



# Revue du Génie maritime



LA TRIBUNE DU GÉNIE MARITIME AU CANADA

Automne 2009/Hiver 2010



**Du « jus »  
pour emporter!**



NCSM *Ville de Québec* —  
La solution africaine

## ***En plus :***

- Enquête sur les pannes des groupes électrogènes à moteur diesel des frégates de classe *Halifax*
- NCSM *Kootenay* — 40 années de leçons
- Un nouvel appareil respiratoire autonome pour la Marine canadienne

**Nouvelles  
de l'AHTMC à  
l'intérieur!**



# Revue du Génie maritime

(Établie en 1982)

Édition N° 65

AUTOMNE 2009 / HIVER 2010



Directeur général  
Gestion du programme d'équipement maritime  
Commodore Richard Greenwood, OMM, CD

**Rédacteur en chef**  
Capv Mike Wood  
Chef d'état-major GPEM

**Directeur du projet**  
Revue du Génie maritime  
Ltv Denise Dickson

**Directeur de la production / Renseignements**  
Brian McCullough  
brightstar.communications@sympatico.ca  
Tél. (613) 831-4932

**Rédactrice associée à la production**  
Bridget Madill

**Services de la production par**  
Brightstar Communications  
Kanata (ON) (613) 831-4932

**Gestion des services d'impression par**  
Sous-ministre adjoint (Affaires publiques)  
DPSAP / Services créatifs

**Services de traduction par**  
Bureau de la traduction, Travaux publics et  
Services gouvernementaux Canada

**Coordonnateur des service de traduction**  
SMA(Mat)  
M. Clément Lachance

La Revue est aussi disponible sur le site Web  
de la DGGPEM, sur l'Intranet (RID) du  
MDN à l'adresse :  
[http://admmat.dwan.dnd.ca/dgmepm/  
dgmepm/publications/](http://admmat.dwan.dnd.ca/dgmepm/dgmepm/publications/)

## DÉPARTMENTS

### Chronique du commodore :

C'est souvent les petites choses qui font toute la différence  
par le commodore Richard Greenwood ..... 2

### Tribune libre:

Une rencontre entre le présent et le passé — Visite du vam Stephens et  
du capv Monteith au NSM Sultan  
par le capc D.E. Saulnier ..... 3

## ARTICLES

Bienvenue en Afrique! – Les difficultés liées à la réparation d'urgence  
d'un groupe électrogène à moteur diesel en déploiement  
par le capc Sean Williams ..... 5

Enquête sur les pannes des groupes électrogènes à moteur diesel  
des frégates de classe Halifax  
par le capf Dan Riis ..... 10

NCSM Kootenay – 40 années de leçons retenues  
par Claude Tremblay ..... 16

Nouvel appareil respiratoire autonome (Dräger) pour la Marine canadienne  
par le capf Marc Batsford ..... 21

## CRITIQUE DE LIVRE

Volume 9 de Salty Dips intitulé « Carry On »  
compte rendu de Bridget Madill ..... 24

**BULLETIN D'INFORMATION** ..... 25

## NOUVELLES DE L'AHTMC

Bulletin de l'Association  
de l'histoire technique de la marine canadienne ..... Insert

**Photo couverture :** NCSM Ville de Québec a perdu deux électrogènes à moteur diesel lors d'un déploiement à la côte est de l'Afrique, ce qui laissa le bâtiment dans les eaux les plus dangereuses au monde, munis d'un système d'alimentation électrique en très mauvais état. (Photo MDN)

La Revue du Génie maritime (ISSN 0713-0058) est une publication des ingénieurs maritimes des Forces canadiennes. Elle est 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 doit être adressé au **Rédacteur en chef, La Revue du Génie maritime, DSGM, (6LSTL) QGDN, 101 Ch. 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

## C'est souvent les petites choses qui font toute la différence

Par le Commodore R.W. Greenwood, OMM, CD  
Directeur général – Gestion du programme d'équipement maritime

Le présent numéro de la *Revue* comprend un article sur deux accidents mécaniques survenus à 40 ans d'intervalle. Les deux incidents sont semblables et nous aident à nous rappeler que même de petites causes peuvent avoir des conséquences soudaines et catastrophiques.

Le 23 octobre 1969 – Une défaillance majeure de la boîte d'engrenage à bord du destroyer d'escorte NCSM *Kootenay* a créé une explosion et un incendie à bord et a entraîné la mort de neuf marins. Malgré l'inspection de toutes les boîtes d'engrenage de la flotte, quatre autres navires à propulsion mécanique ont connu des défaillances de la boîte d'engrenage à peine 19 mois après l'incident. Heureusement, il n'y a pas eu de perte de vies.

À l'été et à l'automne 2008, sans crier garde et à un rythme alarmant, les groupes électrogènes diesel MWM602 des frégates de la classe *Halifax* ont cessé de fonctionner. Huit moteurs ont connu des défaillances catastrophiques en seulement sept mois. Il n'y a eu aucune perte de vie mais l'impact sur les opérations, la maintenance et les services de troisième ligne a été important.

Dans les deux cas, la cause initiale de la défaillance était la coquille de palier. En effet, sur l'un des moteurs, elle était mal installée et a mené à une surchauffe puis à l'explosion de la boîte d'engrenage. Sur l'autre, elle n'était pas de la bonne taille et s'est usée, a présenté une fissuration de fatigue et a causé une défaillance et des dommages importants. Dans les deux cas, l'erreur initiale est demeurée non détectée dans le système jusqu'à ce qu'elle soit mise à jour au moment de la défaillance catastrophique, causant des pertes de vie sur l'un des

navires et des dommages matériels importants pour la flotte.

Que pouvons-nous conclure de ces incidents? L'un d'eux est la légende professionnelle de mise en garde du Génie maritime racontée depuis bien avant que je joigne la marine et l'autre, est un incident plus récent mais qui, dans son analyse finale, n'incorpore pas vraiment d'éléments nouveaux ou surprenants.

La première chose est le besoin de vigilance et l'attention que l'on doit porter aux détails.

Mis à part les « dangers que représentent la mer et la violence encourue par l'ennemi », l'environnement de travail en mer est dangereux et présente de nombreux risques : haute pression, température, tension et radiations électromagnétiques. On peut passer de la journée de travail courante à une « mauvaise journée en mer » en moins de deux. La majorité de notre formation porte sur comment reconnaître et atténuer ces risques et comment les gérer. Rien ne peut cependant remplacer la croyance professionnelle omniprésente « les détails font toute la différence » et la vigilance qui s'en suit. Ce besoin constant d'attention professionnelle aux détails et la responsabilité personnelle de l'ingénieur en matière de défauts et d'erreurs nous rappellent le premier verset de *Hymn of Breaking Strain*<sup>1</sup> de Rudyard Kipling que la plupart des ingénieurs connaissent bien et qui est récité lors de la remise de l'anneau de fer.

La deuxième chose est d'accepter que les nouvelles technologies ne font pas disparaître les risques.

