



Revue du Génie maritime



La Tribune du Génie maritime au Canada

Été 2014

Mission accomplie!

Réparation en théâtre des opérations des moteurs du NCSM *Toronto* en 2013

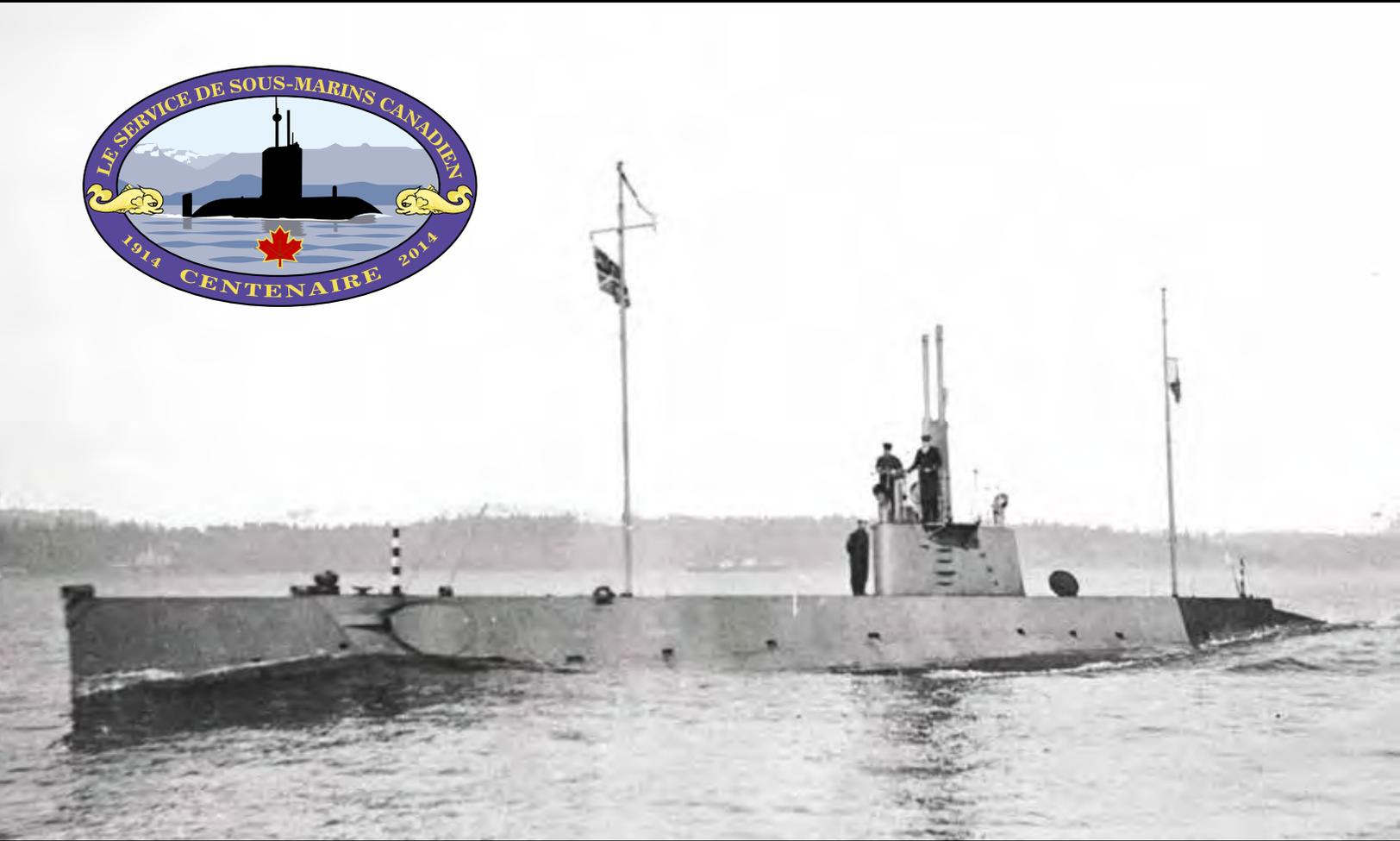


Également dans ce numéro :

- Tribune : L'innovation se porte bien dans le système d'instruction de la MRC
- Supercavitation à la défense destructrice contre les torpilles
- *Nouvelles de l'AHTMC* : Problème de vibrations du NCSM *Provider*



Félicitations!
Le 100^e anniversaire du
service sous-marinier canadien



CC2 en route vers Esquimalt, C.-B., août 1914

(Dolphin 72A – Très bien!)

Logo et images : don de la Submariners Association of Canada



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

Commodore Marcel Hallé,
OMM, CD

Rédacteur en chef
Capv Simon Page
Chef d'état-major du GPEM

Gestionnaire du projet
Ltv Peter O'Hagan

**Directeur de la production
et renseignements**
Brian McCullough
**brightstar.communications@
sympatico.ca**
Tel. (613) 831-4932

Corédacteur
Tom Douglas

**Conception graphique
et production**
d2k Marketing Communications
www.d2k.ca
Tel. (819) 771-5710

Revue du Génie maritime



(Établie 1982)
Été 2014

Chronique du commodore

Avenir du soutien en service
par le Commodore Marcel Hallé, OMM, CD 2

Tribune

L'innovation se porte bien dans le système d'instruction de la MRC
par le Capf David Benoit 3

Chroniques

Réparation en théâtre d'opérations du turbopropulseur à gaz bâbord du NCSM *Toronto*
par Bob Steeb..... 7

Applications de la supercavitation à la défense destructrice contre les torpilles
par le ltv Byron Ross, B.Ing...... 14

Critiques de livres

RMS Empress of Ireland: Le fleuron de la flotte de l'Atlantique du Canadien Pacifique 17

Through a Canadian Periscope 17

White Ensign Flying.....18

Prix des officiers techniques navals 2013

..... 19

Bulletin d'information

Le Musée canadien de la guerre acquiert la seconde médaille d'un ensemble
de deux médailles de l'explosion d'Halifax 21

Arrivée de l'*Ojibwa* à Port Burwell, en Ontario 22

Commémoratif des navires de la MRC ayant servi à la guerre de Corée 23

Nouvelles de l'AHTMC

Problème de vibrations du NCSM *Provider*
par le Cmdre W.J. Broughton, MRC (Retraité)..... 24



Une réforme complète du groupe propulseur bâbord à turbine à gaz du NCSM *Toronto* à Dubaï (EAU) – rien d'un travail de routine.

Photo par Bob Steeb, IMF Cape Scott

La *Revue* est disponible
en ligne sur le site Internet
de l'Association de
l'histoire technique de
la Marine canadienne –
www.cntha.ca

La *Revue du Génie maritime* (ISSN 0713-0058) est une publication officielle des Forces canadiennes, publiée par le Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime. Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles. Le courrier et les demandes d'abonnement gratuit peuvent être adressées au **Rédacteur en chef, La Revue du Génie maritime, DGGPEM, QGDN, 101 prom. Colonel By, Ottawa (Ontario) Canada, K1A 0K2**. Le rédacteur en chef se réserve le droit de rejeter ou modifier tout matériel soumis. Nous ferons tout en notre possible pour vous renvoyer les photos et les présentations graphiques en bon état. Cependant, la *Revue* ne peut assumer aucune responsabilité à cet égard. **À moins d'avis contraire, les articles de cette revue peuvent être reproduits à condition d'en mentionner la source. Un exemplaire de l'article reproduit serait apprécié.**



Chronique du commodore

Par le Commodore Marcel Hallé, OMM, CD

Avenir du soutien en service

Dans ma chronique précédente (au printemps de 2014), je me suis attaché au Système de gestion du matériel naval (SGMN) et à l'importance de substituer « matériel » à « maintenance » dans ce sigle. Cette subtilité représente un changement profond et redéfinit le SGMN comme système unifié et intégré d'acquisition et de soutien en matériel naval aux fins de l'Entreprise du matériel naval. Le soutien en service qui y est incorporé en constitue un des principaux sous-systèmes. La Marine royale canadienne (MRC) est à la croisée des chemins. Elle se prépare en effet à recevoir les frégates modernisées de la classe *Halifax*, elle atteint presque la stabilité avec les sous-marins de la classe *Victoria* et elle s'apprête à aborder la transition vers les éléments futurs de sa flotte. Une clé de son succès sera l'avenir du soutien en service. Comme la demande dépasse toujours l'offre en ressources pour une pleine exécution du programme du matériel et que notre flotte continue à croître en complexité, la gestion des problèmes financiers que pose constamment ce soutien est quelque chose de plus vite dit que fait, mais les conditions se prêtent à une action collective pour l'optimisation de celui-ci et son intégration complète. À cette fin, il faudra des efforts concertés, un plan solide, de l'innovation et un recours aux réalisations de ceux qui ont eu du succès dans ce domaine.

« La Marine royale canadienne (MRC) est à la croisée des chemins. Elle se prépare en effet à recevoir les frégates modernisées de la classe Halifax, elle atteint presque la stabilité avec les sous-marins de la classe Victoria et elle s'apprête à aborder la transition vers les éléments futurs de sa flotte. »

La Stratégie d'approvisionnement en matière de défense (SAMD), qui a été annoncée en février par le ministère de la Défense nationale et Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, et l'initiative ministérielle de renouvellement de la Défense, qui a été lancée par le chef d'état-major et le sous-ministre de la Défense au milieu de 2013, sont considérées comme deux grands moyens pour en arriver à des résultats dans ce secteur. Plus précisément, on a mis en place, sous le parrainage d'Alanna Jorgensen de la DGGPEM, l'initiative dite de l'avenir du soutien en service (ASES) dans le cadre des programmes de gestion du changement qui sont intégrés aux activités de la MRC et du secteur du sous ministre adjoint (Matériel). Avec cette initiative dont l'orientation est holistique, on vise à bien plus qu'à s'occuper des contrats de soutien en service, puisqu'on regarde tout l'éventail des mesures de conception, de gestion, d'instruction et d'exécution en génie et maintenance maritimes : travaux à bord des bâtiments de surface et des sous-marins, travaux secondaires et tertiaires dans les installations de maintenance de la flotte (IMF), travaux dans l'industrie en troisième échelon. Cette initiative contribuera largement à faire des IMF ce qu'elles doivent être, c'est-à-dire à assurer le maintien des capacités essentielles de la MRC et l'établissement de relations stratégiques pour l'intégration des compétences et des éléments d'infrastructure entre l'État et l'industrie.

