inspection aux CFP a été effectuée par le CETM pour produire une carte thermique afin de guider les efforts de réparation a révélé une zone problématique qui justifiait un suivi immédiat par essai aux ultrasons. Dans les minutes qui ont suivi le balayage d'EU confirmant une épaisseur de paroi extrêmement faible, les résultats ont été soumis aux inspecteurs de la coque de l'Installation de maintenance de la flotte Cape Scott (IMF Cape Scott) afin qu'ils puissent effectuer des inspections internes détaillées, y compris des retraits au besoin, et commencer à planifier les réparations.

Les inspections structurales des cales des compartiments des machines, qui se sont révélées particulièrement difficiles par le passé, sont maintenant beaucoup plus simples, et les NCSM *Halifax* (FFH-330) et *Toronto* verraient un important renouvellement structurel dans leurs salles des machines auxiliaires et leurs salles des machines pendant leurs périodes en cale sèche (PCS). Avant que ces navires n'entrent en PCS, il était généralement entendu qu'il y aurait une certaine corrosion structurale dans ces compartiments, mais que la structure de la



Figure 5. Exemples de défektivités connues et résultats de balayage correspondants d'une inspection de la coque en 2022.

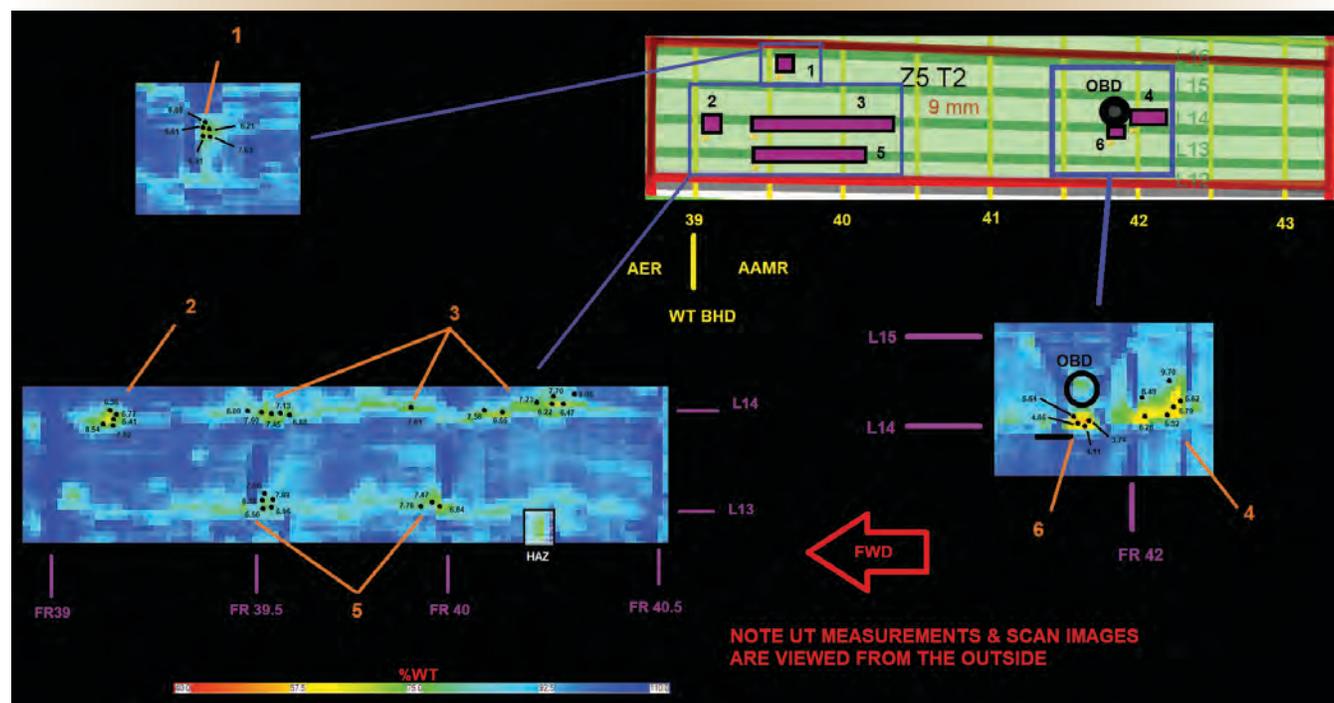


Figure 6. Images montrant les zones de préoccupation combinées révélées par les balayages aux CFP et les lectures d'EU.

coque à bouchain rond était en grande partie inaccessible derrière les machines, la tuyauterie et les câbles, il y a eu peu d'occasions de procéder à des inspections détaillées pendant leur cycle opérationnel.

À la suite des résultats de ces inspections de coque aux CFP, la communauté technique souhaitait une meilleure compréhension des structures similaires dans d'autres navires. En février et en mai 2024, l'IMF Cape Scott a amarré les NCSM *Montréal* (FFH-336) et *Fredericton* pour des périodes provisoires en cale sèche (PCS) de quatre semaines afin de terminer les inspections requises, les secteurs à risque élevé déjà identifiés étant prioritaires. Les inspecteurs de coque du Bureau d'architecture navale (BAN) de l'IMF Cape Scott avaient en fait effectué une partie importante de leurs inspections visuelles progressives de ces deux navires avant leurs PCS et ont donc pu combiner les résultats de ces inspections visuelles avec les leçons tirées des navires *Halifax* et *Toronto*. Cela a permis à l'équipe de l'IMF d'élaborer un plan d'inspection détaillé afin de maximiser les « possibilités de réalisation des défauts » pendant les PCS.

Avant le début des PCS, le personnel du CETM a rencontré le personnel du BAN de l'IMF Cape Scott pour parachever le calendrier des analyses des CFP, déterminer les priorités les plus élevées et coordonner le travail et les rapports. Le fait d'avoir du personnel du CETM disponible pour effectuer les balayages ciblés aux CFP de l'extérieur sur les coques sous-marines a grandement amélioré les capacités des travaux d'inspection. Lorsqu'il détecte une anomalie, le CETM informe les techniciens d'END de l'IMF Cape Scott qui effectuent une inspection d'EU pour la confirmer ou l'éliminer comme un faux positif. Si l'existence d'une défektivité a été vérifiée, les inspecteurs de coque effectuaient une inspection à l'intérieur du navire pour en déterminer la pleine portée et la gravité. Bien qu'aucun retrait d'équipement n'ait été nécessaire pour effectuer les balayages avant la PCS, il était clair que le processus d'examen aux CFP/d'EU pourrait facilement réduire le temps requis pour le retrait de l'équipement dans le cadre des inspections de suivi.

Bien que le balayage aux CFP du bordé de carène pour déceler la perte de matériau liée à la corrosion se soit révélé très prometteur pour ce qui est de la détection des zones problématiques, il y a des limites qu'il faut reconnaître pour s'assurer que la technique est utilisée correctement. Les CFP peuvent produire des lectures erronées en raison de l'accumulation de matériaux soudés, de travaux à chaud antérieurs ou si l'équipe d'analyse ne sait pas que de petites

tôles encastrées ont été installées. De plus, les défauts à proximité des éléments de structure, comme les charpentes et les lisses, peuvent sembler plus ou moins graves que la réalité, selon les facteurs aggravants de la masse d'acier de la pièce et les particularités de la soudure. Bien que la technique ne vise pas à fournir des renseignements sur l'état de la structure qui soutient le bordé de carène, elle semble prometteuse pour l'évaluation de l'âme des lisses et des charpentes; toutefois, d'autres études sont nécessaires.

## Conclusion

Les essais de courants de Foucault pulsés devraient être considérés comme un outil de détection des défauts, plutôt qu'un outil de mesure, dont le but est de trier un composant et de repérer les secteurs préoccupants à cibler pour un examen plus approfondi. Les CFP restreignent la zone de recherche pour les essais aux ultrasons de suivi et les inspections visuelles nécessitant le retrait de tout équipement ou de toute structure aux fins d'accès, tout en dégagant les zones qui ne nécessitent pas d'intervention. À ce titre, il est recommandé que le balayage aux CFP soit mis en œuvre dans toutes les futures périodes de cale sèche des navires afin d'améliorer l'efficacité globale de l'inspection et de permettre l'élaboration plus précise des spécifications de réparation des PCS.

En date de septembre 2024, on a inspecté les ponts de 11 frégates, et un total de 467 compartiments ont été balayés. Les CFP ont également été appliqués à de nombreuses autres plateformes, y compris les navires de défense côtière de la MRC, les navires-écoles de patrouille d'entraînement de la classe Orca et les navires auxiliaires de la Marine canadienne, ainsi qu'à un certain nombre de navires de la Garde côtière canadienne. Dans l'ensemble, le CETM a effectué plus de 47 relevés couvrant 731 compartiments.