S'il y a une chose à savoir, c'est que le raffinement des nouvelles technologies, de même que les densités de puis-

sance améliorées et les tolérances moins larges, rendent plus impératif le besoin de maintenir une assurance de la qualité efficace en matière de mesures de maintenance et d'adhérer de près aux paramètres d'opération adéquats. Les moteurs diesel marins modernes à haute vitesse en sont un exemple, les exigences sévères de la maintenance sous-marine moderne en sont un autre.

La troisième chose à prendre en considération est de ne pas perdre de vue les perspectives et les connaissances acquises par le passé.

Les leçons du passé ont une chose en commun : elles se répètent et sont toujours aussi valables dans le présent. Ces leçons devraient être considérées une « partie du processus » lorsque nous prenons des décisions techniques, approuvons un travail de maintenance ou envoyons nos marins dans les salles mécaniques. C'est une chose de plus que nous pouvons faire pour s'assurer de la santé technique de la marine et la sécurité des marins. C'est aussi, bien sûr, le bien-fondé des publications comme celle-ci qui permettent de rassembler ces réflexions et de les rendre accessibles au génie maritime.

Se rappeler et respecter les connaissances acquises difficilement et les perspectives de ceux qui étaient là avant nous peut sembler sans importance, mais dans ce métier, ce sont les petites choses qui font toute la différence.



1. [http://www.kipling.org.uk/poems\\_strain.htm](http://www.kipling.org.uk/poems_strain.htm)

## Une rencontre entre le présent et le passé — Visite du vam Stephens et du capv Monteith au NSM *Sultan*

Texte : le capc D.E. Saulnier

Il y a tout juste un an, soit les 8 et 9 octobre 2008, 17 stagiaires en génie des systèmes de marine des Forces canadiennes à bord du NSM *Sultan*, à Gosport au Royaume-Uni (juste à l'ouest de Portsmouth), ont eu l'honneur de rencontrer le vice-amiral (ret) Bob Stephens et le capitaine de vaisseau (ret) Rolfe Monteith, deux ingénieurs navals canadiens retraités, invités à faire part de leur expérience d'ingénieurs en mécanique navale au sein de la Marine royale du Canada à la Royal Naval School of Marine



**Rolfe Monteith**

Engineering (RNSME). Le capitaine de vaisseau Norman Jolin, Conseiller de la marine au Royaume-Uni, attaché à l'État-major de liaison des Forces canadiennes (Londres), a aussi pris la parole.

Le premier jour a commencé par une visite au commandant de la RNSME, le capitaine Graham Watts, RN. Après le déjeuner servi dans le carré des officiers, le capv Jolin a expliqué ce que les commandants attendent des Officiers du génie des systèmes de marine, l'administration à bord des navires, la structure du Ministère, les rapports avec les organismes externes, le système divisionnaire et d'autres questions.

Le vam Stephens a ensuite décrit sa carrière d'une façon divertissante à quelque 45 membres du personnel. Un de ses commentaires a touché la corde sensible de bien des gens dans l'assistance, savoir qu'en tant qu'ingénieurs navals, nous secondons le commandement naval pour deux des trois capacités essentielles d'un navire, soit celles de mise à flot,

### Vice-amiral (retraité) Robert St. George Stephens

#### Marine royale du Canada

Le vam Stephens est né en 1924 et s'est joint à la Marine royale du Canada en 1941. Il a servi pendant 37 ans. Il a fréquenté, entre autres, le Royal Naval College, à Dartmouth, le Royal Naval Engineering College, à Keyham, le Greenwich Naval College et l'Imperial Defence College à Londres.

L'Amiral Stephens a été le premier officier canadien à recevoir une formation en défense nucléaire. Il a servi en qualité d'ingénieur à bord du NCSM *Iroquois* (convois en Arctique), du NCSM *Huron* (au large de la Corée), du NCSM *Magnificent* et du NSM *Swiftsure* (le vaisseau amiral de la Flotte du Pacifique de la Marine britannique). À terre, il a été Capitaine de frégate Surintendant de l'Arsenal maritime d'Halifax, Chef d'état-major du Commandement du matériel, Chef d'état-major adjoint de la Défense - Traitement de l'information, Commandant du Commandement de l'instruction et Représentant militaire du Canada au Comité militaire du QG de l'OTAN à Bruxelles, avant de prendre sa retraite en 1978.



Il a rédigé une biographie de son père, le contre-amiral G.L. Stephens, ingénieur. Le vam Stevens a été interviewé par l'équipe du projet Infrastructure industrielle de la défense navale du Canada (IIDNC) au sujet de la conception et de l'essai des destroyers de classe *Saint-Laurent*. Un résumé de cette entrevue a été publié dans *Nouvelles de l'AHTMC* du printemps 2009 (numéro 64 de la *Revue du Génie maritime*).



de déplacement et de combat. Selon le Vam, celle de déplacement est indispensable pour aller combattre là où c'est nécessaire. Son opinion a trouvé un écho très favorable chez certains des haut gradés présents.

Le capv Monteith a centré son message sur le travail qu'il fait pour le compte de l'Association de l'histoire technique de la marine canadienne (AHTMC) et du

projet de recherche sur la Base industrielle de défense maritime du Canada (BIDMC). Il a aussi parlé de son rôle de gestionnaire pour le Projet d'hydroptère canadien et il a souligné les avantages du programme (voir le bulletin *Nouvelles de l'AHTMC* inséré dans le présent numéro de la *Revue*).

Après avoir passé la nuit dans le carré des officiers du NSM *Sultan*, les trois in-



**NSM Sultan à Gosport, R-U**

vités de marque ont observé, tôt le lendemain matin, des stagiaires des FC participant à un exercice de mise en marche de machines intégrées. À cette occasion, les officiers des FC ont dû effectuer un quart dans la salle de contrôle des machines de l'école. Un stagiaire, désigné chef de quart, a ordonné à l'équipe de mettre en marche les machines et les systèmes de navigation du navire de la Marine royale, notamment la timonerie, un groupe électrogène diesel, un compresseur d'air, des moteurs auxiliaires et une turbine à gaz *Olympus*. Il s'agissait de véritables machines; les stagiaires ont fait fonctionner et surveillé des aides à l'instruction. Pendant la mise en marche, les invités ont parcouru les salles des machines et ont pu constater de leurs propres yeux que le NSM *Sultan* procure une instruction pratique et réaliste que les FC ne peuvent reproduire au Canada.

La visite a permis aux futurs officiers de carrière d'étudier l'histoire militaire des FC et d'entendre des gens qui étaient là à l'époque les renseigner sur des décisions et des programmes qui ont encore aujourd'hui une incidence sur nous. Leurs propos se sont révélés inspirants et édifiants.