L'initiative ASES concerne tout le monde dans l'Entreprise du matériel naval. Que vous soyez un technicien de la MRC entretenant le matériel de bord, un travailleur d'une installation de maintenance de la flotte, un employé du secteur du SMA (Matériel) ou un fournisseur de services de l'industrie au programme de la Marine royale canadienne, vous avez la possibilité de transmettre vos idées par votre hiérarchie à l'équipe chargée de cette initiative. Le succès du soutien en service dépendra de la façon dont nous choisirons collectivement de le façonner. Le moment est venu, un grand défi nous attend, mais l'importance de ménager un avenir de viabilité et d'efficacité opérationnelle pour notre marine et le Canada est encore plus grande.



L'innovation se porte bien dans le système d'instruction de la MRC

par le Capf David Benoit, commandant de l'École du génie naval des Forces canadiennes à Halifax

[Nota : Le Capf Benoit vient de prendre de nouvelles fonctions au bureau du sous-ministre de la Défense nationale à Ottawa.]

Permettez-moi d'abord de louer les membres de l'équipe de rédaction d'avoir publié tant d'années des numéros exceptionnels dans la *Revue du Génie maritime*. Grâce à leurs efforts et à l'appui de la haute direction du secteur, nous pouvons rester en prise avec la branche du génie et au fait du travail de nos collègues, si difficile qu'il soit.

Je mentionnerai ensuite que, après lecture de l'article « Où sont passés tous les innovateurs? » des Nouvelles de l'AHTMC (n° 71, été 2013) sous la plume du Capf (retraité) Pat Barnhouse, MRC, j'ai pensé prendre clavier et écran et donner une réponse à sa question, même si incomplète et insuffisante.

« L'innovation abonde toujours dans tous les aspects de la vie technique de la marine, car nous tâchons chaque jour de répondre aux besoins opérationnels de l'organisation avec des ressources qui paraissent rétrécir. »

J'admets que l'innovation que nous observons aujourd'hui peut sembler moins impressionnante que celle qu'évoque le Capf Barnhouse pour les décennies entraînant et bien financées qui vont des années 1940 aux années 1990, mais les réalisations d'aujourd'hui n'en sont pas pour autant moins marquantes. L'innovation abonde toujours dans tous les aspects de la vie technique de la marine, car nous tâchons chaque jour de répondre aux besoins opérationnels de l'organisation avec des ressources qui paraissent rétrécir.



Photos par Brian McCullough

Le personnel naval apprend le fonctionnement du Système de contrôle des avaries dues au combat, sous-système du Système de contrôle intégré de plateforme dans une salle de classe moderne du Centre d'instruction en matière de lutte contre les avaries (Kootenay) à Purcell's Cove (Nouvelle-Écosse). Les jeux de groupe ou d'équipe demeurent un outil efficace d'instruction.

Je reconnais les constants et manifestes efforts de la part de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) pour mener le mouvement technologique de l'amélioration et de l'avancement des capacités militaires de la MRC, mais j'aimerais m'attacher à mon propre domaine d'activité à l'intérieur du Service de l'instruction de la Marine (SIM), aujourd'hui rebaptisé Groupe d'instruction du personnel naval (GIPN). Même dans une septième année à titre de gestionnaire et chef de file dans ce système, le degré d'innovation qui le caractérise continue à me sidérer et l'avenir s'annonce encore plus prometteur. Je citerai quelques exemples :

Lancée par les commandants et les dirigeants de la Direction de l'instruction et de l'éducation navales (DIEN) à l'automne de 2012 avec l'appui du Cam John Newton, alors directeur général du Personnel maritime, l'**initiative de transformation du SIM** a pour origine la Stratégie pour l'avenir de l'instruction lancée par le Capv Simon Page (CEM GPEM) en 2010-2011 pendant qu'il était directeur

Visite des installations d'instruction navale à Halifax

Quand le texte inspiré du Capf Dave Benoit pour la Tribune est arrivé à la *Revue* en décembre dernier, j'ai su qu'il serait bon de rencontrer quelques-unes des personnes à propos de qui il avait écrit, c'est-à-dire les concepteurs de cours, les enseignants et les étudiants qui se trouvent à la fine pointe de l'instruction navale au Canada. Je désirais voir et entendre d'eux comment le dosage de formation sur ordinateur et d'instruction pratique était mis au service des besoins d'une flotte en transition.

L'occasion s'est présentée en mars dernier quand j'ai pu obtenir un accès exceptionnel aux installations d'instruction navale de la côte Est. Le coordonnateur de l'EGNFC, le ltv Dale Molenaar, a organisé un calendrier remarquable de visites. En trois jours, lui et moi avons observé sur place en un tourbillon les laboratoires de démonstration de matériel, les formateurs en procédures d'utilisation et d'équipement, les salles de classe modernes et les navires virtuels. C'était là un impressionnant étalage de la puissance et de la souplesse de la capacité d'instruction mise entre les mains de gens très dévoués et très talentueux. Les hommes et les femmes qui nous ont renseignés étaient enthousiastes au sujet de leur travail. Ils nous ont bien fait comprendre en quoi leur activité s'insère dans le grand tableau de l'instruction et de la préparation de la flotte. Tous les messages étaient clairs dans ces visites.

Un exemple en est le capitaine de l'ARC Scott Leslie, qui gère le projet du Centre de soutien à l'apprentissage de la marine pour toute l'instruction virtuelle qui se donne sur la côte Est. Il a décrit ce qu'est la Flotte virtuelle canadienne en ces termes : « Les élèves peuvent entrer dans un espace virtuel et visualiser la console sur laquelle tournera leur trousse de formation en cours d'emploi. Nous tentons de rendre le contenu accessible partout pour qu'ils puissent l'utiliser au moment qui leur convient. L'espoir est que nous puissions réduire la pression qui s'exerce sur la flotte. »

Mes remerciements au Capf Dave Benoit qui m'a offert l'hospitalité de sa maison et de son bureau, ainsi qu'au ltv Dale Molenaar pour ses commentaires professionnels d'intérêt au gré de nos visites. Par-dessus tout, ma profonde gratitude va à tous ces gens, tous ces professionnels, qui ont pris le temps de m'expliquer en détail ce qu'ils font et pourquoi.

— *Brian McCullough*

de la DIEN. Cette initiative continue à faire naître un système souple, novateur et réactif qui maintient une instruction et une éducation de classe mondiale au gré de la transformation de la MRC selon ses engagements pour l'avenir. Le travail accompli par les équipes du GIPN et de la MRC avec le concours de commandants agissant comme « champions des orientations » et sous la coordination générale du Capf Martin Drews, commandant de l'École navale des Forces canadiennes à Esquimalt, a permis d'explorer et de tracer neuf grands axes. Ce premier mouvement s'est récemment soldé par le dépôt d'un rapport complet auprès du Capv Michael Knippel, commandant du GIPN, qui a décidé de lancer un nouveau mouvement destiné à regrouper ces neuf axes en trois lignes opérationnelles. Toujours en chantier, cette initiative a déjà apporté une nouvelle capacité selon le nouveau paradigme au Groupe d'instruction du personnel naval.



La Flotte virtuelle canadienne a été mise au point par le Centre de soutien à l'apprentissage de la marine avec un budget restreint, mais elle rapporte gros en permettant aux élèves de promener leur propre avatar dans des répliques fidèles de diverses plateformes navales. On peut se mettre en « mode moniteur » pour guider l'élève vers des objectifs précis d'instruction (accès aux consoles de l'équipement à bord, par exemple).

Une de ces capacités nouvelles est la **Flotte virtuelle canadienne** (FVC) créée par le Centre de soutien à l'apprentissage de la Marine (CSAM) et qui permet de mener l'instruction individuelle et collective « à bord » sur des répliques virtuelles fidèles des diverses plateformes de la marine. Dans une étude réalisée par RDDC, on a constaté qu'un groupe expérimental exposé à des conditions *virtuelles* d'instruction de familiarisation avec la vie de sous-marinier était environ cinq fois plus « éduqué » spatialement que le groupe témoin ayant reçu la même instruction à bord d'un sous-marin réel. Il est clair que l'exploitation de cette nouveauté aura un effet considérable sur l'instruction initiale et continue, sur la compétence des équipages et sur l'aide générale au rendement.

En janvier 2013, devant des pénuries de personnel et des pertes de savoir-faire par les départs à la retraite, l'École du génie naval des Forces canadiennes (EGNFC) et l'École navale des Forces canadiennes à Esquimalt (ENFC (Esquimalt)) ont créé une **classe virtuelle** dans le réseau étendu de la Défense pour une éducation interactive de qualité des étudiants de la côte Ouest avec un formateur exerçant son activité à partir d'Halifax.

Dans le même ordre d'idées, la **classe universelle**, qui existe actuellement à l'ENFC (Esquimalt), à l'ENFC (Québec) et à l'École des opérations navales des Forces canadiennes (EONFC), permet dans tout le pays (et éventuellement dans le monde) une instruction interactive en temps réel sous la conduite de formateurs et dans un cadre convivial. Des classes situées en divers lieux peuvent être commandées à distance par Internet de sorte que les aides pédagogiques puissent être mises en partage simultanément auprès des étudiants de l'ensemble du réseau.

Mentionnons enfin que, lorsqu'il sera entièrement fonctionnel, le **Réseau d'apprentissage de la Défense** constituera une autoroute de l'instruction que pourront emprunter tous les membres des Forces armées canadiennes, avec des possibilités d'accès, de collaboration et de synergie pour le personnel de toute la Marine, la Force aérienne et l'Armée de terre.

Il n'y a pas que ces exemples, puisque le GIPN continue à déterminer comment il peut le mieux conférer une synergie au système d'instruction collective de la marine. En 2010, les effectifs de formation ont été regroupés sous un même commandement à la DIEN pour une unité de direction et une réponse certaine aux besoins futurs

d'instruction de la MRC. Le QG de ce nouveau groupe est passé aux FMAR(P), mais on s'emploie toujours à préciser et définir cette nouvelle entité. Il est sûr que la transformation recherchée s'opérera par la possibilité pour notre personnel d'envisager de nouveaux moyens d'exécution de l'instruction et par notre capacité de mettre en œuvre des solutions technologiques.

« À mes yeux, les derniers arrivants dans la marine, ceux que j'ai eu le privilège de diriger à l'école, ont les idées, l'initiative et la motivation pour tirer tout le parti voulu des riches possibilités d'évolution... »

Des initiatives clés comme la Stratégie nationale pour l'acquisition de construction navale façonneront l'évolution du GIPN. Nous nous ferons sans doute livrer des navires d'une même classe qui différeront dans leur technologie, leur équipement et leurs systèmes embarqués. Le GIPN se devra de faire preuve d'agilité et de souplesse pour prévoir ces différences et s'y adapter. Il faudra dès à présent de sérieux efforts, de la réflexion et de la prévision pour que cette souplesse nous soit acquise lorsque les navires nous seront livrés. Le modèle actuel d'instruction qui s'applique à chaque pièce d'équipement devient rapidement intenable. Plus que jamais, la MRC aura besoin de *techniciens* qui feront



Photos par Brian McCullough

Le technicien en génie des armes, le mat 1 Mitchell Sheppard, exécute un exercice de recherche de défaillances sur un canon de 57 mm à l'écran du Maintenance Procedural Trainer au dépôt d'armes naval de Dartmouth (Nouvelle-Écosse). L'apprentissage sur ordinateur allié à la formation pratique confère à la marine beaucoup de souplesse en matière d'instruction.

plus que de la maintenance et qui auront reçu l'éducation et l'instruction voulues pour prendre en charge les innombrables différences techniques de notre future flotte.