Ce projet de balayage des CFP n'est qu'une des nombreuses initiatives du programme permanent de la MRC visant à mieux gérer et identifier la corrosion à bord des navires. Grâce à des améliorations continues, le CETM et l'IMF visent à améliorer la détection des défauts de corrosion, le flux de travail et les rapports. De plus, bien qu'un navire doive actuellement être en cale sèche pour balayer les zones sous la ligne de flottaison, le développement à un stade précoce est en cours sur une grande sonde matricielle qui peut être exploitée par une plate-forme submersible robotisée pour l'inspection des coques des navires dans l'eau.



## CHRONIQUE SPÉCIALE

# Technologie de demain : Le radar quantique est-il un investissement prometteur pour les Forces armées canadiennes?\*

Par le Capf Graham Hill, M.Sc., MDS

[\*Adapté et mis à jour à partir de l'exposé de position 2021-2022 de l'auteur rédigé pour le Programme de commandement et d'état-major interarmées (PCEMI). Les références complètes se trouvent à l'adresse suivante : <https://www.cfc.forces.gc.ca/259/290/24/192/Hill.pdf>]

**D**ans l'environnement naval, rien n'a été plus dominant depuis plus de 70 ans qu'un système radar à haute disponibilité. Mais quelle technologie future fera passer le radar au niveau suivant? Les systèmes à ensemble actif de balayage électronique (EABA) tels que le SPY-6 dominent actuellement le domaine, mais les technologies quantiques, en particulier le radar quantique, pourraient représenter la prochaine étape majeure des capteurs de pointe.

En février 2021, pour fournir un contexte et une lecture complémentaire, le ministère de la Défense nationale et les Forces armées canadiennes (MDN/FAC) ont publié un document stratégique sur la science et la technologie quantiques, qui a été suivi d'un plan de mise en œuvre de la stratégie plus détaillé en 2023. Les deux stratégies reconnaissent que les technologies quantiques perturberont l'environnement opérationnel futur.

## Contexte théorique

Le principe théorique le plus fondamental du radar quantique sous-tend la génération d'une paire de photons intriqués, également appelée intrication quantique. Ces deux particules intriquées sont plus fortement connectées que les particules non intriquées utilisées dans les radars actuels, et leur état quantique demeure plus fortement lié sur toute distance que celui des particules classiques. En théorie, lorsqu'une particule est affectée, elle peut être comparée ou corrélée avec sa paire, et des propriétés mesurables comme la position, l'élan de rotation et la polarisation peuvent être déterminées.

À la base, le radar mesure la corrélation entre un signal transmis et une réplique du signal transmis. Du point de vue du radar quantique, un signal intriqué fournit une paire de photons, appelés photon de signal et photon libre, où la corrélation entre le photon de signal et le photon libre est beaucoup plus forte que ce qui est possible à l'aide d'émetteurs

radar conçus avec les technologies actuelles. Le radar quantique en développement aujourd'hui (radar quantique de classe 1), consiste à envoyer un des photons de la paire vers une cible et à retenir le second photon. Le premier photon, converti du spectre de la lumière visible à la fréquence des micro-ondes par le biais de l'émetteur-récepteur du radar, est joint au signal libre pour fin de comparaison (figure 1). Selon un article conjoint de l'Institut d'informatique quantique (IIQ) de l'Université de Waterloo et de la Section Détection et exploitation radar (DER) de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC), un radar quantique de classe 1 pourrait permettre des améliorations de la détection par un facteur de 10, c.-à-d. que le temps requis pour la détection d'une cible serait le dixième de celui du meilleur radar classique possible. Ce facteur d'amélioration peut non seulement surmonter les interférences telles que le fouillis d'échos, les brouilleurs et le bruit, mais pourrait même vaincre la technologie furtive des avions militaires modernes.

## Trop beau pour être vrai?

Malgré la promesse du radar quantique et son potentiel d'applications militaires, il y a des défis technologiques et des débats au sein de la communauté scientifique. Une étude réalisée par le laboratoire Lincoln du Massachusetts Institute of Technology (MIT) pour le sous-secrétaire américain à la défense pour la recherche et l'ingénierie a conclu que la faisabilité du radar d'illumination quantique (RIQ) présentait un faible potentiel. Plus précisément, ils ont déclaré dans leur résumé que [traduction] « le radar quantique n'a pas le potentiel de détection à distance de sécurité à longue portée (>10 km) à des fréquences radio (<100 GHz) ». À l'appui de leurs conclusions, les principales constatations sont que les exigences de système (notamment la supraconductivité) nécessaires pour réaliser les améliorations quantiques sont un facteur limitatif, et que le temps d'intégration pour une impulsion de retour

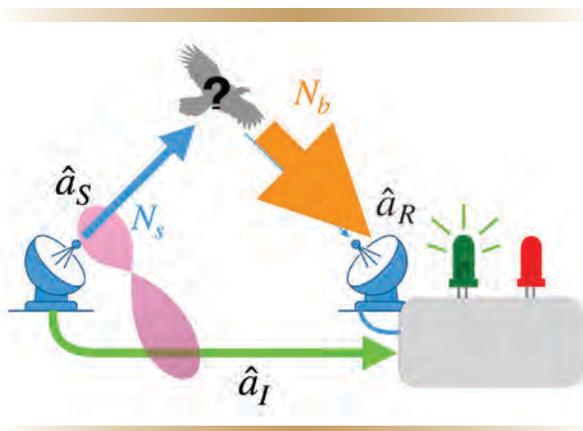


Figure 1. Diagramme d'un système de radar quantique. Le signal transmis ( $\hat{a}_S$ ) se réfléchit sur une cible, après quoi le signal de retour ( $\hat{a}_R$ ) rejoint le signal libre ( $\hat{a}_I$ ) à des fins de comparaison.

Crédit : Quantum Circuit Group (École normale supérieure de Lyon), extrait d'un article publié le 20 juillet 2023 dans Nature Physics (Nature Publishing Group – open access)

pourrait nécessiter jusqu'à trois ans de temps de traitement. Le Defense Science Board, un conseil consultatif indépendant du département de la Défense des États-Unis (DoD), a également conclu que le radar quantique « ne fournira pas une capacité améliorée au département de la Défense ». Malgré ces préoccupations, la National Quantum Initiative Act des États-Unis a été promulguée le 22 décembre 2018, fournissant 1,2 milliard de dollars américains pour financer des activités qui favorisent et développent la science de l'information quantique.

D'autres organisations et la documentation scientifique émergente semblent être en désaccord avec ces conclusions. Dans une étude réalisée en 2019 pour le compte du ministère suédois de la Défense, l'Agence suédoise de recherche pour la défense a conclu que le radar quantique repose sur une physique solide et bien acceptée et qu'il a le potentiel de surpasser ses homologues classiques si une quantité suffisante de recherche et d'ingénierie est consacrée à l'entreprise. Bhashyam Balaji, Ph. D., de RDDC Ottawa, arrive à des conclusions semblables. Tout en reconnaissant que l'infrastructure cryogénique / de supraconductivité nécessaire pour générer une paire de photons intriqués dans la fréquence des micro-ondes est actuellement un défi pour les futures applications du monde réel, il conclut également que « le RIQ peut certainement être construit [...] Cependant, la construction d'un RIQ nécessitera un investissement concerté et approprié, ce qui pourrait donner des applications de défense exigeantes et très importantes. » En fait, plusieurs prototypes de laboratoire dont les résultats sont vérifiables ont déjà été mis au point au Canada et en Autriche. La Chine prétend également avoir déployé un système capable

de fonctionner jusqu'à 100 km (62 milles), mais cela n'a pas été vérifié de façon indépendante.

Il existe de nombreuses voies technologiques pour construire un radar quantique, tout comme il existe de nombreuses façons de construire un ordinateur quantique. La voie la plus populaire aujourd'hui est basée sur le travail direct dans le régime des micro-ondes. Cependant, cette approche exige une cryogénie exigeante sous la forme d'une réfrigération par dilution qui vous permet de fonctionner dans la plage de températures des milli-kelvin. La cryogénie ne convient manifestement pas à la mise en service du matériel par les forces armées à court terme. Une autre approche plus prometteuse serait la conversion optique-micro-ondes des photons. Bien que le niveau de préparation technologique soit actuellement plus faible, cela permettrait de créer des radars quantiques considérablement plus compacts. À titre de comparaison, les premiers téléphones mobiles étaient à peu près de la taille d'un porte-documents, alors qu'ils ne sont maintenant limités que par l'anatomie de la main humaine. La miniaturisation résoudra sans aucun doute ces problèmes d'infrastructure, dans la mesure où l'application théorique de la technologie en guerre repose sur de solides concepts scientifiques.