## Capitaine de vaisseau (retraité) Rolfe Gibson Monteith

### Marine royale du Canada

Le capv Monteith est né en 1923. Il s'est enrôlé dans la Marine royale du Canada en 1941 et a servi pendant 28 ans. Il a fréquenté, entre autres, le Royal Naval College, à Dartmouth, le Royal Naval Engineering College, à Keyham, Plymouth, et l'Imperial Defence College, à Londres. Il a acquis son expérience de la navigation en temps de guerre à bord du destroyer NSM *Hardy* (1943) (convois de Scapa Flow, Mourmansk, Gibraltar).

Après la Seconde Guerre mondiale, le capv Monteith a obtenu une qualification connexe en Génie aéronautique et a servi à bord d'un croiseur, d'un porte-avions, au sein d'un groupe aérien embarqué, à bord d'un destroyer, à une base aéronavale, à l'État-major de l'Amiral commandant des porte-avions (FOAC), à l'État-major de liaison des Forces canadiennes

(Washington) et au Quartier général de la Défense nationale à Ottawa. Il a quitté la MRC en 1969 et a émigré au Royaume-Uni en 1970 pour y entreprendre une deuxième carrière dans le secteur industriel.

Depuis la fin des années 70, le capv Monteith consigne des aspects techniques de l'aéronavale canadienne (période 1943-1968), des éléments de navires/sous-marins (période 1904 à aujourd'hui) et de l'infrastructure industrielle de défense canadienne (depuis 1904).

Le capv Monteith est membre fondateur du projet Infrastructure industrielle de la défense navale du Canada et du groupe de recherche Infrastructure industrielle de la défense navale du Canada.



**Le capv Rolfe Monteith à bord du NSM Hardy à Gibraltar en octobre 1943. « Étant donné qu'il était impossible d'obtenir des bananes au Royaume-Uni pendant la Seconde Guerre mondiale, nous en rapportions toujours quelques-unes de la région méditerranéenne. »**

*Au moment de la visite, le capc D.E. Saulnier était l'officier responsable du programme d'échange des FC auprès du NSM Sultan. Il était responsable de toute la formation donnée à la RNSME, y compris celle des officiers des forces de surface et des sous-marins de la Marine royale et de la branche des Officiers du génie électrique et mécanique des Forces armées britanniques. Son rôle primordial consistait à superviser les Officiers du génie des systèmes de marine des FC inscrits au Cours sur le génie et la gestion des systèmes (CGGS). Il est revenu à Ottawa en juillet dernier.*

# Bienvenue en Afrique! —

## Les difficultés liées à la réparation d'urgence d'un groupe électrogène à moteur diesel en déploiement

Texte : le capc Sean Williams

Le 1<sup>er</sup> octobre 2008, alors que le Navire canadien de Sa Majesté (NCSM) *Ville de Québec* s'apprête à pénétrer dans le port Est-Africain de Mombasa, au Kenya, l'équipage du bâtiment se réjouit à l'idée de prendre quelques jours de repos bien mérité après une longue série de navettes en partance de Muqdisho, en Somalie, pour escorter des navires marchands dans le cadre du Programme alimentaire mondial des Nations Unies. Mais les plans tombent rapidement à l'eau lorsque notre groupe électrogène à moteur diesel MWM602 n° 3 fait défaut de manière catastrophique à peine quelques heures avant de faire escale.

Les pannes de groupes électrogènes à moteur diesel ne sont rien de nouveau pour les bâtiments de classe *Halifax* : À peine quelques semaines plus tôt, le groupe électrogène à moteur diesel n° 4 a connu une panne apparemment quasi-identique et dont nous ignorons alors toujours la cause. Nous apprenons ensuite que des bâtiments de la côte Ouest ont récemment connu quatre défaillances semblables et qu'il peut s'agir d'un problème s'étendant à l'ensemble de la flotte (consulter l'article intitulé « Enquête sur les pannes des groupes électrogènes à moteur diesel des frégates de classe *Halifax* », page 10).

Avant de pouvoir nous rendre dans un port fiable pour entreprendre les réparations qui s'imposent, nous avons encore environ un mois d'opérations à effectuer. Le hic, c'est que nous nous trouvons maintenant dans les eaux les plus dangereuses au monde, munis d'un système d'alimentation électrique en très mauvais état. Il est donc rapidement décidé de suspendre les opérations en attendant de pouvoir procéder à une réparation temporaire. Puisque nous ne disposons pas suffisamment de temps et qu'aucun des ports accessibles n'est équipé des infrastructures nécessaires pour remplacer le groupe électrogène à moteur diesel défectueux, nous entreprenons la recherche d'un groupe portatif



NCSM *Ville de Québec* se prépare à installer l'un des deux électrogènes à moteur diesel à Dar es Salaam en Tanzanie lors d'un déploiement en support du programme alimentaire mondial des nations unies. « Lucky Luke » en vedette sur l'abris de canon. (Photos courtoisie de l'auteur)

pouvant être installé sur le pont supérieur pour nous permettre de rentrer au Canada.

Un important débat éclate au sujet de la capacité énergétique requise. Quatre cent kilowatts devraient suffire à rentrer à pas de tortue, mais 800 à 1 000 kW seraient bien mieux. Pensant qu'il serait plus facile de mettre la main sur des groupes électrogènes d'environ 400 kW, nous envisageons d'en installer deux pour satisfaire nos besoins énergétiques.

Même dans les circonstances les plus favorables, il est difficile de se procurer des groupes électrogènes à moteur diesel et de les installer sur le pont supérieur

d'un navire de guerre en opération loin de son port d'attache. Mais y arriver en Afrique, comme nous allions le découvrir, pose de nombreux problèmes uniques qui rendent l'expérience pour le moins très... *intéressante* :

- Il est presque impossible d'obtenir de l'information fiable.
- Il est rare d'obtenir exactement ce que l'on demande ou ce que l'on attend.
- Tout est toujours en retard.

Le manque de fiabilité de l'information obtenue s'avère notre plus grand défi. Il est assez facile de trouver des gens qui prétendent posséder ce que nous cherchons, mais de là à réussir à

obtenir ce dont nous avons besoin, il y a loin de la coupe aux lèvres.

Bienvenue en Afrique!

### La chasse aux moteurs

Après quelques jours de recherche à Mombasa, nous apprenons que la plupart des groupes électrogènes disponibles se trouvent à Nairobi à quelques heures de route. Nous décidons donc d'y envoyer une équipe pour étudier les options possibles et suivre la piste d'un Cummins diesel usagé de 1 000 kW dont nous avons eu vent.

Pour compliquer davantage la situation, le bâtiment en vient à manquer d'eau potable. Nous tentons de trouver une source d'eau acceptable à Mombasa, mais en vain. Il nous est donc impossible de demeurer au port assez longtemps pour dénicher et installer les groupes électrogènes. Peu après avoir débarqué une équipe de deux hommes, composée de notre expert résident en moteurs diesel, le maître de 1<sup>re</sup> classe Dion Randell, et de notre second (systèmes électriques), le maître de 2<sup>e</sup> classe Alex Robichaud, le *Ville de Québec* quitte Mombasa pour aller mouiller au large, où nous pouvons produire de l'eau potable.