Ce n'est pas dire que l'utilisation de toute technologie sera là pour remplacer l'expérience pratique. Dans un milieu contrôlé comme celui des effectifs actuels d'instruction, des cours aux fins des applications peuvent donner la formation pratique devant garantir la sécurité, la compétence et l'efficacité du travail de nos techniciens dès qu'ils entrent sur leurs navires. Il reste que la pratique dans un bon milieu virtuel de simulation comme le « Virtual Maintenance Trainer » fournira toutes sortes de possibilités d'apprentissage avant l'entrée dans la flotte.

Il faut aussi dire que l'organisation devra mettre en balance le besoin de solutions technologiques et le besoin de mesures de sécurité. Les nouveaux venus dans la marine veulent de telles solutions, ils désirent aussi utiliser leurs appareils mobiles et ils entendent se relier à nos réseaux pour l'apprentissage professionnel. Ils recherchent la liberté d'apprendre à leur propre rythme pour pouvoir progresser à loisir sur le chemin des qualifications.

L'idée d'une « technologie sans fil », c'est-à-dire de l'utilisation par un marin d'un appareil mobile servant tant à l'instruction qu'à la maintenance, devrait être le fil conducteur dans notre recherche de solutions. Évoquons notre vision en disant que, peut-être dans l'avenir, un technicien que son appareil mobile aurait déjà avisé de la priorité d'un travail d'entretien en file d'attente inspectera une pièce d'équipement et verra instantanément à l'écran l'historique de maintenance, les données de rendement les plus récentes et les paramètres de fonctionnement. Il passera à une autre page et pourra se renseigner sur la place qu'occupe cette pièce d'équipement dans tout le système. S'il ne sait au juste comment exécuter un certain programme de maintenance, il pourra visualiser celui-ci en cliquant sur un bouton. Il accomplira son travail et signifiera

qu'il en a terminé, mettant ainsi instantanément à jour la base de données centrale. Il se servira ensuite du même appareil pour continuer à se perfectionner sur le plan technique et en leadership personnel.

Il est probable que, avec les années, un grand nombre de produits que nous utilisons ne seront plus mis au point à l'interne par l'Aviation royale canadienne ou la MRC, mais pourraient fort bien devoir être adaptés à notre environnement unique. De telles solutions appelleront une innovation – *une réflexion neuve* – garante de l'évolution et de la progression constantes de notre efficacité opérationnelle. Nous aurons besoin d'innovateurs qui comprennent ce qu'ils font et sont prêts à relever le défi.

Je suis sûr que les améliorations ne manqueront pas et j'ai hâte de nous voir avancer de concert. À mes yeux, les derniers arrivants dans la marine, ceux que j'ai eu le privilège de diriger à l'école, ont les idées, l'initiative et la motivation pour tirer tout le parti voulu des riches possibilités d'évolution et de transformation que leur présente le personnel dévoué du GIPN.

Il est possible que certains jugent que ces changements sont moins importants que ceux du passé, mais il reste qu'ils sont tout aussi palpables, réels et importants. Bien plus encore, ils s'appuient sur l'innovation qui a précédé et que nous devons aux innovateurs techniques de la marine qui ont su frayer le chemin.

Le renouveau sous toutes ses formes est une perspective séduisante qui fouette notre propre optimisme. Il faudra de l'innovation dans toute la MRC pour que se réalisent les quatre priorités de commandement du Vam Norman, à savoir l'excellence en mer, la transition vers la flotte de l'avenir, l'évolution du cadre de nos activités et la dynamisation de l'institution. Les innovateurs, clé de notre réussite, sont présents comme jamais. Avec les capacités qui sont les leurs, ils suscitent des réalités qui n'existaient pas encore.



Lettre au rédacteur en chef

Monsieur,

Je termine à peine la lecture du dernier numéro de la *Revue du Génie maritime* (n° 73, printemps 2014). Je ne saurais dire à quel point j'ai été ravi de tomber sur l'article « Évaluation technique d'un système de réduction des déchets écoénergétique et novateur », par le Capf Jacques Olivier et Theodora Alexakis. Inutile de dire que je n'ai pas pu mettre ma *Revue* de côté! Quel article palpitant, et quel travail de la part des auteurs! Je suis maintenant convenablement

informé sur le Système de micro auto gazéification, ou MAGS. Qui savait que les hydrocarbures pouvaient se briser sous l'effet de la chaleur pour devenir du carbone solide et du gaz de synthèse et que le gaz pouvait ensuite servir à alimenter le processus? On considère de plus en plus que les systèmes comme le MAGS conviennent parfaitement aux collectivités arctiques éloignées où nous travaillons.

— **Capv Derek Moss, Commandant adjoint –
Chef d'état-major, Force opérationnelle
interarmées (Nord), Yellowknife, T.N.-O.**

Réparation en théâtre d'opérations du turbo-propulseur à gaz bâbord du NCSM *Toronto*

par Bob Steeb

Illustrations données par l'auteur, IMF *Cape Scott*



L'équipe de jour prend la pose avec le nouveau moteur avant de le hisser à bord par la grue. Il a fallu les compétences et les efforts d'une foule de personnes pour que le NCSM redevienne fonctionnel aussi vite.

Le 3 octobre 2013, en cours de mission du NCSM *Toronto* (FFH 333) dans le cadre de l'Opération Artemis (contribution canadienne aux opérations de lutte au terrorisme et de sécurité maritime en mer d'Arabie), ce bâtiment a subi un incendie dans l'enceinte de son turbopropulseur bâbord. Je décris ici cette défaillance et les réparations qui ont suivi au théâtre même des opérations et qui ont été d'une ampleur et d'une étendue sans précédent dans le passé récent.

Propulseur de la classe *Halifax*

Le groupe propulseur de la classe *Halifax* est un combiné diesel ou gaz avec deux turbines à gaz (TG) LM2500 de General Electric et un motopropulseur diesel Pielstick (MDP). Un raccordement donne une bonne redondance en permettant à un seul moteur d'entraîner les deux hélices. En temps normal, le groupe est configuré avec le raccordement engagé et présente trois régimes selon la vitesse de progression (SOA) attendue :

- raccordement avec MDP : régime le plus économique, mais SOA la plus basse;
- raccordement à une TG : régime intermédiaire et SOA supérieure; et
- raccordement à deux TG : régime le plus puissant et SOA maximale avec le plus de redondance.

Bilan d'incendie et de dommages

À environ 6 h 45 dans la matinée du 3 octobre, le *Toronto* marchait à turbine bâbord avec raccordement engagé et approchait du régime machine toute quand les voyants ont fait voir qu'un incendie avait éclaté dans l'enceinte moteur bâbord, ce qui a été confirmé par les ingénieurs de quart qui ont alors pris des mesures immédiates. Au moment où un ingénieur aux rondes faisait enquête dans la salle des machines avant, une sorte de déflagration a retenti dans tout le bâtiment de l'intérieur de l'enceinte bâbord. Le moteur bâbord s'est déclenché. Les ingénieurs de quart et la compagnie de bord ont arrêté l'incendie par les extincteurs intégrés et l'enquête a suivi.

On a d'abord pensé que les dégâts étaient localisés à l'avant bâbord de l'enceinte près de la commande et de la pompe à combustible (figures 1 et 2). Le service de génie des systèmes maritimes du *Toronto* a informé les experts à terre pour trouver une façon d'obtenir les pièces de rechange nécessaires et de déceler et corriger la fuite de combustible à l'origine de l'incendie. Comme on dispose pour les moteurs LM2500 d'un contrat de soutien en service géré par la Direction des systèmes de plateforme navale (DSPN) 3 au QGDN à Ottawa, on a consulté le représentant principal en services de terrain (RST) de la General Electric (GE) pour la côte Est, Del Rogers, et les services techniques de l'Installation de maintenance de la flotte Cape Scott (IMFCS) à Halifax.

L'équipage du *Toronto* a fait ses vérifications pour confirmer que le cœur du moteur n'était pas atteint et pour repérer la fuite de combustible. Tous les contrôles exercés jusque-là montraient que les dégâts étaient extérieurs au noyau central et que l'équipage pourrait effectuer les réparations nécessaires au reçu des pièces de rechange devant être expédiées directement au théâtre des opérations. La fuite à l'origine de l'incendie demeurait indétectable malgré de nombreuses vérifications.

Finalement, on a voulu voir si un joint n'était pas endommagé entre la commande et la pompe à combustible en montage moteur. L'équipage n'a relevé aucun dégât sur le joint (figure 3), mais cinq des six écrous autobloquants n'étaient pas serrés comme ils auraient dû l'être entre la commande et la pompe. Nous avons là un suspect de choix, mais sans pouvoir prouver quoi que ce soit, aucune fuite n'ayant été décelée et le moteur ne pouvant pas encore être redémarré.

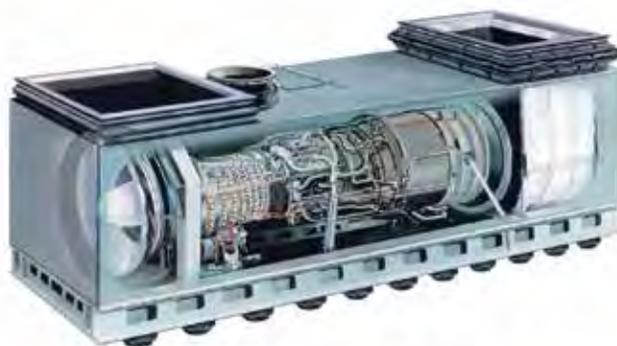


Figure 1 – Ensemble dans l'enceinte de turbine à gaz LM2500.



Figure 2 – De prime abord, les dégâts semblaient localisés près de la commande et la pompe à combustible vers l'extrémité avant de l'enceinte.