## La promesse

Dans un article complet pour le *Journal of Electronic Defense*, le rédacteur en chef, John Haystead, conclut que le radar quantique « [...] est l'une des technologies les plus importantes que l'on recherche pour une application militaire, avec le potentiel de surpasser la furtivité en termes d'impact sur l'espace de combat ». Pour en arriver à cette conclusion, il a interrogé les scientifiques les plus proches de la technologie de l'IIQ, de Lockheed Martin et de RDDC. Ils concluent que le radar quantique serait particulièrement efficace pour détecter les cibles à faible réflectivité sur un fond à fort bruit. Pour les objets furtifs comme les avions, qui s'efforcent de réduire leur section efficace en radar avec des surfaces courbes et des matériaux absorbant les radars, les améliorations quantiques des systèmes radars traditionnels pourraient les rendre plus faciles à détecter. Cela comprend la corrélation entre les photons transmis et ceux qui ont été retenus après le processus d'intrication quantique, ce qui permet de mieux distinguer l'énergie réfléchie du bruit de fond et des interférences. Cette amélioration du rapport signal/bruit (rapport S/B) pour les retours augmenterait également, par extension, la portée de détection maximale d'un radar. L'amélioration du rapport S/B par un facteur de quatre ou

(Suite à la page suivante...)

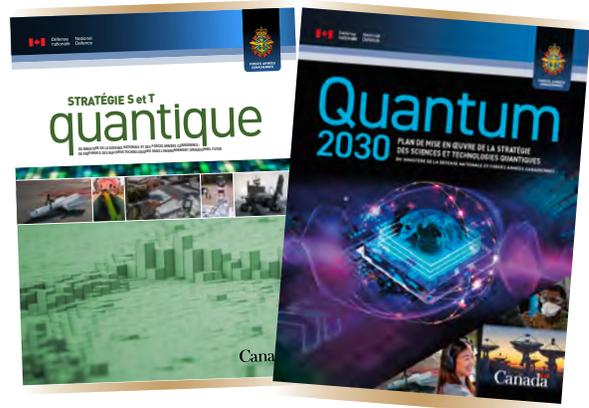
six dB, ce qui est une estimation prudente pour le RIQ, signifierait une augmentation de la plage d'environ 40 %.

L'avantage de la furtivité dans le domaine aérospatial, qui s'étend aux environnements maritime et terrestre, a été important pour les militaires occidentaux. Les avions F-117 Nighthawk ont été les premiers à bombarder Bagdad pendant la guerre du Golfe, échappant aux radars ennemis et larguant des bombes guidées au laser avec précision. Le F-15 Eagle, l'un des chasseurs les plus dominants de l'histoire, possède une section efficace en radar de plusieurs ordres de grandeur supérieurs à celle d'un F-35 Lightning II. Le F-15 peut donc être détecté à plus de 322 km (200 milles) de distance au moyen de radars modernes. Par contre, le F-35 peut s'approcher à une distance de 34 km (21 milles) avant d'être détecté. Cet avantage dont jouissent les États-Unis et leurs alliés depuis 30 ans ne durera pas.

### La menace à laquelle nous faisons face actuellement

Les Russes et les Chinois ont tous deux déployé des avions furtifs au cours de la dernière décennie. Les Russes ont le Su-57 qui est entré en service en décembre 2020. Les Chinois sont encore plus avancés avec leur J-20 maintenant opérationnel. L'avion chinois J-31, qui a un profil semblable à celui du F-35, pourrait bientôt être prêt pour la production de masse. Le radar quantique représente donc une technologie en plein essor qui pourrait fournir un moyen de détecter ces nouveaux chasseurs furtifs et bombardiers mis au point par nos adversaires. Étant donné que la modernisation du Commandement de la défense aérospatiale de l'Amérique du Nord (NORAD) est maintenant une priorité pour le Canada et les États-Unis, l'investissement dans une capacité de radar quantique représente également une occasion de limiter ou de vaincre carrément les intrusions éventuelles de nouveaux aéronefs furtifs russes et chinois.

Dans l'évaluation annuelle de la menace de 2021 aux États-Unis, la poussée de la Chine pour devenir une puissance mondiale est considérée comme la principale menace pour la sécurité nationale des États-Unis. D'après ce rapport, ses importants investissements passés et actuels dans les technologies quantiques devraient également servir de signal d'alarme non seulement pour les États-Unis, mais aussi pour le Canada. En 2017, la Chine a annoncé un investissement de 10 milliards de dollars américains pour développer et construire le Laboratoire national des sciences de l'information quantique (NLQIS), à la suite du lancement du premier satellite de communication quantique par la Chine un an plus tôt. Un entrepre-



Documents du MDN/CAF relatifs à la science et à la technologie quantiques.

neur chinois du domaine de la défense a également affirmé avoir réussi à mettre au point le premier système de radar quantique au monde, lors de son dévoilement au salon aérien de Zhuhai, en Chine, en novembre 2018. Malgré l'incapacité de vérifier l'allégation concernant le développement d'un radar quantique fonctionnel, il est clair que la Chine est un chef de file en matière de percées technologiques quantiques, sous la direction de Jian-Wei Pan, surnommé « le père du quantum ».

Jian-Wei Pan a des liens importants avec les milieux politiques, universitaires et même militaires. Ses réalisations scientifiques et ses partenariats universitaires sont bien connus dans les cercles occidentaux, mais ses liens avec le Parti communiste chinois et les entreprises de défense chinoises sont moins connus. Un dossier de renseignement produit par Strider Technologies, une société de sécurité établie à Washington, décrit l'ampleur de la collaboration au moyen de documents en chinois accessibles au public. L'un des liens les plus intéressants a été la signature par monsieur Pan en 2018 d'un accord de coopération entre son université, l'Université de la science et de la technologie de Chine, qui abrite le NLQIS, et la China Electronics Technology Group Corporation (CETC). La CETC est un important entrepreneur en défense appartenant à l'État et, en même temps, l'entreprise qui a dévoilé le premier radar quantique de la Chine en 2018. En raison de la loi sur la sécurité nationale de la Chine, il ne faut pas s'étonner que tout progrès universitaire dans le domaine des technologies quantiques soit transmis aux établissements militaires et de défense. La collaboration occidentale avec les scientifiques chinois doit donc être scrutée à la loupe, surtout si la recherche peut mener à des applications militaires. Un rapport de 2019 du Sénat des États-Unis au Comité de la sécurité intérieure a exploré cette même menace et décrit comment les contribuables

américains ont financé des recherches qui ont contribué à l'essor mondial de la Chine. Ce qui est le plus troublant, c'est qu'elle a conclu que [traduction] « la Chine utilise injustement la recherche et l'expertise américaines qu'elle obtient pour son propre avantage économique et militaire » par l'entremise de sa stratégie nationale connue sous le nom de fusion militaro-civile.

## La conclusion – Les FAC et la MRC devraient-elles investir dans le radar quantique?

Bien que le radar quantique demeure un nouveau sujet de recherche, l'expérimentation dans le domaine des micro-ondes s'accélère et au moins deux prototypes de laboratoire vérifiés ont été mis au point à ce jour. Quand on utilise le principe de l'intrication quantique, il est difficile de faire fi des applications militaires potentielles du radar quantique. Ces avantages potentiels comprennent la victoire contre la furtivité et la mise au point de radars à faible probabilité d'interception qui pourraient inaugurer une nouvelle ère de suprématie de la détection parmi les nations occidentales. L'augmentation des systèmes radars traditionnels n'annulerait pas non plus leurs capacités initiales. Cela diffère de l'informatique et de la communication quantiques, où tout le flux technologique repose sur le principe de l'intrication.

L'élaboration de contre-mesures contre le radar quantique s'avérerait également difficile, voire impossible, sans notre propre investissement continu dans la technologie. La très faible puissance transmise par un radar quantique signifie que les méthodes traditionnelles de brouillage, comme le brouillage en barrage ou l'autorallèlement sur brouillage, seraient relativement inefficaces, car le signal transmis pourrait fonctionner au seuil de bruit ou en dessous de celui-ci.