Les premiers appels de notre équipe à terre ne sont pas très encourageants : le Cummins de 1 000 kW à Nairobi n'est pas en état acceptable et même le concessionnaire Caterpillar de la ville a très peu à offrir. Il devient de plus en plus difficile d'obtenir de l'information fiable. Quoique les concessionnaires kenyans persistent à affirmer le contraire, il existe bel et bien un concessionnaire Caterpillar à 700 kilomètres au sud, dans l'important port d'expédition de Dar es-Salaam, en Tanzanie, comme le révèle une recherche rapide sur Google. Alors que nos deux hommes prennent des dispositions pour se rendre à Dar es-Salaam, le *Ville de Québec* vire cap au sud et les attend au large.

Ce sont de grandes installations Caterpillar à la fine pointe de la technologie qui attendent notre équipe en Tanzanie. Nos chances d'y trouver ce dont nous avons besoin sont bonnes et il semble aussi que toutes les conversions nécessaires pourront être effectuées. L'un des problèmes auxquels nous devons faire face dans cette région du monde est que l'Afrique utilise une fréquence (50 Hz) moins élevée que nous (60 Hz). Caterpillar prétend que la plupart de ses moteurs peuvent fonctionner à l'une ou



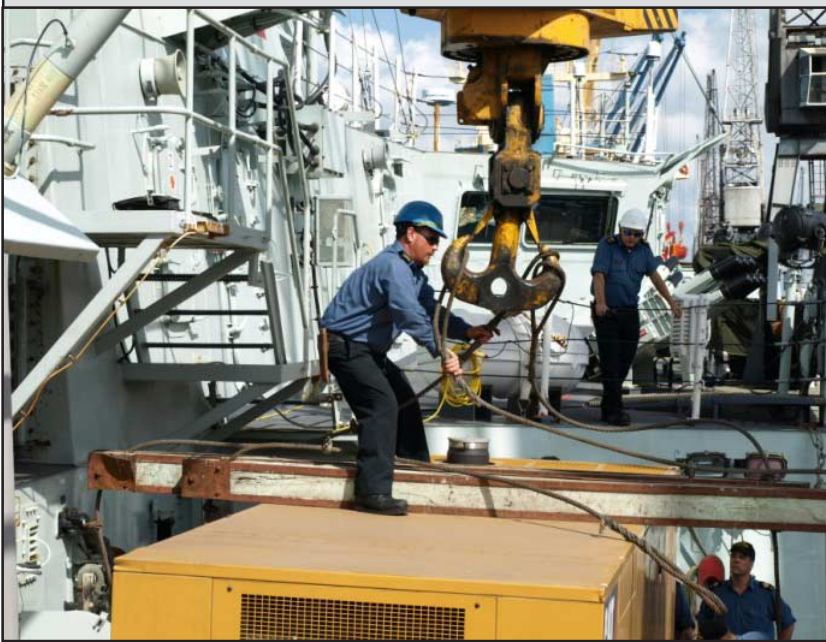
## Préparation

l'autre des fréquences, mais les concessionnaires d'Afrique orientale sont très réticents à effectuer les conversions nécessaires. Toutefois, le concessionnaire finit par accepter de procéder aux conversions à l'interne, mais seulement après que nous avons trouvé un ingénieur indépendant disposé à faire le travail.

L'équipe examine d'abord deux groupes électrogènes à moteur diesel de 436 kW avec enceinte acoustique. Ces groupes électrogènes sont dépourvus d'un réservoir structural, mais puisque le concessionnaire accepte d'en installer un sur chacun, nous décidons d'aller de l'avant avec les travaux. Ce



# Installation



plan tombe à l'eau le jour suivant, lorsqu'il est établi qu'il est impossible de poser les réservoirs. C'est à ce moment là que la chance semble enfin nous sourire : deux autres moteurs, l'un de 635 kW et l'autre de 508 kW, tous deux munis d'un réservoir structural, sont disponibles. Une fois encore, nous

décidons de procéder aux travaux, et une fois encore, nous apprenons le jour suivant que cela ne fonctionnera pas, cette fois parce que le plus gros des deux moteurs ne peut être converti de manière à fonctionner à une fréquence de 60 Hz. Nous décidons finalement de prendre le moteur de 508 kW et l'un des deux mo-

teurs de 436 kW avec réservoir indépendant. Pendant que les travaux de conversion suivent leur cours, le *Ville de Québec* se dirige sur Dar es-Salaam, où il arrive le 11 octobre 2008.

## Du génie sur commande

Nous ne sommes pas les seuls à travailler d'arrache-pied : pendant que nous nous procurons les moteurs en Afrique, l'Installation de maintenance de la Flotte *Cape Scott* et le responsable technique des Forces maritimes de l'Atlantique, à Halifax, se démènent pour nous fournir l'appui technique dont nous allons avoir besoin pour installer les machines. Nous recevons des plans sur lesquels sont indiqués les endroits recommandés pour les moteurs, ainsi que des directives de soudage pour la fabrication de leurs assises. Voilà de l'excellent travail!

Après une rapide inspection des deux moteurs menée par les autres membres de l'équipage du *Ville de Québec*, nous sommes prêts à commencer les préparations en vue de l'installation. Grâce à l'appui exceptionnel du service pont, les deux sites d'installation sont dégagés et prêts pour le soudage dès la fin de notre premier après-midi à quai. Nous continuons sur notre lancée, mais elle ne dure pas longtemps. Bienvenue en Afrique! L'acier que nous avons commandé devait nous attendre au port, mais à notre arrivée, nous constatons que la livraison n'a pas été effectuée (mais on nous promet que ce sera fait dans les deux heures). Lorsque l'acier nous parvient finalement, à dix heures le lendemain matin, une autre surprise nous attend : plutôt que de trouver l'acier de 4 x 6 x 3/8 po auquel nous nous attendons, nous avons sous les yeux des cornières de 3 x 4 x 1/2 po. Le seul fait d'avoir réussi à obtenir de l'acier (peu importe lequel) semble relever du miracle, alors nous décidons de nous contenter de ce que nous avons.

Les techniciens de coque du bâtiment commencent donc immédiatement à fabriquer les assises des moteurs. D'abord, ils pointent deux cornières parallèles à l'avant et à l'arrière du pont pour supporter chaque groupe électrogène. Pour aider à mettre les moteurs au niveau sur le pont cambré, les deux rails de support sont soudés sur des côtés opposés : la cornière intérieure sur son aile de trois pouces et la cornière extérieure sur son aile de quatre pouces pour compenser l'inclinaison vers le côté du bâtiment. Ensuite, des supports trans-





**Les contraintes d'espace à bâbord, un mécanisme de levage guère idéal et des problèmes d'espace libre près de la superstructure ont compliqués l'installation.**

versaux sont soudés en place. Après près de 48 heures de travail presque ininterrompu, les deux assises sont enfin terminées grâce à la détermination et au travail acharné des techniciens de coque sans lesquels cet incroyable tour de force n'aurait pu être possible.