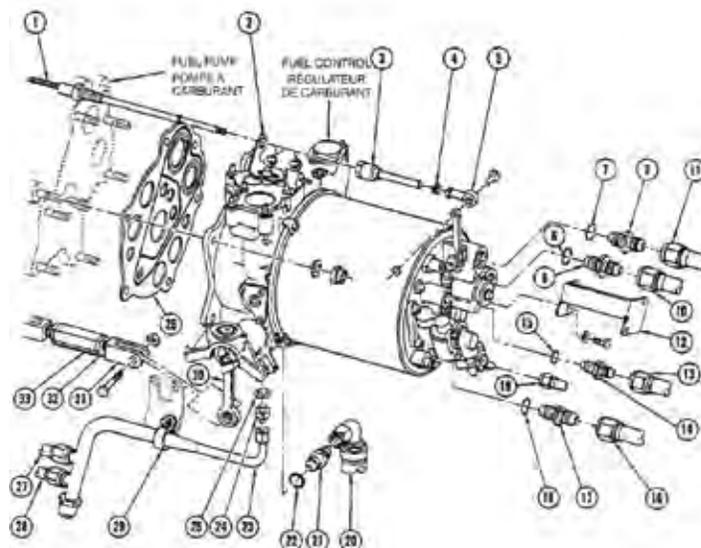


Figure 3 – On a constaté que cinq des six écrous autobloquants étaient mal serrés dans le joint entre la pompe et la commande à combustible en montage moteur (n° 26).

Pendant que l'équipage faisait son dépannage, la GE a tenu une conférence téléphonique interne pour solliciter les avis des gens et s'enquérir des expériences passées. De là est venue la suggestion d'inspecter l'arbre d'accouplement haute vitesse (AAHV) reliant la turbine à l'engrenage réducteur. Deux autres marines avaient connu des défaillances d'AAHV avec un incendie accompagné de fortes vibrations et d'alertes d'excès de vitesse. De tels avertissements étaient présents dans le cas du *Toronto*, mais on pensait qu'il s'agissait de fausses alertes causées par le feu s'attaquant au câblage d'instrumentation dans l'enceinte.

Les ingénieurs du *Toronto* ont immédiatement ouvert les panneaux d'accès (figures 4 et 5) et sont revenus avec une nouvelle qui changeait tout – « L'AAHV est détaché et détruit! »



Figure 4 – En regardant dans la conduite d'échappement moteur de l'enceinte, l'équipage du navire a eu un premier aperçu des dommages causés à l'AAHV.

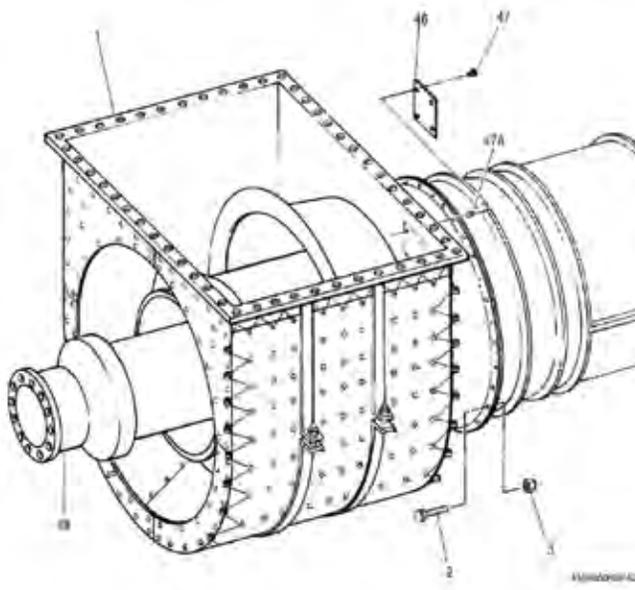


Figure 5 – Ce à quoi devaient ressembler la conduite d'échappement (n° 1) et l'AAHV (n° 48) et ce qui a été constaté par les ingénieurs du *Toronto*.

Décisions et préparatifs

Après avoir constaté l'étendue des dommages le 5 octobre, le *Toronto* a demandé une visite d'assistance technique (VAT) à Del Rogers (le RST de la GE) et à Bob Steeb, inspecteur en engrenages et turbines à gaz de l'IMFCS, voulant faire enquêter en détail sur toute l'étendue des dommages et déterminer les réparations possibles.

Del et Bob sont montés à bord à l'escale suivante du navire à Mascate, capitale d'Oman. Le 14 octobre, une enquête complète a eu lieu avec le concours de l'équipage.

La VAT a permis de faire les grandes constatations suivantes :

- l'arbre d'insertion de la turbine dans l'engrenage réducteur présentait un voile horizontal excessif, indice d'une flexion, et devait être remplacé;
- la turbine de puissance LM2500 était endommagée et devait elle aussi être remplacée;
- le générateur de gaz devait l'être tout autant à en juger par le nombre restant d'heures de sa durée utile et par les très fortes vibrations qu'il avait subies;
- la conduite d'échappement devait être remplacée ou réparée sur place;
- les pièces intérieures de cette conduite devaient également être remplacées, c'est-à-dire le déflecteur et le diffuseur; et
- deux panneaux arrière de l'enceinte moteur étaient irrémédiablement abîmés.



Comme la conduite d'échappement était à réformer, on avait une alternative : remplacer l'ensemble ou réparer sur place comme on l'avait fait dans deux accidents survenus dans d'autres marines. Le risque technique que présentent des réparations sur place est élevé. On a besoin de consignes spécialisées de soudure et de postsoudure, et l'opération exige un très haut degré de précision dimensionnelle. Les délais constituaient aussi une grande préoccupation. Si on remplaçait, le risque était aussi grand, puisqu'on n'avait pas intégré dans les plans de conception de la classe *Halifax* une voie de retrait de la conduite d'échappement. Les mesures initiales avaient indiqué que, pour extraire la conduite, il fallait la mettre en morceaux.

La section d'architecture navale de l'IMFCS a étudié les questions de procédure de soudage et de qualification, les dispositifs de levage et la voie de retrait possible en collaboration avec la GE. En un temps record, l'IMFCS a conçu et fabriqué une poutre avec quatre supports de levage pour la conduite d'échappement. La GE a en outre créé un modèle tridimensionnel de l'enceinte de la LM2500 et de la conduite, le but étant d'expérimenter comment on pourrait faire tourner cette dernière et la déplacer à travers l'enceinte vers le collecteur d'admission d'air, si possible en une seule pièce. Il fallait exclure le collecteur d'échappement parce qu'il était trop petit.

La GE a alors appris d'un de ses RST qu'un remplacement en une seule pièce avait pu se faire dans un troisième cas dans une autre marine 20 ans auparavant. Après avoir longuement délibéré entre tous les intervenants, on a décidé d'opter pour un tel remplacement en bloc. Comme stratégie de rechange, on a examiné les pires scénarios,

désirant se préparer à sectionner au besoin la conduite et à dégarnir la nouvelle pour la mettre en place.

Une autre difficulté était que le MDN n'avait pas de conduite de rechange dans ses stocks. La DSPN 3 et la GE se sont organisées pour en obtenir une rapidement et un nouveau collecteur a été acheminé par camion entre le Massachusetts et Halifax, juste à temps pour être expédié outre-mer avec le reste du matériel.

Le 7 novembre 2013, tous les devoirs avaient été faits et une équipe volante de réparateurs avait reçu le feu vert pour une réparation complète de la turbine et de l'arbre d'insertion en engrenage réducteur à bâbord du *Toronto*. Une multitude de pièces, d'appareils et d'outils ont été apportés par un aéronef de transport lourd CC-177 de l'Aviation royale canadienne. On a ainsi acheminé trois conteneurs maritimes pleins de 20 pi de long avec un générateur de gaz et une turbine de puissance LM2500, un nouvel AAHV, une nouvelle conduite d'échappement et un arbre d'insertion déjà utilisé ailleurs. (Le MDN n'avait pas d'arbre d'insertion de rechange, et on a pris celui du NCSM *St. John's*, qui était alors en carénage de demi-vie.)

Une équipe pluridisciplinaire a vu le jour avec deux RST et un technicien de la General Electric et avec une équipe relevant de l'inspecteur en engrenages et turbines à gaz de l'IMFCS (quatre tôliers, deux soudeurs, six monteurs, quatre techniciens en turbines à gaz, deux ajusteurs en mécanique, un superviseur et un chef de projet). L'équipe divisée en deux quarts de 12 heures avait à réaliser un calendrier sur 22 jours de travaux 24 heures sur 24 (avec un essai en mer) au port suivant d'escale et de maintenance du *Toronto* à Dubaï, aux Émirats arabes unis.



Figure 6 – En déplaçant vers l'avant le joint de dilatation du système d'échappement, le monteur Spartius Toope (à gauche) et le tôlier Ryan Shaw de l'IMFCS ont créé le dégagement nécessaire pour qu'on puisse faire tourner la conduite d'échappement et la positionner pour son retrait.



Figure 7 – Le générateur de gaz est hissé hors du collecteur d'admission d'air par une grue à terre.

Travaux

L'équipe a monté à bord le 18 novembre, cinq jours avant les pièces de rechange, et a entrepris le démontage. Il fallait retirer le joint de dilatation du système d'échappement dans l'enceinte pour que le dégagement créé permette de faire tourner la conduite d'échappement en position horizontale. La seule possibilité était de faire glisser le joint en avant sur l'enceinte (figure 6). Toutefois, la buse éjectrice d'échappement, qui était boulonnée à la conduite, empêcherait de faire glisser, étant trop haute et ne pouvant être levée dans le collecteur d'échappement par manque d'espace. C'est pourquoi on a dû couper la buse éjectrice en deux horizontalement. On a agrafé temporairement la partie supérieure dans la conduite et la partie inférieure, sur le joint de dilatation pour la faire glisser avec celui-ci.

Retrait de l'arbre d'insertion de l'engrenage bâbord

L'arbre d'insertion a été retiré de l'engrenage bâbord en même temps qu'on enlevait le générateur de gaz et la turbine de puissance. Le modèle tridimensionnel indiquait qu'un dégagement de 23 cm de plus était nécessaire à l'arrière de l'enceinte pour qu'on puisse faire tourner la conduite d'échappement. Si on voulait ménager ce dégagement supplémentaire, il fallait retirer l'arbre d'insertion. Pendant l'opération, on a constaté les défauts suivants :

- le presse-garniture à labyrinthe était très usé par suite de la flexion imprimée à l'arbre d'insertion;
- les ergots coniques de guidage du volet à labyrinthe étaient cisailés, autre signe d'une déformation par la flexion de l'arbre; et
- le palier lisse n° 1 était raboté à son extrémité avant et tamponné à sa moitié inférieure; on jugeait que ce tamponnage était un défaut préexistant.

Retrait du générateur de gaz et de la turbine de puissance

On a préparé la voie de retrait par la conduite d'admission d'air et mis en place un dispositif à rail pour le retrait et la réinstallation. On a retiré le générateur de gaz (figure 7) et, peu après, la turbine de puissance.

Retrait de la conduite d'échappement

On a détaché la conduite d'échappement de 1 500 kg de son ancrage et l'a levée le plus haut possible avant de la faire tourner de 90 degrés en position horizontale et de la tirer à travers l'enceinte (figures 8 et 9). On a également enlevé le panneau arrière de l'enceinte pour que le dégagement soit maximal, sans oublier de retirer le dispositif à rail de l'enceinte et du collecteur d'admission.