Le Canada est actuellement un chef de file mondial en matière d'initiatives quantiques, axé sur l'IIQ, l'Institut quantique de l'Université de Sherbrooke, RDDC Ottawa, le Conseil national de recherches et des entreprises d'informatique quantique de renommée internationale comme D-Wave, IQbit et Xanadu. Il abrite également Qubic, la première entreprise mondiale de radar quantique à micro-ondes qui tire son origine de la recherche menée à l'IIQ sur la première expérience de radar quantique à micro-ondes au monde qui a attiré l'attention à l'échelle mondiale. Si nous voulons continuer à conserver cet avantage et à suivre le rythme de nos adversaires, nous devons sérieusement chercher à resserrer les liens entre l'industrie, le milieu universitaire et la défense. Bien que la stratégie et le plan de

mise en œuvre des sciences et technologies quantiques du MDN et des FAC constituent une première étape positive, un financement durable et à long terme, ainsi que des mesures de sécurité importantes, doivent être mis en œuvre. Le financement par le gouvernement permettra aux clients, comme les FAC, de façonner et de conseiller le programme de R et D, y compris la construction et la mise à l'essai de prototypes de radar quantique qui seront pertinents dans les conflits futurs. Les protocoles de sécurité, ainsi que la sélection des participants aux projets, assureront la protection de la propriété intellectuelle (PI) canadienne et favoriseront le talent et la création de nouvelles industries dans ce domaine d'études spécialisé.

Bref, oui. Compte tenu des menaces futures auxquelles nous faisons face et du niveau d'intérêt que nos adversaires portent aux technologies quantiques en général, il n'est pas souhaitable d'ignorer les prototypes de radars quantiques et de ne pas investir dans ceux-ci. Nous devons mieux comprendre la technologie et la façon de la vaincre, sinon nous mettons en péril les investissements et les projets canadiens actuels, comme le Système d'aéronef télépiloté, le Projet de capacité future en matière d'avions chasseurs ou, si j'ose dire, le Projet de destroyers de la classe Fleuves et rivières. La meilleure façon d'y parvenir est d'améliorer la visibilité et la priorité des volets d'investissement en S et T du MDN et des FAC, qui sont actuellement concentrés par les divers commandements participant à la mise sur pied des forces, à savoir la Marine royale canadienne, l'Aviation royale canadienne, l'Armée canadienne et le Commandement des Forces d'opérations spéciales du Canada (COMFOSCAN). Comme l'a si bien dit Sun Tzu : [traduction] « Les guerriers victorieux gagnent d'abord, puis font la guerre, tandis que les guerriers vaincus font la guerre d'abord et cherchent ensuite à gagner. »



*Le Capf Graham Hill est gestionnaire principal de la sécurité et de l'environnement de données intégré pour le projet de destroyers de la classe Fleuves et rivières à Ottawa.*

## Remerciements

Je remercie Bhashyam Balaji, Ph. D., de RDDC pour son engagement continu et son travail dans les technologies quantiques pour le Ministère.

Photo du laboratoire de Quantum Photonics à l'Institut d'informatique quantique, courtoisie de IQC de l'Université de Waterloo

# Analyse des risques du calendrier – Une pratique exemplaire dans la gestion de l’approvisionnement complexe en matière de défense

Par Jonathan Shriqui, PGP

L’un des plus grands paradoxes, ou peut-être l’ironie, dans le domaine de la défense au Canada, c’est que dans le domaine des opérations, il est essentiel de s’adapter à un environnement de menaces changeantes, tandis que nos règles d’engagement pour l’approvisionnement en matière de défense semblent être coulées dans le béton. On peut soutenir que les effets de ce dernier facteur contribuent en partie aux retards historiques dans la réalisation des projets de défense canadiens.

En janvier 2022, à la lumière de la situation en matière de sécurité dans la région indopacifique et d’autres menaces émergentes, le Comité permanent de la défense nationale de la Chambre des communes a adopté une motion visant à étudier l’état de préparation opérationnelle des Forces armées canadiennes (FAC) pour faire face à ces menaces. Un mois plus tard, la guerre a éclaté en Ukraine, et plus tard cette année-là, le Comité a publié son *Rapport provisoire sur la défense du Canada dans un contexte de menace en évolution*.

Le rapport souligne que « notre approche [au Canada] de la modernisation de la défense est beaucoup trop lente à produire des résultats utiles »<sup>1</sup>. Sans surprise, le Comité a recommandé que le gouvernement du Canada réforme les processus d’approvisionnement en matière de défense afin de s’assurer que les principaux systèmes d’armes et l’équipement militaire sont livrés aux FAC plus rapidement.

Dans le cadre de sa réponse, le ministère de la Défense nationale (MDN) a fait référence à ses initiatives stratégiques de gestion de la valeur acquise (GVA – voir le n° 108 de la Revue du Génie maritime) et à l’ordonnancement axé sur les risques (aussi appelé estimation en trois points) qui visent à améliorer la planification et l’exécution des projets. Ces initiatives ont été initialement mises en œuvre dans le Plan ministériel 2021-2022 du ministère de la Défense nationale et des Forces armées canadiennes<sup>2</sup>, et elles sont maintenues depuis.

La GVA et l’ordonnancement fondé sur les risques sont des pratiques exemplaires distinctes, mais complémentaires

1. Voir l’édition anglaise.

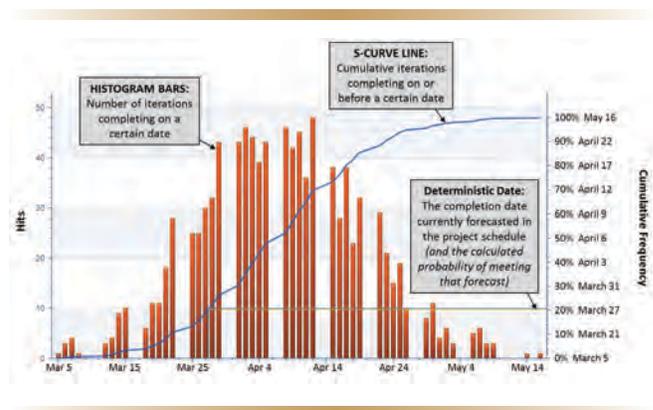


Figure 1. Planifier les résultats de l’échantillon d’évaluation des risques en fonction de l’analyse de probabilité Monte Carlo.<sup>1</sup>

en matière de gestion de projet. La première permet une évaluation impartiale et vérifiable du rendement et de l’avancement d’un projet à l’aide d’une série de mesures par rapport à une base de référence intégrée des coûts et du calendrier. Ce dernier processus permet de s’assurer que le calendrier d’un projet tient compte d’un niveau de risque raisonnable, dans le but de mettre en œuvre un échéancier réaliste et réalisable pour l’exécution d’un projet.

La question est donc de savoir comment on détermine un niveau de risque raisonnable pour un approvisionnement complexe en matière de défense. Comment planifier les risques liés à l’état de préparation technologique, aux courbes d’apprentissage prévues et aux retards dans les décisions?

Nous revenons à l’essentiel. Comme d’innombrables dirigeants militaires l’ont appris dans le feu de l’action, les plans rigides élaborés au préalable sont souvent inutiles. C’est la pratique d’élaborer des plans et des plans de secours et d’explorer toutes les options pour déterminer celle qui est la plus utile. La capacité de s’adapter continuellement aux circonstances changeantes permet aux dirigeants de surmonter les obstacles et de réussir sur le terrain. Le boxeur poids lourd Mike Tyson a résumé cette notion de façon plutôt succincte lorsqu’il a dit : [traduction] « On a

Source : Industrial Association Planning and Scheduling Excellence de la Défense nationale, Guide<sup>7</sup>

tous un plan jusqu'à ce qu'on reçoive un coup de poing sur la bouche ».

Dans le contexte actuel, le « champ de bataille » pour les dirigeants chargés d'acquérir des systèmes militaires complexes est sans aucun doute le calendrier du projet, car de nouvelles capacités sont toujours nécessaires « hier ». Et pourtant, ils font face à l'adversaire le plus inconstant de tous les temps. En gestion de projet, l'art de gérer le temps est connu sous le nom de gestion du calendrier, un domaine souvent mal compris et sous-évalué. Pour les personnes non qualifiées, en particulier celles qui soutiennent des approvisionnements complexes, il s'agit d'un domaine dans lequel la calamité se révélera inévitablement sans remords.

Un ordonnanceur principal est non pas un pilote de tâches dans un diagramme de Gantt, mais bien un maestro qui orchestre un projet à l'aide d'instruments spécialisés de gestion de projet (GP), comme l'énoncé des travaux (EDT), la structure de répartition du travail (SRT), la méthode d'estimation (ME) et le registre des risques pour établir un calendrier de référence. À ce titre, l'ordonnanceur prépare le terrain pour des activités de suivi comme l'examen du plan de base intégré (EPBI), les rapports de la GVA et les prévisions de trésorerie.