À notre grande surprise, nous recevons le câble électrique peu après la livraison de l'acier, c'est-à-dire beaucoup plus tôt que prévu. À la différence des câbles utilisés au Canada, où chaque phase possède son propre câble, nous nous retrouvons avec un seul câble d'un diamètre approximatif de trois pouces, contenant quatre âmes armées. Pour arriver à mettre en place les trois câbles extrêmement lourds (et beaucoup plus longs que ce qui a été commandé) requis pour chaque moteur, les efforts de tout l'équipage doivent être déployés.

Alors que la fabrication des assises se déroule extrêmement bien à bord du

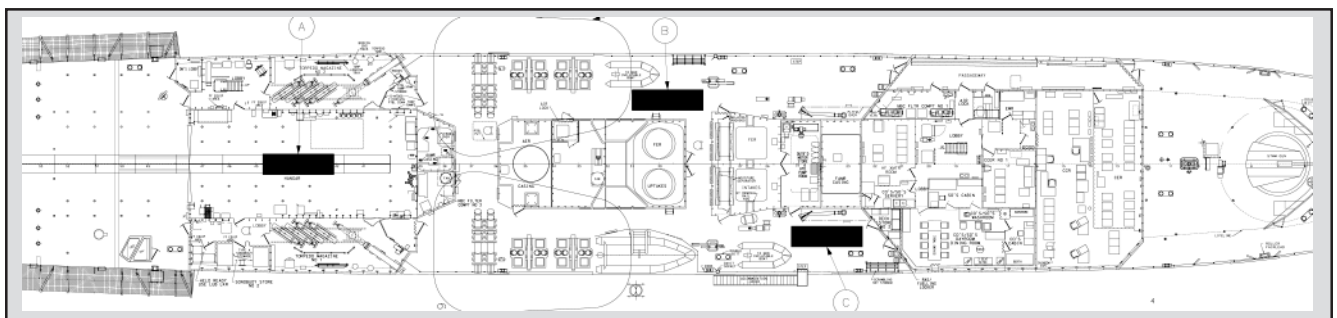
bâtiment, d'autres aléas surviennent chez le concessionnaire. La conversion des groupes électrogènes et les bancs d'essai devraient maintenant être terminés, mais le concessionnaire n'arrive pas à obtenir les mots de passe nécessaires pour accéder aux commandes électroniques dont il a besoin pour effectuer la conversion de fréquence. Les mots de passe proviennent apparemment du Caire, mais puisque c'est la fin de semaine, le concessionnaire de Dar es-Salaam ne réussit pas à joindre ses relations de la capitale égyptienne.

**Bienvenue en Afrique!**

Le 14 octobre, malgré les retards enragés, la conversion des moteurs est finalement terminée. Malheureusement, l'équipement de banc d'essai ne fonctionne pas correctement, ce qui vient encore retarder les travaux. Soucieux de commencer l'installation, nous décidons de nous faire livrer les moteurs et de pro-

céder au banc d'essai à l'aide de la charge du bâtiment. Cela s'avère une bonne décision : à la fin de la journée, le premier moteur fonctionne avec succès à une puissance de 110 pour cent pendant une heure. Le second moteur doit cependant attendre au lendemain, car les représentants du concessionnaire refusent de travailler le soir. Voilà le type de service auquel nous avons droit pendant notre séjour là-bas. Il est presque impossible d'obtenir que quiconque fasse quoi que ce soit rapidement ou que des efforts supplémentaires soient déployés. Néanmoins, puisque nous avons réservé les services d'une grue pour le lendemain, nous sommes confiants de pouvoir appareiller dans les 48 heures.

Le matin suivant débute plutôt bien : le second moteur réussit le banc d'essai. Cependant, la grue qui devait arriver le matin ne fait son apparition qu'en milieu d'après-midi. Lorsqu'elle arrive enfin, nous sommes impressionnés de voir



**L'installation de maintenance de la flotte Cape Scott et le responsable des Forces maritimes de l'Atlantique à Halifax ont fourni l'appui technique pour l'installation des moteurs. Les trois cases noires indiquent les endroits recommandés pour l'emplacement des moteurs. L'emplacement à gauche ne sera pas utilisé.**



**Avec l'installation d'un réservoir d'essence extérieur et les derniers travaux électriques et essais le navire fût prêt à appareiller.**

qu'il s'agit d'une grue de 60 tonnes flambant neuve, plus que capable de lever un moteur au-dessus du bâtiment, ce qui nous évite de devoir virer le navire bout pour bout afin de recevoir le second moteur. Toutefois, alors que la grue en soi nous semble à la hauteur de la tâche, ce n'est pas le cas du mécanisme de levage, qui n'est guère idéal. Les élingues ne sont pas de la même longueur et les palonniers, beaucoup plus larges que les moteurs, ont l'air d'avoir été fabriqués dans le garage

d'un particulier. Ces palonniers trop larges viendront d'ailleurs nous occasionner bien des problèmes plus tard, en raison de l'espace libre près de la superstructure et autour des autres petits accastillages.

Malgré les contraintes d'espace, l'installation du moteur de 436 kW côté bâbord se déroule assez facilement, mais, du côté tribord, c'est une toute autre paire de manches : une passerelle en saillie fait entrave au moteur de 508 kW. En dépit de l'espace restreint, le moteur doit être déposé à côté des assises, puis doit être tiré et poussé en place à l'aide de palans à levier, de leviers de 10 pieds et de force brute. Après une heure de travail contrariant, les deux moteurs sont enfin en place et nous sommes fin prêts à appareiller.

Le *Ville de Québec* quitte enfin Dar es-Salaam le 16 octobre 2008, prêt à reprendre ses opérations avec les deux groupes électrogènes à moteur diesel de secours installés sur son pont supérieur. Bien que cette aventure ait été très éprouvante et parfois frustrante, ces modifications techniques que nous avons du effectuer loin de

notre port d'attache ont fini par s'avérer une expérience très enrichissante pour nous tous. Mais cela a surtout permis aux membres de l'équipage, en particulier aux techniciens, de faire valoir leur habileté à effectuer des tâches qui sont normalement confiées à l'une des installations de maintenance de la flotte ou à un entrepreneur indépendant. Bien que nous étions en Afrique, l'équipage du *Ville de Québec* a su, comme toujours, se montrer à la hauteur de la tâche.



*Le Capc Sean Williams est officier du génie des systèmes de marine à bord du NCSM Ville de Québec de 2007 à 2009. Il termine actuellement des études supérieures à l'Université d'Ottawa.*

# Enquête sur les pannes des groupes électrogènes à moteur diesel des frégates de classe *Halifax*

Texte : le capf Dan Riis, CD, MSc, BSc



Sur une période de sept mois se terminant en janvier 2009, huit groupes électrogènes à moteur diesel MWM602 font défaut de manière catastrophique à bord de frégates canadiennes de la classe *Halifax*. Au mois d'avril, une enquête menée conjointement par les parties concernées avait établi et restreint la cause fondamentale primaire des pannes, et avait mis au point un plan pour résoudre le problème.