Figure 8 – Le monteur Steve Eddy de l'IMFCS procède au guidage de la conduite d'échappement à mettre en position horizontale.



Figure 9 – Les valeurs de dégagement étaient d'aussi peu que 3 mm quand la conduite d'échappement a été déplacée avec soin à travers l'enceinte pour son retrait.



Figure 10 – Les travaux se sont poursuivis 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Dans cette photo, l'équipe de nuit du côté du rivage abaisse un nouveau diffuseur dans la nouvelle conduite d'échappement, puis met en place celle-ci dans l'enceinte du moteur.

L'équipage a construit un berceau de bois et de métal le long des côtés à la base de l'enceinte, de sorte que le collecteur puisse glisser en étant tiré. Une fois dans la chambre d'admission, on a fait tourner le collecteur de 90 degrés pour le remettre droit et une grue à terre l'a levé par l'orifice et sorti du navire. Le dégagement était extrêmement restreint tout au long de l'opération. À certains endroits, on ne disposait que de trois millimètres de jeu.

Une fois l'enceinte vidée, il était facile de relever les indices de l'incendie – peinture cloquée et calcinée et suie – à l'extrémité arrière de l'enceinte.

Pose de la nouvelle conduite d'échappement

Avant qu'on ne puisse mettre en place la nouvelle conduite, un nouveau déflecteur intérieur devait être hissé à bord et prépositionné dans le collecteur d'échappement. Juste avant que la nouvelle conduite ne soit prête à sa remise debout, il fallait y abaisser le nouveau déflecteur, tout comme le nouveau diffuseur devant y être temporairement fixé avant le levage à bord (figure 10).

Une fois la nouvelle conduite en place, on a replacé la paroi arrière de l'enceinte, installé le joint de dilatation et ressoudé la buse éjectrice en une seule pièce, après quoi on a posé le nouvel arbre d'insertion à l'engrenage bâbord avec son presse-garniture à labyrinthe et le palier lisse n° 1 (figure 11).

On a ensuite réinstallé le dispositif à rail pour mettre en place le nouvel AAHV (figure 12), la turbine de puissance et le générateur de gaz. Après les derniers raccords (figure 13), les vérifications d'alignement, la fermeture du collecteur d'admission et les contrôles de mise en service,



Figure 11 – Les pièces du puzzle se mettent en place. Une fois posée la nouvelle conduite d'échappement, l'auteur (devant) et le monteur Spartius Toope de l'IMFCS peuvent installer le nouvel arbre d'insertion de la turbine à gaz.



Figure 12 – Le monteur Joshua Gordon et le tôlier Ricardo Green de l'IMFCS et le m1 Steve Beaulieu du NCSM *Toronto* installent le nouvel arbre d'accouplement haute vitesse.



Figure 13 – Le représentant en services de terrain Del Rogers de la General Electric (à gauche) et le mat 1 et technicien en TG de marine John Alford de l'IMFCS relient le générateur de gaz à la turbine de puissance. Le navire a ensuite effectué ses essais en mer des jours avant l'échéance.

le nouveau moteur a été étrenné le 4 décembre 2013, ce qui a été suivi d'essais intégraux en bassin le 5 décembre et, des jours avant l'échéance, d'un essai en mer le 6 décembre.

Suite des événements

La défaillance de l'arbre d'accouplement haute vitesse (AAHV) dans cet accident et d'autres du passé avait pour cause théorique des écarts de chaleur provoqués par une exposition partielle à l'action directe du feu dans l'enceinte. Quand le combustible a fui du moteur vers l'extrémité avant de l'enceinte, une partie s'est accumulée à l'extrémité arrière en raison d'une inclinaison à 3,7 degrés d'avant en arrière de l'enceinte et du groupe propulseur. Il existe des drains à l'extrémité arrière, mais une accumulation de combustible est toujours possible. Lorsque le moteur fonctionnait presque à plein régime, l'AAHV tournait à des conditions nominales de vitesse maximale. Le dégagement thermique du moteur s'est largement accru, enflammant le combustible accumulé à l'extrémité arrière et exposant une partie de l'AAHV à l'action directe des flammes, d'où un fort écart de température dans l'arbre et une grave défaillance aux effets catastrophiques.

Le chef d'état-major adjoint des FMAR(A) Génie et maintenance maritimes a ordonné une enquête technique sur cet accident pour en obtenir des recommandations devant empêcher que cet événement ne se reproduise. Cette enquête est terminée. La DSPN 3 mène aussi une vaste enquête technique à l'aide du Centre d'essais techniques (Mer) avec une importante participation du laboratoire de chantier naval de Recherche et développement

pour la défense Canada (RDDC) dans la région de l'Atlantique et en consultation avec la General Electric. On a enfin constitué un groupe de travail que coprésident la DSPN 3 et la General Electric et dont font partie l'IMFCS, l'IMF Cap-Breton, le Centre d'essais techniques (Mer) et RDDC.

Conclusion

Ce bref article ne rend fidèlement compte ni de l'ampleur ni des complexités du travail qui s'est fait, surtout si on considère qu'on était éloigné du port d'attache. Dans la déclaration initiale de l'accident comme dans la planification, l'organisation et l'exécution de l'enquête et des travaux de réparation, toute l'opération témoigne des riches compétences de toute la communauté du génie et de la maintenance maritimes. C'était un honneur de travailler avec les gens de métiers spécialisés de l'IMFCS, la compagnie de bord du NCSM *Toronto*, les représentants en services de terrain de la GE et le personnel de la Direction des systèmes de plateforme navale 3 pour rendre à ce navire sa pleine capacité de mission de lutte au terrorisme et de sécurité maritime en mer d'Arabie.

Référence

GEK 50504 : Illustrated Parts Breakdown GE LM2500 Marine Gas Turbine Systems.

Bob Steeb est un ex-ingénieur en systèmes maritimes et officier sorti du rang. Il exerce actuellement les fonctions d'inspecteur en engrenages et turbines à gaz dans l'Installation de maintenance de la flotte Cape Scott à Halifax (Nouvelle-Écosse).



Applications de la supercavitation à la défense destructrice contre les torpilles*

par le Itv Byron Ross, B.Ing.

[*Adaptation de la thèse de maîtrise de l'auteur en 2012]

A l'heure actuelle, la défense antitorpille pour les plateformes tant de surface que de subsurface se limite largement à des mesures de neutralisation par déroutement (réduction de signature, manœuvres d'évitement, leurres acoustiques ou magnétiques, etc.). Vu l'évolution des torpilles, l'efficacité de ces contre-mesures s'est toutefois dégradée au point d'enlever toute utilité ou presque à celles-ci. Dès 2006, l'ex-chef des Opérations (Surface) de la marine américaine, le Vam (retraité) J. Metcalf, caractérisait la gravité de cette menace en déclarant que le moyen de défense le plus efficace contre une torpille moderne à guidage par sillage était de « poster une frégate à la queue de chaque unité de grande valeur », ce qui avait tout d'une proposition onéreuse.

Les torpilles modernes sont intelligentes, rapides, à grand rayon d'action et furtives. La combinaison d'une détection de haute résolution et d'une acquisition accrue de données de bord leur permet de mieux distinguer les cibles des leurres et leur grande rapidité, de resserrer le temps dont dispose le navire attaqué pour réagir. Les capacités de réattaque de cibles ont rendu les autorités navales encore plus disposées à se doter de véritables moyens de défense destructrice contre les torpilles.

Comme il existe déjà une abondance de techniques et de capacités de lutte contre les menaces aériennes, il y a lieu de croire qu'il existe aussi une capacité (si elle n'est pas déjà en exploitation) de lutte efficace contre les menaces de subsurface.

Là où une torpille ne peut être leurrée, détournée ni prise de vitesse, elle doit être interceptée pour sa neutralisation, d'où l'obligation de la détecter et de la localiser avant l'intervention de tout moyen d'interception. Un aspect dont on doit tenir compte est celui de la rapidité de l'interception. Plus l'intercepteur est rapide, moins il lui faut de temps pour parcourir sa trajectoire et plus on desserre la marge temporelle de riposte.

Un moyen destructeur possible pour une meilleure capacité de survie pourrait être le recours à la supercavitation (cavitation ample et soutenue), c'est-à-dire à la création autour d'un projectile antitorpille d'une bulle gazeuse ayant pour

effet de diminuer la traînée de celui-ci sous l'eau en direction d'une cible hostile submergée. En exploitant le phénomène de la cavitation et en suscitant des conditions favorables à son maintien, on peut parvenir à un état de stabilité où l'écoulement liquide est détaché du corps qui le traverse par une couche de vapeur séparatrice, d'où une importante diminution de la surface totale en contact direct avec le liquide (figure 1). Pour l'exprimer simplement, un projectile défensif ainsi profilé pourrait aller à la cible *jusqu'à trois à dix fois plus vite* enfermé dans sa bulle gazeuse qu'exposé directement à l'eau de mer bien plus dense.

La théorie de la supercavitation est solide et bien établie, mais sa mise en œuvre est bien plus complexe (quoique les marines de la Russie et des États-Unis aient mis au point des véhicules sous-marins à supercavitation).

Forces en jeu

Pour qu'un corps s'accélère jusqu'à la vitesse souhaitée, la poussée doit dépasser la traînée. Plus l'écart se creuse, plus le corps s'accélère. Pour que la vitesse se maintienne, la poussée doit simplement demeurer égale à la traînée. Compliquons le tableau en disant que la traînée d'un corps traversant un fluide (gaz ou liquide) est proportionnelle à la vitesse de son déplacement *au carré*.

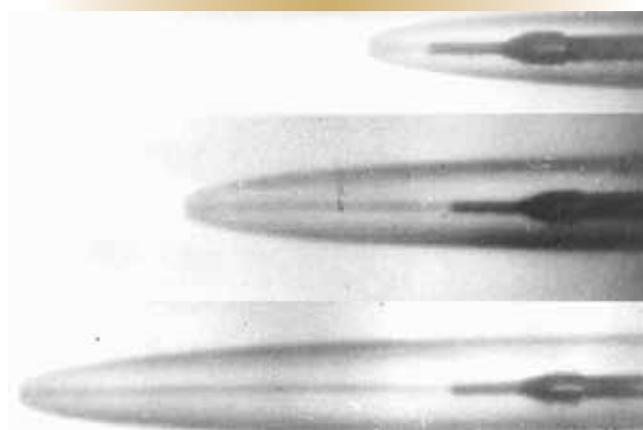


Figure 1 – Un projectile submergé qui se déplace à l'intérieur d'une supercavité autoformée a jusqu'à dix fois plus de vitesse qu'un projectile en contact direct avec l'eau de mer. (Y.N. Savchenko 2001)

La grande différence entre l'eau et l'air lorsqu'on veut accroître la vitesse d'un corps est la densité, l'eau de mer étant quelque 850 fois plus dense que l'air (au niveau de la mer). Les moyens abondent pour diminuer la traînée, mais la supercavitation s'y emploie en réduisant la densité locale du fluide entourant le corps.