En règle générale, la capacité d'un projet à gérer l'incidence de la variabilité des risques sur le calendrier est évaluée au moyen de ce qu'on appelle une analyse des risques liés au calendrier. Le concept et les avantages d'une analyse des risques liés au calendrier sont connus depuis longtemps et se trouvent dans les ouvrages du Project Management Institute (PMI), dans le Planning and Scheduling Excellence Guide de la National Defense Industrial Association (affiliée à l'Association des industries canadiennes de défense et de sécurité [AICDS]), et dans le document de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) intitulé *Schedule Risk Analysis for Defence Acquisition Projects* (2016)<sup>3</sup>. RDDC réitérera plus tard l'importance d'une analyse des risques liés au calendrier dans son document intitulé *Risk Analysis of Defence Acquisition Projects*<sup>4</sup> (2017).

Par souci de concision, une analyse des risques liés au calendrier peut être divisée en deux tâches principales : la vérification et la simulation : La **vérification** vise à confirmer l'exhaustivité de l'architecture d'un calendrier (c.-à-d. *les éléments requis sont-ils tous présents? L'architecture de la structure de répartition du travail est-elle appropriée?*), ainsi

que sa capacité à réagir de façon dynamique au changement (c.-à-d. *la logique du calendrier est-elle bonne?*). La simulation consiste généralement à utiliser une analyse de probabilité Monte Carlo pilotée par logiciel pour produire une évaluation probabiliste des résultats du calendrier. Pour ce faire, on attribue des facteurs de risque positifs (c.-à-d. *optimistes*) et négatifs (c.-à-d. *pessimistes*) aux durées initialement estimées des activités du calendrier, d'où l'expression estimation en trois points (figure 1).

L'orientation d'un projet est, ou devrait être, dictée par le chemin critique de son calendrier, la durée la plus courte possible pour terminer le projet. Cependant, il n'est pas rare que les approvisionnements complexes comportent de nombreux chemins critiques et de nombreux chemins quasi critiques. C'est là que les simulations par ordinateur peuvent offrir des avantages importants. En appliquant les facteurs de risque à toutes les activités et en exécutant des simulations probabilistes, les intervenants comprennent mieux l'incidence des risques cernés sur la durée d'un calendrier, même si le projet ne suit pas la voie prévue. Cela justifie également qu'une analyse des risques liés au calendrier ne devrait pas se limiter aux activités sur le chemin critique, en particulier dans le cas d'achats importants et complexes.

La plupart des logiciels d'analyse des risques liés au calendrier produisent une analyse de sensibilité (aussi appelée diagramme en tornade) et un indice critique qui accompagne l'histogramme des risques. L'analyse de sensibilité (figure 2) révélera quelles activités ont eu la plus grande incidence sur le résultat probabiliste. Il s'agit des activités qui, lorsqu'elles sont touchées par le risque, ont la plus grande incidence sur la durée du calendrier et qui profiteraient probablement le plus d'une atténuation précoce des risques. L'indice de criticité (figure 3) révèle la fréquence à laquelle une activité s'est trouvée sur le chemin critique tout au long de la simulation. Les activités sur le chemin critique, si elles sont retardées, prolongeront habituellement la durée du calendrier, indépendamment de l'occurrence du risque.

À l'aide de ces extraits, les intervenants du projet peuvent se faire une idée du réalisme du plan déterministe du projet (c.-à-d. le calendrier), et, plus important encore, se faire une idée des activités les plus susceptibles d'être des facteurs de retard. L'objectif fondamental d'une analyse des risques liés au calendrier n'est pas d'évaluer le risque du plan lui-même, mais de faciliter l'acte de planification et de

(Suite à la page suivante...)

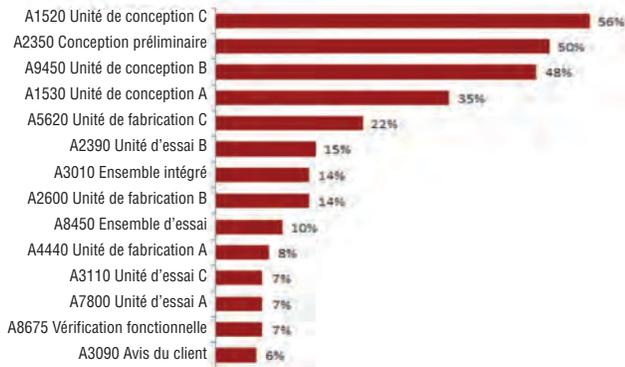


Figure 2. L'analyse de sensibilité<sup>7</sup>.

permettre au gestionnaire de projet de choisir la meilleure voie à suivre sur une trajectoire imprévisible. Pour qu'une analyse des risques liés au calendrier soit efficace, crédible et digne d'une décision, la perception et l'incidence du risque doivent être partagées, acceptées et comprises par tous les intervenants. Cependant, de par sa nature même, le risque est capricieux. La question n'est pas de savoir comment une analyse des risques liés au calendrier est effectuée ou par qui, mais plutôt « avec qui » ou, plus précisément, « sans qui ».

Les étudiants du programme de leadership en matière de projets et d'approvisionnements complexes de l'École de gestion Telfer apprennent que le principal facteur de complexité consiste à harmoniser les intérêts de divers intervenants pour obtenir un résultat commun. « S'engager tôt, s'engager souvent » est l'un des mantras du cours.

Dans le cadre du processus de demande de propositions (DP), le MDN a demandé aux soumissionnaires de l'industrie de participer de façon indépendante à un exercice d'analyse des risques liés au calendrier dirigé par le MDN. Un tel exercice ne ferait pas que renforcer la nécessité d'identifier de façon proactive les risques potentiels, il permettrait surtout à chaque partie de partager sa perception de l'impact de ces risques de manière quantitative et mesurable. Il est peu probable que de telles discussions soient toujours confortables, mais la participation précoce à des conversations difficiles est une étape clé dans la poursuite de l'harmonisation des objectifs et des intérêts et, surtout, dans l'établissement de nouvelles relations.

Au bout du compte, cet exercice culminerait quand les soumissionnaires soumettraient leur propre analyse des risques liés au calendrier indépendante dans le cadre de leur soumission, qui, à son tour, ferait partie du processus

Nom de la tâche	Indice de criticité
Terminer l'intégration matérielle et logicielle finale	75 %
Procéder au contrôle final de l'intégration	70 %
Effectuer la vérification finale du système	60 %
Rédiger le plan d'essai du contrôle final	30 %
Rédiger les procédures d'essai du contrôle final	20 %
Évaluer et résoudre les résultats finaux	15 %

Figure 3. L'indice de criticité<sup>7</sup>.

d'évaluation. Après l'attribution du contrat, cet exercice conjoint devrait être répété au besoin tout au long de l'exécution du projet et, à tout le moins, être imposé comme critère de sortie de toute étape importante du projet jusqu'à ce que le risque résiduel du projet respecte le niveau de tolérance accepté. Le fait de répéter ce processus permettra à toutes les parties de s'entendre sur une évaluation commune des risques ou de mettre en évidence les secteurs mal alignés. Dans les deux cas, en particulier dans ce dernier cas, la sensibilisation au risque est accrue.

Ce concept d'engagement de l'industrie et du gouvernement pour l'exécution conjointe d'une analyse des risques liés au calendrier est considéré par de nombreux experts comme une pratique exemplaire pour l'industrie de la défense.

En 2020, le MDN a reçu un modèle d'EDT de gestion de projet de la US Defense Contract Management Agency, l'organe d'approvisionnement du U.S. DoD, qui comprenait les exigences relatives à une analyse des risques liés au calendrier :

Le responsable principal participera à une analyse probabiliste trimestrielle des risques liés au calendrier menée par le gouvernement. [...] L'entrepreneur doit rendre compte des durées et des justifications optimistes, pessimistes et les plus probables pour [...] chaque tâche/activité selon l'une ou l'autre des voies suivantes : chemin critique vers l'achèvement du programme, chemin critique vers le prochain jalon important, et les trois prochaines voies critiques vers le prochain jalon important.

Le département de la Défense des États-Unis a mis à jour son modèle de liste des données essentielles au contrat (LDEC) un an plus tard afin d'y inclure les exigences pour que les entrepreneurs, entre autres, [traduction] « exécutent et rendent compte des résultats des analyses des risques liés au calendrier supplémentaires<sup>5</sup> », selon les directives du gouvernement.

Cette approche garantirait-elle que tous les projets seront livrés à temps? Probablement pas, mais il s'agit d'une première étape proactive pour réduire la variabilité des échéanciers des projets. De plus, elle pourrait également servir de source historique pour la nouvelle politique de SPAC sur la gestion du rendement des fournisseurs<sup>6</sup>, qui tient compte du rendement du calendrier.