MDN Caméra de combat HS2008-KD24-012 cpl Dany Veillette.  
Services d'imagerie de la formation à Halifax

Le moteur MWM602 est la machine d'entraînement des quatre groupes électrogènes à moteur diesel qui fournissent l'alimentation électrique à bord des 12 frégates canadiennes de classe *Halifax*. MWM construit le moteur et Deutz fournit le soutien technique jusqu'en 2005, puis Wärtsilä fait l'acquisition des droits attachés aux dessins et modèles. Aujourd'hui, en tant que constructeur, Wärtsilä fournit du soutien et de l'expertise technique par l'entremise de son centre d'ingénierie situé à Zwolle, aux Pays-Bas, de même que des pièces de rechange et des services de réparation et révision (R et R) par l'entremise de Wärtsilä Canada, à Montréal.

Le MWM602 connaît souvent des pannes sur les bâtiments de classe *Halifax*, ce qui a un grave impact sur les opérations, la charge d'entretien et les services de troisième ligne. Les problèmes sont généralement attribués au modèle désuet (et parfois inadéquat) de la machine, ainsi qu'à l'accumulation de carbone (calamine) et au grippage du moteur en faible charge. Le moteur de 1 140 kW fonctionne en faible charge lorsqu'il est utilisé pour entraîner un groupe électrogène de 850 kW avec une charge d'emménagements moyenne de 1 100 kW (répartie sur deux groupes électrogènes).

Au cours des 15 dernières années, d'importantes sommes d'argent sont dépensées pour améliorer la fiabilité du MWM602 et pour en réduire la charge d'entretien. Les efforts déployés comprennent plusieurs modifications techniques, la mise en œuvre d'une politique de décalamination en forte charge pour brûler le carbone, ainsi que deux changements consécutifs apportés à l'injecteur de combustible. C'est lors de la deuxième modification de l'injecteur, apportée entre 2006 et 2008, que les injecteurs à charge ultra-faible font leur apparition dans la flotte.

En juin 2008, la flotte subit la première des huit pannes catastrophiques du moteur MWM602 qui se produiront dans les sept prochains mois. Dans tous les cas, les moteurs sont détruits ou endommagés au point de ne pouvoir être réparés et le carter de la majorité des moteurs est percé. La plupart des pannes se produisent malheureusement lorsque les bâtiments sont déployés en opération, ce qui entraîne deux conséquences majeures :

## 1. Un grave impact sur les opérations.

Au mois d'octobre 2008, les deux moteurs arrière du NCSM *Ville de Québec* (FFH-332) font défaut pendant que le bâtiment est déployé sur

**NCSM *Calgary* et *Ville de Québec* ont tous deux subi des pannes catastrophiques des électrogènes à moteur diesel lorsqu'ils étaient déployés en opération.**

l'océan Indien au large de la côte d'Afrique de l'Est. Deux groupes électrogènes à moteur diesel de secours doivent être achetés en Tanzanie et installés temporairement sur le bâtiment pour lui permettre de poursuivre sa mission (consulter le document intitulé « Bienvenue en Afrique! – Les difficultés liées à la réparation d'urgence d'un groupe électrogène à moteur diesel en déploiement », page 5). Par la suite, les deux moteurs défectueux sont entièrement remplacés à Toulon, en France, à un coût considérable pour les Forces maritimes de l'Atlantique.

Deux des moteurs du NCSM *Calgary* (FFH-335) font aussi défaut. Compte tenu du risque élevé de défaillance supplémentaire, un groupe électrogène à moteur diesel de secours est installé sur le bâtiment pour qu'il puisse rentrer au Canada par le Pacifique Nord. Il faut

aussi équiper le NCSM *Montréal* (FFH-336) d'un groupe électrogène à moteur diesel de secours pour lui permettre de poursuivre sa mission dans les Caraïbes.

2. La difficulté d'obtenir de l'information sur les pannes. Lorsque possible, des représentants de service sont envoyés sur les bâtiments pour inspecter les moteurs et en établir le mode de défaillance. Les enquêteurs techniques recueillent le plus de renseignements possible sur les pannes, car ces données sont indispensables à une enquête ultérieure approfondie. Pour ce faire, il faut retirer, démonter et inspecter chaque moteur. Le calendrier opérationnel et la disponibilité du bâtiment viennent compliquer ce long travail.

Au mois de janvier 2009, suffisamment de données sont recueillies pour permettre au groupe de travail enquêtant sur les pannes du MWM d'entreprendre une analyse des causes fondamentales. Le groupe est présidé par le chef de la section des systèmes de propulsion de la Direction – Soutien aux navires (DSN) 3 à Ottawa (auteur du présent rapport) et comprend des experts en la matière de la DSN 3-4, le Centre d'essais techniques – Mer (CETM) à Montréal, les responsables techniques et les installations de maintenance de la flotte de la côte est et de la côte ouest, le constructeur (Wärtsilä), ainsi qu'un expert-conseil indépendant du secteur privé (Ricardo Ltd).

Le groupe de travail étudie aussi les défaillances de quatre pignons de distribution qui surviennent sur les MWM602 entre 2007 et 2009. Une seule de ces avaries se solde par une panne catastrophique du moteur, mais le groupe de travail tient à analyser ce mode de défaillance afin d'établir s'il est en rapport avec le problème global.

### Résultats de l'enquête — Rencontre du groupe de travail (février 2009)

Le groupe de travail établit que quatre modes de défaillance sont responsables des 12 avaries dont il est question :

- Fissuration du chapeau de tête d'une bielle (cinq moteurs);
- Grippage d'un palier du vilebrequin (deux moteurs);
- Grippage du piston (un moteur);



Figure 1. La fissuration s'est produite au même endroit sur chaque tête de bielle ayant fait défaut en raison de la fatigue des matériaux. Encart : Défaillance d'un boulon du chapeau de tête d'une bielle attribuable à la fatigue des matériaux.

- Défaillance d'un pignon de distribution (quatre moteurs).

Rien ne laisse supposer que les modes de défaillance sont liés.

Le groupe de travail se concentre principalement sur la cause fondamentale de la fissuration du chapeau de tête des bielles, qui est à l'origine de la majorité des pannes catastrophiques les plus récentes. Les analyses effectuées lors des enquêtes techniques antérieures établissent que la fissuration s'est produite au même endroit sur chaque bielle (Fig. 1) et que la fatigue des matériaux est à l'origine de toutes les pannes. En outre, des signes d'usure de contact (abrasion) anormale entre le logement du chapeau de tête des bielles et les coussinets, de même que des transferts de matière importants (Fig. 2), sont décelés. Le groupe de travail conclut rapidement, lors de sa propre enquête, que la fissuration du chapeau de tête des bielles est provoquée par cette usure de contact.

Dans des conditions normales, les tolérances de conception du moteur et de résistance des matériaux garantissent l'absence d'abrasion ou ne permettent pas une usure de contact suffisante pour provoquer la fissuration. Le groupe de travail se penche donc sur les causes les plus probables de l'usure de contact et de la fissuration du chapeau de tête des bielles, soit :

- La faiblesse des matériaux;
- Les effets du cycle d'allumage;
- Un ajustement avec serrage inadéquat.