Dans la marine, nous connaissons bien la cavitation à cause du surcroît de bruit qu'engendre une vive accélération de la rotation d'une hélice. Le phénomène se produit dans les liquides quand la pression locale approche de la pression de vaporisation, c'est-à-dire de la valeur de pression à laquelle le liquide devient un gaz. On peut exprimer la probabilité de cavitation par le *nombre de cavitation*, lequel est proportionnel à la différence entre la pression locale (p_L) et la pression de vapeur saturante (p_V) et inversement proportionnelle à la force d'inertie du fluide. Quand ce nombre approche de zéro, la cavitation devient plus probable : $Ca = (p_L - p_V) / (1/2 \rho V^2)$. Quand elle s'amorce, un grand nombre de petites bulles de vapeur se forment. Celles-ci s'effondrent vite sous la pression du fluide environnant, créant du coup un bruit à large bande.

Pour stimuler la cavitation, il faut établir un fort gradient de contre-pression qui fait chuter la pression du fluide en très peu de temps. Contrairement à ce que nous dit l'intuition, il faut une géométrie non profilée pour y parvenir. Quand l'écoulement passe de laminaire (doux) à turbulent (dur), la pression locale se met à tomber. Plus l'écoulement subit une interruption, plus la pression locale diminue. Pensons à une main qu'on passe dans l'eau d'une piscine. Si on y va avec le tranchant de la main, la résistance est infime, mais si on y va de la *paume*, elle s'élève nettement et, si le mouvement est assez rapide, des bulles peuvent se former. C'est la cavitation.

Dans la supercavitation, on tâche de ramener le nombre encore plus près de zéro, surtout en diminuant la différence de pression et de vitesse d'écoulement. Dans de telles conditions, les nombreuses petites bulles de vapeur se joignent en une plus grande cavité qui deviendra une supercavité unique. Dans sa taille et sa forme, la cavité est proportionnelle à la taille et à la géométrie du cavitateur *et à la vitesse du corps submergé par rapport au fluide*. (Repensons à la main que l'on passe dans l'eau de la piscine.) La vitesse augmente et la traînée aussi, et il faut donc une plus grande poussée pour maintenir la vitesse. C'est là une recherche délicate d'équilibre pour qu'il n'y ait pas perte de traînée par le frottement pour un gain de traînée par la forme et la pression.

Idéalement, une supercavité serait assez grande pour que s'y loge la majeure partie sinon la totalité du corps submergé, ce qui diminuerait la traînée par frottement à travers l'eau.

La cavitation naturelle peut déjà créer une grande cavité, mais il est possible de créer artificiellement une supercavité en injectant une vapeur à pression inférieure (figure 2) ou un fluide de réaction à vitesse supérieure dans l'eau de mer qui entoure immédiatement le corps submergé. Plusieurs facteurs entrent en jeu dans la détermination de la taille, de la forme, du fonctionnement et de la stabilité d'une cavité artificielle. On ne doit pas oublier – assez bizarrement – l'effet de portance aérodynamique pour un corps lancé en vitesse à l'intérieur d'une cavité de vapeur.

Application – Mise en œuvre et commande

On doit aussi prendre en considération le rayon d'action d'un projectile à supercavitation. Le corps doit être accéléré et prendre une vitesse optimale telle que le nombre de cavitation chute non seulement à la pression de cavitation, mais aussi vers la pression de supercavitation.

Dans des applications à court rayon d'action, l'impulsion d'un fusil ou d'un mortier pourrait suffire, mais pour des applications de plus longue portée, la réaction d'une hélice ou turbine ou d'une fusée conviendrait davantage. Avec l'hélice ou la turbine, l'endurance est supérieure, mais on réalise une moins grande vitesse dans ce qui demeure un milieu complexe (avec un va-et-vient éventuel entre liquide et gaz dans le cas d'une cavité fluctuante). On peut résoudre en partie le

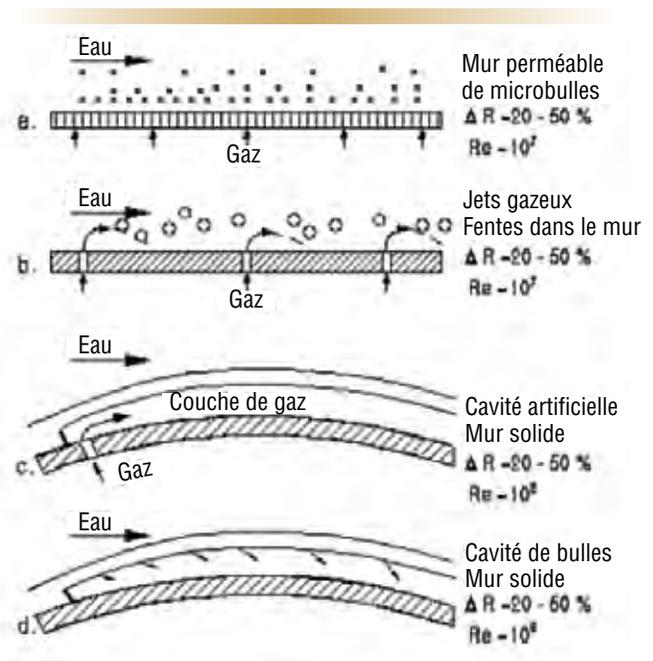


Figure 2 – Le gaz éjecté par la surface d'un corps submergé stimule artificiellement la cavitation en supercavitation, état où la majeure partie ou la totalité du corps est séparée par une enveloppe gazeuse de l'eau de mer environnante. (Y.N. Savchenko 2001)



Figure 3 – La commande d'un corps à supercavitation est un exercice complexe en aérodynamique à l'intérieur de la cavité gazeuse et en hydrodynamique dans l'eau de mer environnante. (Source : <http://cav.safl.umn.edu/gallery.htm>)

problème par le positionnement grâce, par exemple, à des hélices de supercavitation montées à l'avant du corps submergé tant pour la poussée (en traction) que pour la cavitation et la formation de la supercavité. Ce positionnement déforme toutefois l'avant du corps où se logeraient normalement des détecteurs, des surfaces de commande et la charge utile.

La fusée est bien plus simple à mettre en œuvre et, en général, elle fonctionne indépendamment du milieu. Avec une fusée à combustible solide, on obtient une impulsion spécifique convenable avec une facilité de stockage et de manutention, mais le prix à payer est la difficulté de réglage de la poussée. Avec une fusée à combustible liquide, l'impulsion spécifique est maximale et réglable, mais on a un sérieux prix à payer sur le plan du stockage et de la manutention.

En matière de guidage, le mieux serait d'allier le pilote automatique et le gyroscope. En cas de filoguidage, on se trouve à pratiquer une ouverture dans la cavité du projectile, ce qui l'expose à un fort cisaillement. En cas d'autodirection vers la cible, il faudrait tenir compte de la géométrie du corps, de la vitesse de déplacement et des deux états physiques de l'eau (gaz et liquide).

Il n'est pas simple non plus de commander la direction d'un corps en déplacement dans une cavité de gaz entourée de liquide. On aura à réorienter le corps si on veut changer la direction du déplacement, mais on aura alors à rétablir la cavité elle-même dans la nouvelle orientation pour entretenir l'état de supercavitation. Idéalement, le corps devrait être formé et commandé aérodynamiquement à l'intérieur de la cavité et hydrodynamiquement à l'extérieur (figure 3).

Poursuite de la recherche

En ce qui concerne la dynamique des fluides et la supercavitation, on pourrait pousser la recherche sur l'optimisation de la formation de la cavité et de la géométrie du corps, la stabilisation de ce dernier à l'intérieur de la cavité et la déformation des cavités aux fins des manœuvres à des vitesses de supercavitation. On pourrait vouloir analyser le recours à des cavitateurs à géométrie variable et à une asymétrie de l'injection de gaz ou d'un fluide de réaction à des fins de modification de la taille et de la géométrie de la cavité. On obtiendrait de meilleurs rendements en pouvant assurer plus efficacement la formation et le maintien de la cavité.

Thèse complète (disponible sur demande)

Applications of Supercavitation to Hard Kill Torpedo Defence, thèse de maîtrise (juillet 2012), lieutenant de vaisseau Byron A. Ross, baccalauréat en génie mécanique, maîtrise ès sciences en systèmes d'armes guidées, Université Cranfield, Royaume-Uni; conseillers de thèse : D^{rs} D. Bray et A. Saddington.

Le ltv Byron Ross est officier de génie en systèmes de combat à bord du NCSM Fredericton.



Critiques de livres

RMS Empress of Ireland

Le fleuron de la flotte de l'Atlantique du Canadien Pacifique

Critique de Brian McCullough

RMS Empress of Ireland

Derek Grout © 2014

Dundurn (www.dundurn.com)

ISBN : 978-1-4597-2424-2 (livre de poche 35 \$); 120 pages; illustré



Ce naufrage demeure le pire désastre maritime en temps de paix du Canada, le « *Titanic* du Canada », comme certains l'appellent. Quatorze minutes après avoir été heurté par le charbonnier norvégien *Storstad*, aux petites heures du matin, le vendredi 29 mai 1914 – deux ans après le naufrage du *Titanic* dans l'Atlantique nord – le paquebot de 26 000 tonnes *Empress of Ireland* appartenant au Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) s'enfonçait dans les eaux sombres du fleuve Saint-Laurent, près de Rimouski, au Québec, entraînant 1012 passagers dans la mort. Il y eut 465 survivants.

L'auteur maritime Derek Grout, de Pointe-Claire, au Québec, a fait un compte rendu détaillé de la tragédie dans son livre publié en 2001, *RMS Empress of Ireland: The Story of an Edwardian Liner*. Dans cette mise à jour publiée par Dundurn Press pour souligner le centenaire de cette tragédie, Grout fait appel à des extraits des journaux de membres de l'équipage et de passagers ainsi qu'à près de 200 photos promotionnelles du CFCP et d'autres historiques (dont une centaine en couleur) pour nous présenter un point de vue plus social du navire.