Les analyses des risques liés au calendrier ne sont pas sans défaut. Ils peuvent prolonger inutilement la durée du calendrier d'un projet. Cela serait particulièrement vrai pour une organisation qui a une faible tolérance au risque ou qui est encline à privilégier l'évitement du risque plutôt qu'une approche pratique de la gestion du risque. Comme il a été décrit précédemment, une analyse des risques liés au calendrier exige trois points de données couvrant les facteurs de risque *optimistes*, *pessimistes* et les *plus probables*. Si les facteurs pessimistes sont trop réfractaires au risque ou sujets à un biais négatif trop important, le modèle statistique est susceptible d'entraîner un échéancier trop long. Étant donné que le temps, c'est de l'argent, cet élément entraîne inévitablement un coût de projet gonflé. Cet impact négatif peut être aggravé si le calendrier d'un projet doit avoir un résultat probabiliste trop élevé (c.-à-d. > 85 %) pour la livraison à temps. Cela ferait écho aux effets de l'aversion pour le risque et du biais négatif, aggravant ainsi l'effet. Par conséquent, les décideurs peu enclins à prendre des risques rejetteraient probablement le projet en raison de l'explosion des coûts et de l'allongement calendrier estimé. Néanmoins, une analyse des risques liés au calendrier peut être utilisée pour inciter les soumissionnaires à présenter des échéanciers de projet plus réalistes lors de la présentation des propositions.

À l'inverse, un modèle pourrait être affecté par des facteurs de risque trop optimistes. Dans ce cas, l'effet est retardé. Le projet est approuvé, mais il s'éloigne assez rapidement en raison des risques qui se concrétisent. Selon la priorité du projet dans le portefeuille de l'organisation, la capacité doit être réduite pour respecter le calendrier et les objectifs de coûts, ou d'autres projets du portefeuille doivent être retardés ou annulés pour respecter l'enveloppe de financement de l'organisation. Toutefois, l'impact réel se produit lorsque l'effet d'entraînement sur les projets sous-jacents connexes, comme les projets de formation et d'infrastructure, se produit.

Bien que les risques d'inaction attribuables à l'aversion ou à une faible tolérance au risque ne soient pas sans conséquences, ils sont généralement plus prévisibles que les répercussions du risque en raison du zèle habituellement associé à l'optimisme à l'égard du risque.

La participation conjointe du Canada et de l'industrie aux exercices réguliers d'analyse des risques liés au calendrier tout au long de l'exécution d'un projet est non seulement une approche judicieuse de gestion du calendrier, mais aussi un catalyseur d'une meilleure pratique de gestion des risques fondée sur la mobilisation des intervenants. Pour la direction, le résultat d'une analyse des risques liés au calendrier devrait être plus que de simples graphiques et données. C'est une représentation de la coopération. Pour les achats complexes et de grande envergure, la gestion des risques est sans aucun doute le mot d'ordre, et ceux qui contrôlent les risques doivent établir le calendrier et les coûts.

En 2023, la Direction de l'organisation de soutien à la gestion de projet (DPMSO) du MDN a fait l'acquisition de Deltek Acumen, un logiciel de pointe doté de capacités d'analyse des risques liés au calendrier. Avec le temps, cette capacité pourrait changer la façon dont le MDN perçoit le risque et la façon dont les décisions sont prises, ce qui permettrait de mieux soutenir le personnel militaire en première ligne du Canada en réalisant des projets de défense plus rapidement.



*Jonathan Shriqui est l'agent de contrôle du projet pour le Programme de formation du personnel navigant de l'avenir à Ottawa.*

## Références :

1. Colin Robertson, conseiller principal et associé, Institut canadien des affaires mondiales. <https://www.noscommunes.ca/documentviewer/fr/44-1/NDDN/rapport-1>
2. Plans ministériels de la Défense nationale – Canada.ca
3. [https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc285/p804600\\_A1b.pdf](https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc285/p804600_A1b.pdf)
4. [https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc286/p805787\\_A1b.pdf](https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc286/p805787_A1b.pdf)
5. Section 2.4.2.21 IPMDAR CDRL Example\_Sub Flow-down Dec 2021 FINAL.pdf (osd.mil)
6. Politique de gestion du rendement des fournisseurs : – Jeter les bases d'un approvisionnement moderne – Mieux acheter – Achats et ventes – SPAC (tpsgc-pwgsc.gc.ca)
7. Modèle de guide de l'IPMD de la NDIA

## Titre d'intérêt



### The Silent Service's First Hero: The First Submariner to Receive the Medal of Honor

par Ryan C Walker

Publié (2024) par Pen and Sword Maritime

www.pen-and-sword.co.uk

ISBN : 9781036100414

Couverture rigide, 232 pages, 15 illustrations mono



Photo de la bibliothèque du congrès, 2016848189

Ne vous laissez pas bernier par le titre de ce livre. Il ne s'agit pas simplement de l'histoire d'un sous-marinier américain qui a reçu un grand honneur en raison d'un acte héroïque. Il s'agit aussi d'un marin d'origine canadienne qui s'est joint à une unité unique de la Réserve navale canadienne, qui a servi à bord de l'un des premiers navires de guerre du Canada et qui aurait participé aux opérations de sauvetage de l'explosion d'Halifax, le tout avant de devenir sous-marinier dans la marine américaine et à recevoir la plus haute décoration militaire des États-Unis pour bravoure, la Médaille d'honneur (du Congrès).

*The Silent Service's First Hero* est l'histoire d'**Henry Breault, un matelot torpilleur de deuxième classe (ME2)** (1900-1941), et survient 100 ans après avoir reçu la Médaille d'honneur du président Calvin Coolidge le 8 mars 1924. Cette récompense a été décernée en reconnaissance des actions du jeune marin cinq mois plus tôt à bord du sous-marin américain O-5 dans les approches septentrionales du canal de Panama. La citation qui résume son héroïsme se lit comme suit :

Le matin du 28 octobre 1923, le sous-marin O-5 heurte le navire à vapeur *Abangarez* et coule en moins d'une minute. Lorsque la collision s'est produite, Breault se trouvait dans la salle des torpilles. Lorsqu'il a atteint l'écotille, il a constaté que le bateau coulait rapidement. Au lieu de sauter par-dessus bord pour sauver sa vie, il est retourné dans la salle des torpilles à la rescousse d'un compagnon de bord qu'il savait coincé dans le sous-marin, fermant ainsi l'écotille de la salle des torpilles sur lui-même. Breault et (officier de pont électricien en chef Lawrence T.) Brown sont restés coincés dans ce compartiment jusqu'à ce que l'équipe de sauvetage vienne les secourir 31 heures plus tard.

Les détails de cet événement sont décrits plus en détail dans le livre. Breault est devenu le premier sous-marinier de la US Navy à recevoir la Médaille d'honneur, et demeure le seul marin enrôlé à recevoir cette médaille pour héroïsme alors qu'il servait comme sous-marinier.

L'auteur Ryan C. Walker, un ancien technicien en conduite de tir de la US Navy, plonge dans l'histoire des sous-marins d'avant la Seconde Guerre mondiale grâce à cette première enquête exhaustive et analytique sur la vie et l'époque d'Henry Breault. De 1900 à 1941, la vie de Breault est reconstituée en fonction de ses dossiers militaires, de ses dossiers de recensement et de ses coupures de journaux, tout en établissant un lien avec des recherches antérieures. Les débuts de l'enfance de Breault avec sa famille canadienne-française émigrée à Putnam, dans le Connecticut, jusqu'à son enrôlement dans la Réserve de volontaires canadiens de la Marine royale et la United States Navy sont soigneusement reconstruits.

À partir de là, les conditions à bord des sous-marins qu'il a utilisés, ses relations avec ses amis et sa famille nous permettent de mieux comprendre sa vie dans le contexte qu'il a probablement compris. Ce livre est présenté comme un nouveau modèle d'observations microhistoriques sur des sujets dont les principales sources sont la documentation militaire officielle.

Certains aspects de ce livre sont fascinants du point de vue de l'histoire navale canadienne. Breault s'est enrôlé par l'entremise de la Réserve de volontaires canadiens de la Marine royale (RVCMR), qui a été établie au Canada de 1914 à 1923 et qui a été la précurseur de la Réserve de volontaires de la Marine royale du Canada (RVMRC), plus connue. Breault a été affecté au NCSM *Niobe*, l'un des deux premiers navires de la MRC à l'époque. Lorsque Breault s'est enrôlé en 1916, le *Niobe* était immobilisé de façon permanente le long de l'arsenal maritime de Halifax en tant

que dépôt d'hébergement. À peine cinq mois dans la Marine, Breault était à bord du *Niobe* pendant l'explosion d'Halifax du 6 décembre 1917 et aurait participé aux opérations de sauvetage. Walker suppose que cette expérience pourrait avoir influencé les actions désintéressées de Breault plus tard dans sa carrière.