### Faiblesse des matériaux

Il s'avère que quatre différents modèles de bielles existent, dont trois sous le



Figure 2. Les bielles présentent des signes d'usure de contact anormale de même que des transferts de matière importants entre le logement du chapeau de tête des bielles et les coussinets.

même numéro de pièce, et qu'ils sont tous installés dans des moteurs de la flotte canadienne. Des matériaux différents ont servi à fabriquer le dernier modèle, soit le seul à ne pas connaître de défaillance. Il est probable que les matériaux entrant dans la composition des bielles les plus récentes possèdent une plus grande résistance et qu'ils soient donc moins sensibles à l'abrasion et à la fissuration par fatigue. Puisque les moteurs utilisent les trois modèles de bielles précédents depuis plus de dix ans sans que leur chapeau de tête ne fasse défaut, il est établi que la faiblesse des matériaux ne constitue pas une cause fondamentale, mais qu'elle peut représenter un facteur contributif.

### Effets du cycle d'allumage

Un modèle informatisé d'analyse par éléments finis construit par Wärtsilä révèle que les bielles risquent effectivement de s'user par contact à l'endroit des fissures et qu'il s'y exerce des contraintes élevées. Ces deux conséquences

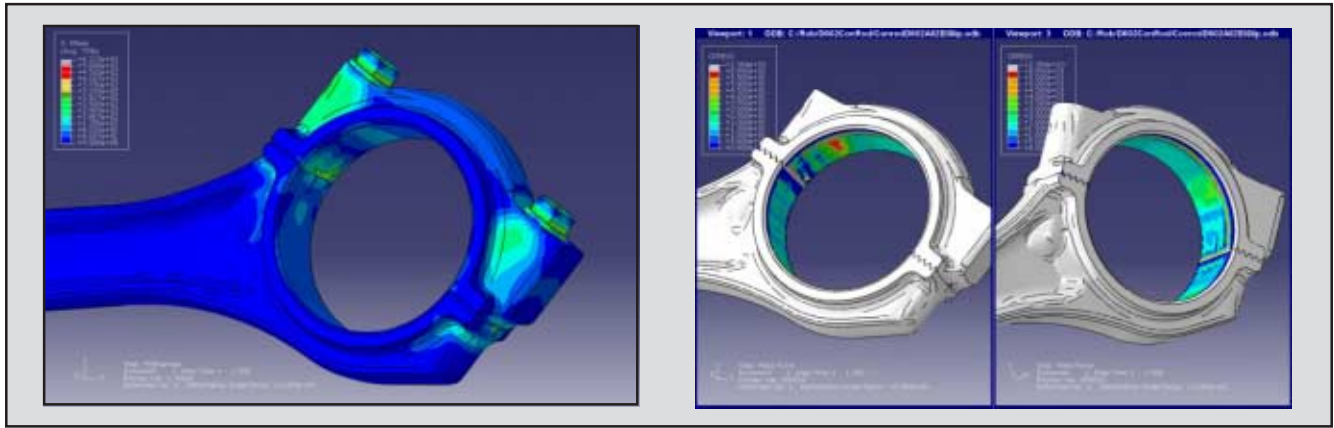


Figure 3. Les résultats de l'analyse par éléments finis pour les forces massives agissant sur la bielle indiquent (à gauche) les endroits où les contraintes sont les plus élevées et (à droite) la pression à laquelle s'exerce l'usure de contact.

sont attribuables aux forces massives (Fig. 3) et aux forces exercées par les gaz.

En faible charge, des forces massives (inertie) élevées sont générées lorsque les forces exercées par les gaz s'opposent au mouvement ascendant rapide du piston dans le cylindre sont faibles. Cela peut se produire dans certaines conditions d'utilisation des groupes électrogènes à moteur diesel des bâtiments de classe *Halifax*, soit :

- Lors du décalaminage tactique (faire tourner l'un des groupes électrogènes à moteur diesel au ralenti ou presque lors du décalaminage de l'autre moteur);
- Lors d'exercices d'occultation et de bancs d'essai (réduction soudaine de la charge).

Il est établi qu'il s'agit seulement, là aussi, de facteurs contributifs, car les groupes électrogènes à moteur diesel sont utilisés dans de telles conditions depuis des années, longtemps avant que des fissures n'apparaissent dans le chapeau de tête des bielles.

L'analyse par éléments finis révèle aussi que les forces élevées exercées par les gaz dans la chambre de combustion lorsque la pression d'allumage est élevée contribuent à l'abrasion et à la fatigue des matériaux. Il est aussi convenu que les forces élevées exercées par les gaz, tout comme la direction des forces dans le coussinet de tête de la bielle, aggravent la formation et la propagation de la fissure. L'analyse de la pellicule d'huile (Fig. 4) démontre que

des forces extrêmes sont exercées au point de raccordement dentelé du chapeau de tête des bielles de la rangée A, agissant au point faible du logement et créant possiblement un bras de levier sur le chapeau. Il n'y a aucune défaillance sur la rangée B, parce que les forces y sont exercées à un point moins vulnérable.

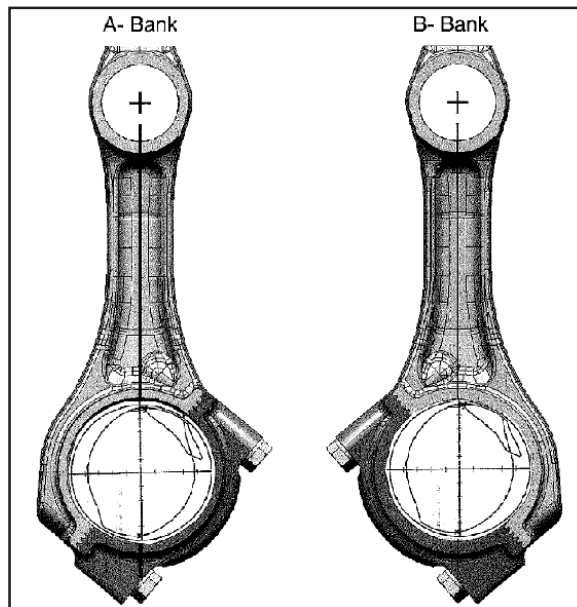


Figure 4. L'analyse de la pellicule d'huile démontre que des forces extrêmes sont exercées à différents endroits sur les bielles des rangées A et B. Les bielles de la rangée A (à gauche) sont beaucoup plus vulnérables puisque les forces sont exercées sur le point faible du logement au point de raccordement dentelé du chapeau de tête des bielles.

Quoique les forces exercées par les gaz soient élevées lors de fortes charges, comme lors du décalaminage, ces pressions d'allumage ne posent habituellement aucun problème puisque le groupe

électrogène et le moteur ne sont pas de la même grosseur. De plus, puisque le décalaminage s'effectue depuis longtemps sur les bâtiments de cette classe, il est établi que dans cette situation, la charge élevée du moteur ne constitue qu'un facteur contributif.