Au moins pendant un court moment, Grout nous fait revivre les jours de gloire d'un magnifique navire au moyen d'images montrant des adultes jouant au cricket dans des passages couverts et d'enfants s'amusant dans un carré de sable sur le pont. Une photographie de l'équipe de soccer du navire accompagne d'autres nouvelles sportives de l'équipage qui nous apprennent que les mécaniciens ont battu les stewards à la souque à la corde. (*Bravo, les mécaniciens!*)

À la fin cependant, Grout nous ramène à la réalité, aux funestes événements et aux conséquences du vendredi noir qui a envoyé un magnifique navire de croisière au fond du Saint-Laurent. La Société canadienne des postes et la Monnaie royale canadienne ont émis de superbes pièces commémoratives de la tragédie et une exposition sur l'*Empress of Ireland* se tient au Musée d'histoire, à Ottawa, jusqu'au 6 avril 2015.

Au cours de son service en mer, Brian McCullough a navigué au-delà des dernières positions connues tant du Titanic que de l'Empress of Ireland.



Through a Canadian Periscope

L'histoire du service des sous-marins canadiens

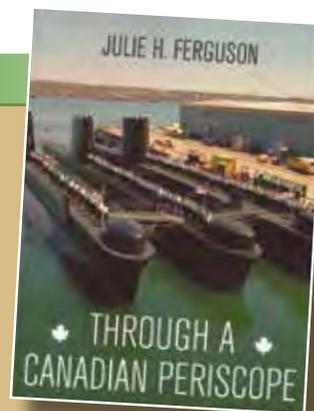
Critique de Brian McCullough

Through a Canadian Periscope

Julie H. Ferguson © 2014

Dundurn (www.dundurn.com)

ISBN : 978-1-4597-1055-9 (livre de poche 26,99 \$); 424 pages; illustré



La republication en 2014 de l'ouvrage classique de 1995 de Julie H. Ferguson célèbre l'histoire du service des sous-marins canadiens à l'occasion de son glorieux centenaire. L'ouvrage *Through a Canadian Periscope* a été entièrement mis à jour et il contient des images nouvelles ou restaurées. Il propose le récit très approfondi du service des sous-marins, de sa création

au début de la Première Guerre mondiale à ces activités actuelles. Cette histoire est un hommage fascinant et juste du professionnalisme exemplaire des gens qui ont lutté au fil des ans pour maintenir le service des sous-marins, et surtout de celui des personnes disparues en mer au service du Canada. (*Disponible auprès de Dundurn en format à couverture souple, en version électronique ou en PDF.*)



Critiques de livres (suite)

White Ensign Flying

Critique de Tom Douglas

White Ensign Flying

Roger Litwiller © 2014

Dundurn (www.dundurn.com)

ISBN : 978-1-4597-1039-9 (livre de poche 34 \$);

1041-2 (éd. électronique 16,99 \$)

192 pages; illustré; annexes et notes de l'auteur



Les lecteurs qui ont aimé *Warships of the Bay of Quinte*, l'histoire des six navires de guerre canadiens du XX^e siècle (MEJ 71) écrite par Roger Litwiller, seront tout aussi captivés par la suite, *White Ensign Flying*.

Qui de mieux pour écrire l'histoire détaillée du NCSM *Trentonian* qu'un historien de la marine qui vit près de Trenton, en Ontario, et qui a entretenu des liens avec la Marine royale canadienne depuis son entrée chez les Cadets de la Marine, dans sa ville d'origine de Kitchener, en Ontario, suivie d'un séjour à titre d'officier au sein de la Réserve des Forces armées canadiennes et de la Ligue navale du Canada?

Même si elle peut être utilisée à tort et à travers, l'expression « travail passionné » décrit parfaitement les efforts soutenus que Litwiller a mis dans cette histoire détaillée du NCSM *Trentonian*. Non seulement a-t-il dépouillé les articles de la presse, les magazines, les journaux et les documents officiels dans ses recherches relatives à ce récit saisissant, mais il a également établi des contacts avec des membres d'équipage toujours vivants et des parents afin d'ajouter une couche d'anecdotes captivantes au mélange.

Le talent de conteur de Litwiller amène le lecteur à se sentir comme un membre de l'équipage du *Trentonian*, à partir de son lancement, dans le port de Kingston, le 1^{er} septembre 1943, jusqu'à son torpillage par le sous-marin allemand U-1004. Le naufrage, survenu le 22 février 1945, a valu au navire la distinction peu enviable d'avoir été la dernière corvette coulée par l'ennemi lors de la Seconde Guerre mondiale.

La recherche fort minutieuse de Litwiller lui a même permis de consigner les pensées de membres de l'équipage attendant les secours dans les eaux glaciales de la Manche, certains espérant voir les navires alliés dans les parages détruire l'u-boot, d'autres maugréant d'avoir perdu leur temps à repeindre leur navire, tandis que d'autres encore chantaient pour garder le moral.

Pendant que 95 membres de l'équipage étaient secourus, un officier et cinq matelots perdaient la vie dans l'attaque. Les survivants ont dû attendre jusqu'au 1^{er} décembre 1945 pour voir l'U-1004 subir le même sort que le *Trentonian*, même si l'équipage avait déjà été retiré. L'u-boot s'est rendu aux Alliés à Bergen, en Norvège, à la fin des hostilités en Europe et il a été coulé par des tirs d'artillerie plusieurs mois plus tard, dans l'Opération Deadlight, nom de code du sabordage des sous-marins allemands par la Marine royale britannique.

Litwiller conclut son compte rendu de la vie et de la disparition du *Trentonian* en reprenant l'éloge des hommes qui ont servi à bord du navire, compte rendu publié à l'époque dans le *Trenton Courier Advocate* : « le Canada tout entier est fier de ces hommes qui ont su défendre les plus belles traditions de la marine. »

Tom Douglas est le rédacteur en chef adjoint de la Revue.



Soumissions à la Revue

La Revue fait bon accueil aux articles **non classifiés** en anglais ou en français. Afin d'éviter le double emploi et de veiller à ce que les sujets soient appropriés, nous conseillons fortement à tous ceux qui désirent nous soumettre des articles de communiquer avec le Directeur de la production avant de nous faire parvenir leur article.

Nous aimons également recevoir des lettres, mais nous ne publierons que des lettres signées.

PRIX

PRIX DES OFFICIERS TECHNIQUES NAVALS 2013

Photos à Halifax de la Cplc Leona Chaisson, Services d'imagerie de la formation de Halifax
Légendes du Itv Christopher De Castro

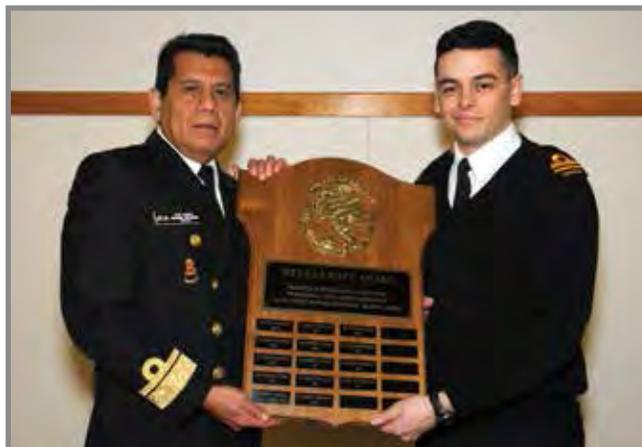
Prix de l'Association navale du Canada (ANC)



Ens John J. Lee

Excellence professionnelle et qualités éminentes
d'officier dans l'instruction en génie maritime
(Avec le Cmdre Mike Cooper, MRC (retraité))

Prix de la marine mexicaine



Ens Riley Monsour

Meilleur élève au cours des applications en génie
maritime et systèmes de combat (Avec l'attaché naval
mexicain, le Cam José Manuel Guido Romero)

Prix commémoratif Saunders de L-3 MAPPS



Ens Matthew Robbins

Meilleur élève au cours des applications en génie
des systèmes maritimes (Avec l'OMR du NCSM Iroquois,
le Capc Frederic Bard, gauche)

Prix de MacDonald Dettwiler and Associates



Ltv Philip Miners

Meilleur candidat (officier technicien de la marine)
au titre de compétence de chef de département
(Avec Mark Higginson)

PRIX DES OFFICIERS TECHNIQUES NAVALS 2013 (suite)

Prix de Weir Canada



Ens Tommy Liu

Meilleur candidat de phase VI en génie des systèmes maritimes (*Avec Serge Lamirande*)

Prix de Lockheed Martin Canada



Ltv Dusan Brestovansky

Meilleur candidat de phase VI en génie des systèmes de combat (*Avec Don McClure*)

Prix des officiers techniciens de la marine du Collège militaire royal du Canada



Photo de Mike Shewfelt

Aspm Michael Baskin

Meilleur élève-officier en génie maritime
(*Avec le Capv Jim Carruthers, MRC (retraité)*)



Bulletin d'information

Le Musée canadien de la guerre acquiert la seconde médaille d'un ensemble de deux médailles de l'explosion d'Halifax

Le Musée canadien de la guerre (MCG) d'Ottawa a ajouté à sa collection la deuxième des deux Médailles d'Albert pour sauvetage en mer, remises aux Canadiens ayant tenté de sauver les survivants de l'explosion d'Halifax le 6 décembre 1917. L'explosion est survenue quand le transporteur de munitions français *Mont-Blanc* et le navire norvégien *Imo* sont entrés en collision dans les goulets appelés « Narrows » à Halifax.

En avril de cette année, le MCG a acquis une médaille décernée à titre posthume au second maître Edmund Ernest Beard. On a également remis au Musée trois médailles de service du second maître Beard, une plaque commémorative offerte aux familles des militaires ayant péri durant la Première Guerre mondiale ainsi que plusieurs documents et photographies.

Les objets appartenaient auparavant à Evelyn Dunn, sœur aînée et plus proche parente du second maître Beard (maintenant décédée). L'acquisition a été rendue possible en partie grâce au Fonds de la collection nationale, qui soutient l'achat d'objets ayant une importance nationale par le MCG et le Musée canadien de l'histoire.

L'autre Canadien ayant reçu une Médaille d'Albert en lien avec l'explosion a été le maître d'équipage intérimaire Albert Charles Mattison. Le MCG a acquis sa médaille en 2011. La collection muséale comprend aussi deux des quatre Médailles d'Albert décernées à des membres de la Marine royale pour leur héroïsme ce jour-là.