Henry Breault est mort d'une insuffisance cardiaque dans un hôpital de la US Navy au Rhode Island le 5 décembre 1941, deux jours avant l'attaque de Pearl Harbor qui a

entraîné les États-Unis dans la Seconde Guerre mondiale. Aujourd'hui, Henry Breault, le torpilleur américain d'origine canadienne, fait toujours partie du folklore des sous-marins américains. *The Silent Service's First Hero: The First Submariner to Receive the Medal of Honor* est un livre bien documenté, basé sur des faits, qui tisse avec succès l'histoire de ce modeste marin et l'acte d'héroïsme qui l'a rendu célèbre.



## Bulletins d'information

### IMF Cape Breton – L'entreprise de l'AJISS de la côte ouest

Par Ryan Solomon, Greg Lewis et Sebastien Richard

L'entreprise de soutien en service des NPEA et des NSI (AJISS) de la côte ouest a franchi une étape critique avec l'achèvement de sa première courte période de travail sur le NCSM *Max Bernays* (AOPV-432) en mai et au début de juin. L'AJISS, ou le soutien en service des navires de patrouille extracôtiers et de l'Arctique et des navires de soutien interarmées, constitue une entreprise de collaboration entre l'organisation du Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime, Thales, les installations de maintenance de la flotte ainsi que plusieurs réseaux de soutien technique ayant une vision commune pour fournir des services techniques navals de calibre mondial afin de maintenir ces nouvelles classes de navires. Grâce à ce contrat relationnel, unique en son genre pour la Marine royale canadienne (MRC), et conçu pour optimiser le rendement grâce à des partenariats souples fondés sur des principes comportementaux communs, l'entreprise a réussi à exécuter plus de 350 tâches de maintenance et techniques selon un calendrier intégré.

Il est compliqué de réunir les divers intervenants et de coordonner l'exécution de centaines de tâches, mais tous les travaux prévus ont été réalisés sans qu'il y ait un seul incident en matière de sécurité. Ces travaux comprenaient également les tâches de certification essentielles et les changements techniques pour permettre au *Max Bernays* de mener des opérations sans détachement aérien (opérations « SWOAD »), une étape nécessaire vers une capacité aérienne complète, et une première pour les navires de patrouille extracôtiers et de l'Arctique (NPEA) de la classe *Harry DeWolf*.



Photo : Caporal Will Gosse, Services d'imagerie des FMAR(P)

Le maître de 2<sup>e</sup> classe Mayer, technicien de marine à bord du Navire canadien de Sa Majesté *Max Bernays*, aide à l'atterrissage d'un hélicoptère CH-148 Cyclone sur le pont d'envol du navire lors d'un exercice de l'équipe du navire sans détachement aérien, le 18 juin 2024, dans l'océan Pacifique.

La période de travail n'a certainement pas été exempte de défis, car l'équipe a travaillé en étroite collaboration pour résoudre plusieurs problèmes qui ont surgi et pour effectuer un certain nombre de réparations imprévues. La persévérance et une bonne communication ont permis à l'équipe d'atteindre les objectifs communs qui sous-tendent la mission de l'AJISS, c.-à-d. de fournir à la MRC des navires prêts pour le matériel à temps, chaque fois. Ces efforts ont été remarqués à l'échelle nationale, et le Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime, le **Cmdre Keith Coffen**, a fait remarquer qu'il s'agissait du modèle de collaboration pour la prestation de services que la MRC espérait voir avec l'AJISS. Cette réalisation exceptionnelle pour l'entreprise de la côte ouest a été rendue possible grâce à tout le personnel qui a travaillé à planifier, programmer, gérer, soutenir et exécuter le travail à bord du *Max Bernays* en tant qu'équipe.



# Bulletins d'information

## Changements de commandement aux installations de maintenance de la Flotte Cape Scott et Cap-Breton



Photo du Cplc Jaclyn Buehl, Services d'imagerie de la formation des FWMR(A)

Le 17 juillet 2024, le **Capv Eric McCallum** a pris le commandement de l'Installation de maintenance de la Flotte Cape Scott (IMFCS) du commandant sortant, le **Capv Jonathan Lafontaine**, lors d'une cérémonie tenue à l' Arsenal canadien de Sa Majesté à Halifax (Nouvelle-Écosse). La **Cam Josée Kurtz**, commandante des Forces maritimes de l'Atlantique, a présidé les délibérations.



Photo du Sgt Malcolm Byers, Services d'imagerie de la formation des FWMR(P)

Le 19 juillet 2024, le **Capv David Roberge** a pris le commandement de l'Installation de maintenance de la Flotte Cap-Breton (IMFCB) du **Capf Iain Meredith** lors d'une cérémonie de passation de commandement tenue à l' Arsenal canadien de Sa Majesté à Esquimalt (Colombie-Britannique). Le **Cam Christopher Robinson**, commandant des Forces maritimes du Pacifique, a présidé la cérémonie.



## Une nouvelle apparence pour le Fonds de commémoration de la marine canadienne

Par Ann Mech

En 2023, le conseil d'administration du Fonds de commémoration de la marine canadienne (FCMC) a entrepris l'élaboration d'un plan stratégique. Bien que, depuis 40 ans, le Fonds soit un intendant diligent du NCSM *Sackville*, la dernière corvette du temps de guerre, le navire fait face à un certain nombre de défis, y compris le remplacement éventuel de la coque. Les efforts déployés tout au long de l'année pour établir les priorités stratégiques ont abouti à une mission renouvelée visant à préserver le NCSM *Sackville* afin d'aider des générations de Canadiens à apprécier les réalisations et les sacrifices de la Marine royale canadienne pendant la Seconde Guerre mondiale.

Il était évident qu'il fallait une image de marque claire qui engloberait les objectifs du Fonds. Dans cette optique, un comité a l'embauché d'une agence de publicité pour créer une campagne de marque. La campagne qu'elle a produite était tout à fait conforme à la cible. Les publicités imprimées et audiovisuelles qui en découlent servent de « moments de narration », expliquant la manière dont les éléments apparemment petits de la vie des marins ont contribué à changer le cours de l'histoire.



Le logo du Fonds, ainsi que ses couleurs spécifiques, a été modernisé en faisant référence à des peintures et des polices qui rappellent les années 1940. Une campagne de publicité a été lancée à la télévision, ainsi que sur Amazon Prime, dans des balados, ainsi que dans des publicités numériques en ligne et dans les médias sociaux.

Le changement de nom du Fonds de commémoration de la marine canadienne jette les bases pour attirer de nouveaux administrateurs et promouvoir la collecte de fonds pour aider à préserver le navire et à partager ses histoires pour les années à venir.





# NOUVELLES (AUTOMNE 2024)

## 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**  
Ltv Jason Delaney

**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 du Ltv Jason Delaney, à la Direction histoire et patrimoine, QGDN, 101, Ch. Colonel By, Ottawa, ON K1A 0K2  
Tél. : (613) 998-7045  
Télééc. : (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](http://www.cntha.ca)

### Choix des affûts de canon de 3 po/calibre 50 installés à bord des navires canadiens de Sa Majesté (NCSM) *Protecteur* (1) et *Preserver* (2) il y a 60 ans

Par Pat Barnhouse

**A**u cours de l'été 1964, en tant que tout nouveau capitaine de corvette, j'ai été affecté à la Direction – Ingénierie des systèmes (DSG), une annexe de la Direction générale – Équipement de combat. En peu de temps, j'ai commencé à participer directement au choix de l'armement des deux nouveaux pétroliers ravitailleurs d'escadre (AOR) de la classe *Protecteur* de la Marine royale canadienne (MRC) dont la construction devaient commencer à Saint John, au Nouveau-Brunswick, en 1967. Les choses sont rarement simples lorsqu'on précise l'équipement d'un navire, et la façon dont ces navires se sont retrouvés avec un double affût de canon de 3 po/calibre 50, et avec un système canon tout court, en était la preuve.

À l'époque, une grande partie du travail de conception d'un navire de la Marine était effectuée à l'interne, comme ce fut le cas pour la conception préliminaire des navires *Protecteur* (AOR-509) et *Preserver* (AOR-510) à l'aide de diagrammes de séquence opérationnelle qui définiraient la relation entre les fonctions, de l'équipement et du personnel pour aider à établir la disposition de la classe des deux navires. La Marine avait également un « exemple vivant » d'un AOR disponible à titre de référence. Le NCSM *Provider* (AOR-508) s'était joint à la flotte un an plus tôt seulement, et l'étude de ce navire a révélé de nombreux aspects qui pourraient être améliorés dans les nouvelles constructions.