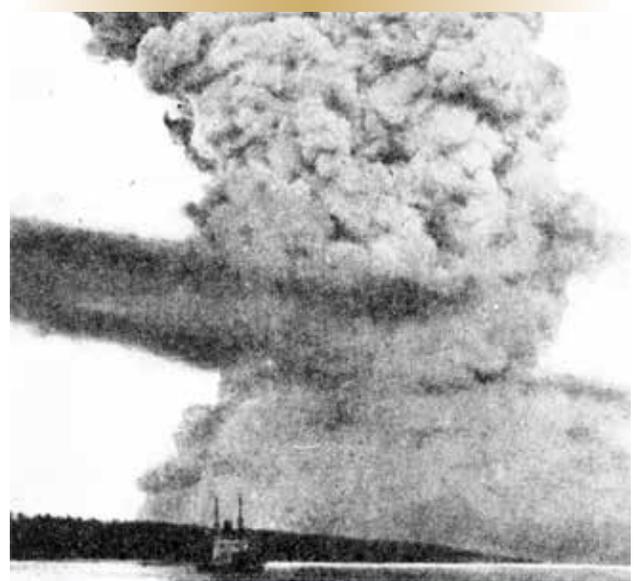
Second maître chauffeur Edmund Ernest Beard

MCG 20130540-005 © Musée canadien de la guerre



Médaille d'Albert pour sauvetage en mer, remise à Edmund Ernest Beard

MCG 20130162-001, Collection commémorative Tilston de médailles militaires canadiennes, © Musée canadien de la guerre



L'explosion d'Halifax en 1917, photographiée à partir du bassin de Bedford en direction du sud vers les goulets appelés « Narrows »

Bulletin d'information (suite)

Le second maître Beard est né à Londres, en Angleterre, le 24 juillet 1887. Les dossiers d'immigration révèlent qu'il est arrivé au Canada en 1911. Le maître d'équipage intérimaire Mattison et lui servaient tous deux dans la Réserve des volontaires de la Marine royale canadienne au moment de la tragédie. Ils sont montés à bord de la pinasse à vapeur à partir du NCSM *Niobe* et ils se sont précipités au secours du *Mont-Blanc*. Toutefois, à mesure que les secouristes improvisés se rassemblaient le long du navire en détresse, le *Mont-Blanc*

a explosé, détruisant ainsi le petit navire et tuant tous ses occupants. Les corps n'ont jamais été retrouvés.

La Médaille d'Albert pour sauvetage en mer a été instaurée en 1866, en mémoire du prince Albert, conjoint de la reine Victoria. On a cessé de la décerner en 1971. L'explosion de 1917 dans le port d'Halifax a été la plus grande explosion causée par l'être humain jusqu'au largage de la bombe nucléaire sur Hiroshima, au Japon, jusqu'au 6 août 1945.



Arrivée de l'*Ojibwa* à Port Burwell, en Ontario

Le NCSM *Ojibwa* (S72), le premier sous-marin de la classe *Oberon* du Canada mis en service dans les années 1960, aura une nouvelle vie. En effet, il servira à apprendre à des visiteurs de partout dans le monde le rôle important de la Marine royale canadienne, surtout durant les jours sombres de la guerre froide.

L'*Ojibwa* a servi dans la Marine de 1965 à 1998. Le Musée militaire Elgin de St. Thomas, en Ontario, lui a épargné un sort semblable à son jumeau, le NCSM *Okanagan* (S74), envoyé à la ferraille. Aujourd'hui, ce sous-marin fièrement restauré accueille des visites guidées à Port Burwell, sur la rive nord du lac Érié. Le site est

ouvert sept jours sur sept jusqu'à la fin de septembre. Après quoi, il faudra prendre rendez-vous pour le visiter.

On recueille actuellement des dons pour construire un nouveau Musée d'histoire navale (image) près de l'*Ojibwa* pour raconter l'histoire de la MRC à des groupes d'élèves, à des corps de cadets et au grand public. Toute personne qui souhaite appuyer le projet ou aider le musée à amasser les sept millions de dollars et plus nécessaires à la préservation de l'*Ojibwa* peut joindre le musée au www.projectojibwa.ca.

– **Melissa Raven, directrice des Communications,
Musée d'histoire navale, Port Burwell**



Concept d'artiste, photo du Musée d'histoire navale

Bulletin d'information (suite)

Commémoratif des navires de la MRC ayant servi à la guerre de Corée

L'honorable Rob Nicholson, ministre de la Défense nationale, l'honorable Julian Fantino, ministre des Anciens Combattants, et d'autres dignitaires ont assisté au dévoilement du monument commémoratif des navires de la Marine royale canadienne ayant servi à la guerre de Corée dans le parc Spencer-Smith, à Burlington, en Ontario le 28 juillet.

Ce monument historique est dédié aux huit destroyers de la Marine canadienne qui ont servi pendant la guerre de Corée de juin 1950 jusqu'à l'armistice de juillet 1953 et effectué des opérations de patrouille par la suite jusqu'en septembre 1955. Il rend aussi hommage aux neuf membres d'équipage tués au combat, perdus en mer ou morts en service. Leurs noms sont gravés sur le monument.



Photo de Tom Douglas

« Nous devons demeurer reconnaissants à nos anciens combattants de la guerre de Corée, l'un des engagements militaires les plus importants du Canada. Jamais nous ne devons oublier ceux et celles qui ont combattu et donné leur vie. J'applaudis le travail accompli pour ériger ce monument, qui nous aidera à préserver le legs de nos vétérans tout en nous rappelant ce chapitre de l'histoire de notre pays. » – L'honorable Rob Nicholson, C.P., C.R., député de Niagara Falls et ministre de la Défense nationale



NCSM *Cayuga* était un des huit destroyers de la MRC au cœur de l'action pendant la guerre de Corée.

Le projet de construction du monument commémoratif de Corée a été lancé par des membres de l'unité 26 de l'Association des vétérans de la guerre de Corée à Hamilton et de l'Association du navire canadien de Sa Majesté (NCSM) *Haida*. Dans les cinq années qui suivirent, la MRC déploya ses huit destroyers disponibles dans le théâtre de guerre coréen. Ils s'acquittaient de diverses tâches, dont l'escorte, l'interdiction, l'appui-feu à différents points autour de la péninsule et le maintien du contrôle de l'espace maritime, qui permettait aux forces terrestres d'opérer librement sans avoir à se soucier des menaces venant de la mer.

« Ce monument sera un hommage durable aux marins et aux navires qui ont servi pendant ce conflit. Il évoque la noble histoire de la Marine royale canadienne et ses contributions durables à la paix et à la sécurité internationales, » dit le Vice-amiral Mark Norman, commandant de la Marine royale canadienne. 🇨🇦



Photo de Tom Douglas



NOUVELLES

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

Problème de vibrations du NCSM *Provider*

Par le Cmdre W.J. Broughton, MRC (Retraité)

Nouvelles de l'AHTMC

Établie en 1997

Président de l'AHTMC

Pat Barnhouse

Directeur exécutif de l'AHTMC

Tony Thatcher

Liaison à la Direction —

Histoire et patrimoine

Michael Whitby

Liaison à la Revue du Génie maritime

Brian McCullough

Services de rédaction et production du bulletin

Brightstar Communications

(Kanata, ON)

en liaison avec

d2k Marketing Communications

(Gatineau, QC)

Nouvelles de l'AHTMC est le bulletin non officiel de l'Association de l'histoire technique de la marine canadienne.

Prière d'adresser toute correspondance à l'attention de M. Michael Whitby, chef de l'équipe navale, à la Direction histoire et patrimoine, QGDN, 101, Ch. Colonel By, Ottawa, ON K1A 0K2
Tél. : (613) 998-7045
Télé. : (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

Peu après sa mise en service en 1963, le NCSM *Provider* a été soumis à de fortes vibrations de coque en faisant route à des niveaux de puissance de propulsion élevés.

Alan Grundy, ingénieur civil de vibrations au QGDN, a pris des dispositions pour effectuer des essais de vibrations forcées à Halifax, si je me souviens bien. Une secoueuse mécanique a été montée sur la plage arrière et des instruments de mesure de dérive, de vitesse et d'accélération ont été installés à divers endroits sur la longueur du navire afin de mesurer la nature de la réaction de la coque. On a comparé les résultats aux vibrations subies en mer et il a été établi que la coque commençait à vibrer à son premier mode horizontal. De plus, la fréquence correspondait à la fréquence de l'hélice lorsque les tours de l'arbre approchaient la pleine puissance.

L'étude est alors devenue un examen de l'hélice à quatre pales et du sillage du navire sur l'hélice. C'est à ce moment-là que je suis entré en scène. Les essais sur modèles ont révélé que le sillage était très variable et turbulent à cause de la forme submergée de la partie arrière de la coque. Plutôt que de rétrécir graduellement vers la poupe pour permettre un écoulement régulier de l'eau, la coque passait abruptement d'un profil entier à son étroit profil final sur une très courte distance. Autrement dit, alors que chaque pale effectuait sa trajectoire circulaire, la poussée produite variait grandement en raison de la forte variation de la vitesse du sillage entrant dans la course de l'hélice aux différentes positions de l'orientation de l'hélice. Chaque hélice subissait un changement dans le sillage passant d'une vitesse positive à une vitesse négative à l'entrée du sillage! De mémoire, le nombre maximal de tours était d'environ 110 T/M. cela signifierait une action de poussée de l'hélice d'environ 440 cpm provenant des quatre pales. Il s'est révélé que la fréquence de l'hélice correspondait parfaitement à la fréquence du premier mode horizontal de la coque du navire déterminée lors de l'essai au moyen de la secoueuse.



Grundy et moi avons discuté avec les ingénieurs principaux de remèdes (et non de solutions) possibles, l'aménagement le plus évident à effectuer étant de modifier le nombre de pales de l'hélice pour éliminer l'effet synchrone par rapport à la coque. À la suite de certaines analyses préliminaires, j'ai recommandé l'adoption d'une hélice à sept pales. Un plus grand nombre de pales entraînerait cependant une réduction des tours-minute de l'hélice, et par conséquent une augmentation du couple mécanique sur l'arbre pour le même niveau de puissance. Notre expert en engrenages et en dispositifs de transmission, Don Nicholson, a confirmé que cela ne poserait pas problème. Les ateliers d'hélices LIPS à Drunen, en Hollande ont examiné nos travaux et convenu que le meilleur remède consisterait à augmenter le nombre de pales, mais ils ont recommandé une hélice à six pales. Une hélice à six pales a donc été commandée et installée. Cette réparation a permis d'éliminer les vibrations prononcées de la coque.

Pendant nos recherches, j'ai découvert que le *Provider* devait à l'origine être doté d'un dispositif de propulsion nucléaire. Lorsque l'on a décidé d'adopter plutôt un dispositif de propulsion à la vapeur, la coque n'était pas assez large pour accueillir ce mécanisme. Il semble qu'au lieu d'allonger la coque pour que la partie arrière soit plus spacieuse, on n'a pas modifié la longueur mais on a prolongé le ventre plus loin vers l'arrière, ce qui a entraîné un rétrécissement abrupt final. Comme nous l'avons noté, c'est cette transition abrupte qui était la source d'un sillage non profilé et turbulent. Lorsque l'on a reçu le plan des formes, on a fait remarquer que ce plan n'avait jamais été approuvé. Personne ne savait qui avait approuvé le changement de la forme de la partie arrière de la coque du *Provider*.



Canada