Le **Capv Kai Boggild**, commandant du *Provider*, a été invité à Ottawa pour partager ses réflexions d'un point de vue opérationnel, et même si une grande partie de ce qu'il a dit avait déjà été pris en considération, il y avait un élément qui, apparemment, n'était pas encore inclus : Selon lui, les AOR étaient des navires de guerre et devaient donc avoir un canon. Le capitaine était d'avis qu'une jonque chinoise (type de bateau à voile) pouvait venir le rejoindre et le faire



Photo de la Marine américaine



Photo courtoisie de ReadyAveReady.com

Le canon de 3 po/calibre 50 de l'AOR à différentes époques. En haut, à bord du NCSM *Preserver* dans les années 1970, et réinstallé à bord du NCSM *Protecteur* en bas pour l'opération Friction en 1990.

exploser dans l'eau, et c'est ainsi que la saga de la pièce de chasse de l'AOR est née. Il y a eu des histoires, peut-être apocryphes, selon lesquelles le fait d'équiper les nouveaux AOR de canons les rendrait admissibles à une sorte de « tarif de guerre » réduit lorsqu'ils transitent par le canal de Panama, mais à ma connaissance, cette affirmation n'est pas fondée.

La directive m'a dûment été transmise avec l'instruction de choisir un canon et de décider où l'installer, en gardant à l'esprit que l'arme choisie devrait s'appuyer sur le fonctionnement local, sans système de conduite de tir associé. À mon avis, il était sensé de réattribuer quelques-uns des canons de 4 po/calibre 45 provenant de nos destroyers déclassés et des frégates de classe *Prestonian*. Il est vrai que l'utilisation des affûts exigeait une grande équipe de huit personnes, mais cela serait compensé par leur simplicité de fonctionnement, en ce sens qu'ils pouvaient être posés et que le personnel pouvait être formé directement sur l'affût lui-même. J'ai fait cette suggestion à l'état-major de la Marine, mais j'ai dû chercher ailleurs lorsqu'il a fait

(Suite à la page suivante...)



Photo courtoisie de la Collection du Musée naval d'Halifax

Vue rapprochée d'un double affût de canon de 3 po/calibre 50. Cette unité du NCSM *St. Croix* (DDE-256) mis hors service est exposée au Musée naval de la BFC Halifax. Comme les canons de l'AOR n'étaient pas équipés d'un réflecteur parabolique radar de conduite de tir illustrée ici, ils devaient être utilisés en mode local.

remarquer que, même s'il y avait beaucoup de supports de canons de quatre pouces disponibles, il n'était pas prévu d'acheter des munitions pour ces canons.

J'ai vécu une histoire semblable avec ma prochaine suggestion d'installer quelques supports Hazemeyer de la MRC pour les canons Bofors de 40 mm qui étaient mis hors service. Le NCSM *Ontario* (C53/32) transportait de tels canons, et je les avais vus tirer avec beaucoup d'efficacité, mais encore une fois, on m'a dit que les munitions ne seraient pas disponibles. (Six ou sept ans plus tard, j'ai été surpris de voir ces mêmes armes être expédiées du dépôt d'armement naval de Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, à destination des installations de défense aérienne provisoires sur nos aérodromes en Allemagne. Lorsque j'ai posé des questions sur les munitions, on m'a dit qu'il y en avait beaucoup qui étaient disponibles.)

On m'a laissé faire une dernière suggestion : les doubles affûts pour canon de 3 po/calibre 50 qui provenaient des demi-dunettes des destroyers de classe *Saint-Laurent* et qui étaient converties en DDH. La Marine a accepté.

Il suffisait ensuite de choisir l'emplacement du canon. Ayant vu plusieurs auxiliaires de la USN avec des affûts de canon en porte-à-faux à l'arrière, j'ai proposé le même arrangement. Cette décision a été accueillie avec horreur par les forces navales et aériennes qui voulaient que toute la partie arrière des deux navires demeure inviolable pour les opérations d'hélicoptères. Rien ne devait interférer avec cela. Il était impossible d'installer le canon au milieu du navire, car cette zone était réservée aux postes de ravitaillement en liquide et solide. J'ai ensuite suggéré une zone apparemment vacante juste à l'avant de la passerelle, pour me faire dire qu'elle était réservée à un système Sea Sparrow canadien de lancement de missiles à bras unique proposé (qui a été annulé à la fin de 1973 ou au début de 1974 et qui n'a jamais été installé).

Il ne restait qu'un endroit à gauche pour placer le canon de 3 po/calibre 50, et c'était vers l'avant, à l'écart des câbles d'ancrage et du dispositif de manutention. Au fil des ans, cela ne s'est pas avéré être un choix heureux. Le **Capv Robin Allen**, qui a été commandant du NCSM *Preserver* de 1991 à 1993, se souvient que le canon de son navire avait été retiré en 1984 en raison de sa position exposée si loin vers l'avant, ce qui le rendait vulnérable aux effets des conditions météorologiques et de l'action des vagues sur la proue. En fait, de nombreux boucliers de canon ont été détruits. L'enquête menée à la fin des années 1970 a montré que de grosses vagues qui arrivaient par l'avant remplissaient le zeriba – le corral entourant l'affût de canon conçu pour piéger les douilles usées – et forçaient de grandes quantités d'eau à remonter par le fond ouvert du bouclier de l'enceinte, le faisant exploser de l'intérieur vers l'extérieur.

Au bout du compte, les canons de 3 po/calibre 50 qui avaient été si soigneusement choisis se sont avérés plus de trouble que nécessaire et ont été retirés des deux AOR au milieu des années 1980. Dans une note de bas de page intéressante, lorsque le NCSM *Protecteur* a quitté Halifax le 24 août 1990 avec le groupe opérationnel naval canadien à destination du golfe Persique pendant l'opération Friction, le canon était de nouveau en place.



*Le président de l'Association de l'histoire technique de la Marine canadienne, Pat Barnhouse, a pris sa retraite de la Marine à titre de commandant du génie des systèmes de combat en 1989.*

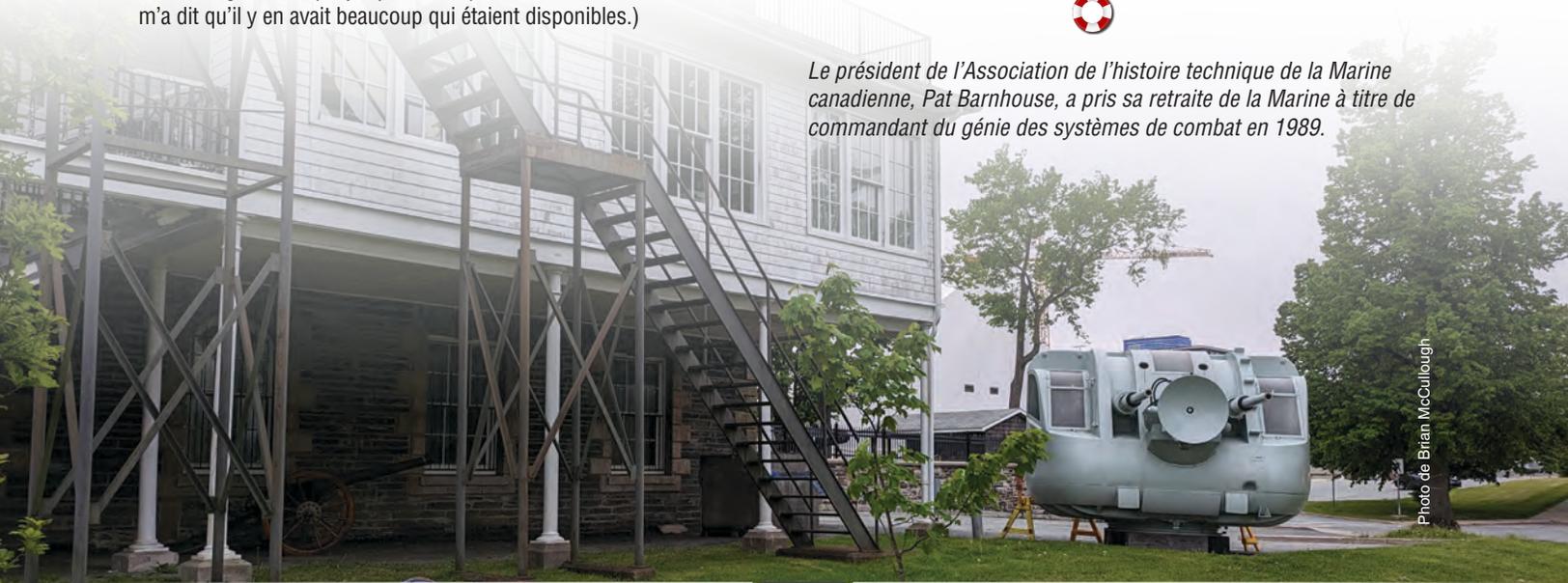


Photo de Brian McCullough