Des essais effectués au CETM indiquent que les injecteurs à charge ultra-faible provoquent une avance importante de la pression d'allumage maximale, ainsi qu'une augmentation importante de la pression d'allumage. Les pressions d'allumages mesurées dans le cadre de cette enquête sont supérieures à celles relevées lors des essais de mise au point des injecteurs à charge ultra-faible et dépassent parfois les tolérances de fabrication du moteur. L'écart entre les données recueillies lors des essais de mise au point des injecteurs et des essais menés dans le cadre de l'enquête sur les panes est attribuable à des différences de calage de l'injection et d'usure du corps d'injecteur. Il est établi que la pression d'allumage élevée attribuable aux injecteurs à charge ultra-faible constitue possiblement la cause fondamentale de la fissuration du chapeau de tête des bielles puisque les injecteurs en question ont été installés peu avant la première panne et que tous les moteurs ayant fait défaut sont munis de ce type d'injecteur.

#### Ajustement avec serrage inadéquat

Le coussinet de tête de la bielle est fixé dans le logement par ajustement

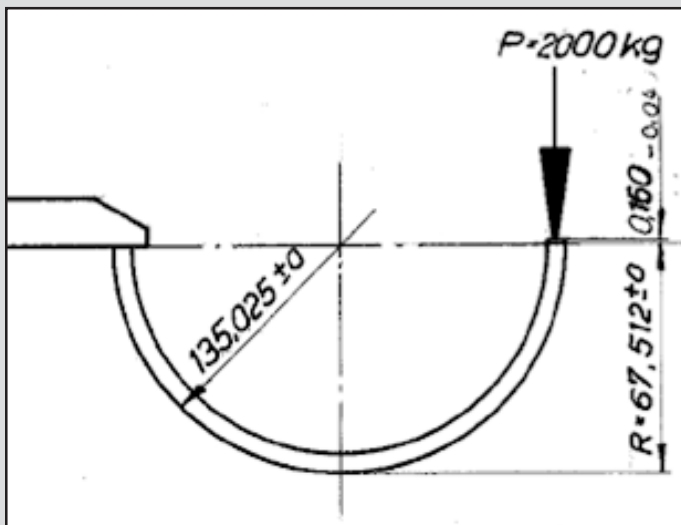


Figure 5. La circonférence du coussinet doit être légèrement plus grande que celle du logement de la tête de bielle. Un ajustement avec serrage adéquat du coussinet et du logement est possible lorsque le coussinet se tasse en position pendant le boulonnage du chapeau de tête de la bielle. La longueur de contact d'un coussinet trop petit est trop courte, ce qui permet au coussinet de se déplacer dans le logement de la tête de bielle.



Figure 6. Les installations haligoniennes de Wärtsilä Canada ont fabriqué ce gabarit très précis pour mesurer la longueur de contact des coussinets de tête des bielles.

avec serrage grâce au dépassement de la longueur de contact du coussinet. Essentiellement, le coussinet est surdimensionné par rapport au logement (Fig. 5), ce qui permet de le comprimer en place. Les causes possibles d'un ajustement avec serrage inadéquat sont :

- La longueur de contact – Un coussinet de dimensions insuffisantes ne permet pas un tassement adéquat;

- Le fini de la surface – Une friction inadéquate entre le coussinet et le logement entraîne des glissements;

- Le montage – Si le chapeau de tête n'est pas bien monté sur la bielle, il se peut que le tassement ne soit pas adéquat.

Les inspections après démontage menées au moment de la première rencontre du groupe de travail révèlent que le cou-

ple de démarrage de tous les boulons de tête des bielles respecte les spécifications. Dès le début de l'enquête, le montage est donc éliminé comme cause fondamentale possible de ce mode de défaillance.

Le fini de la surface, cependant, offre une piste intéressante. Une profondeur de rugosité ( $R_z$ ) de  $2,6 \mu\text{m}$  est mesurée sur la surface d'un échantillon de chapeau de tête de bielle représentatif. Ce chiffre est bien en deçà des tolérances maximales de  $6 \mu\text{m}$  indiquées sur les dessins techniques du moteur. Wärtsilä, en revanche, indique que l'entreprise utilise une  $R_z$  minimale de  $11,76 \mu\text{m}$  pour ses moteurs modernes. Il est donc supposé que les vieux moteurs construits avec des méthodes moins précises (le modèle MWM602 date des années 1970) doivent avoir une  $R_z$  maximale afin de réduire la rugosité de la surface suffisamment pour permettre le transfert de chaleur nécessaire. Puisque les méthodes de fabrication modernes permettent d'obtenir un fini très lisse, il est donc permis de supposer que les nouveaux modèles ont besoin d'une  $R_z$  minimale pour assurer un ajustement suffisamment serré. Néanmoins, puisque le fini de la surface n'a pas été modifié depuis la mise en service des moteurs, il est établi qu'il ne s'agit là que d'un facteur contributif.

Les installations haligoniennes de Wärtsilä Canada entreprennent de mesurer la longueur de contact d'échantillons de coussinets représentatifs, ce qui exige la fabrication d'un gabarit très précis (Fig. 6). Cela permet d'établir que la longueur de contact est inférieure à celle précisée dans les spécifications du moteur. Par conséquent, la longueur de contact est identifiée comme cause fondamentale possible lors de la première rencontre du groupe de travail.

#### Analyse finale — Rencontre du groupe de travail (février 2009)

Les analyses effectuées lors de la première rencontre du groupe de travail, en février 2009, permettent d'identifier plusieurs facteurs contributifs possibles et, plus important encore, deux causes fondamentales possibles de l'usure de contact et de la fissuration du chapeau de tête des bielles, soit :

- Les contraintes élevées imposées au chapeau de tête des bielles par la pression d'allumage élevée attribuable aux injecteurs à charge ultra-faible;

- Un ajustement avec serrage inadéquat attribuable à des coussinets de dimensions insuffisantes (c.-à-d. une longueur de contact insuffisante).

Le groupe de travail conclut que la question des coussinets de dimensions insuffisantes doit être abordée avec le fournisseur. Quant à la pression d'allumage élevée, il est conclu qu'un retard à l'injection permet de diminuer la pression maximale à l'allumage, ce qui évite de devoir se départir des injecteurs à charge ultra-faible. Cependant, avant de proposer cela comme solution permanente, d'autres essais doivent être effectués sur le banc d'essai pour moteur diesel du CETM et avec le modèle d'analyse par éléments finis de Wärtsilä. Ces essais doivent permettre d'établir le calage optimal de l'injection et d'évaluer les répercussions possibles du retard à l'injection. Pour réduire les risques entre-temps, la DSN 3 impose des limites de puissance aux moteurs et ordonne la vérification et un léger retardement du calage de l'injection. Des restrictions sont aussi formulées quant à la fréquence des changements de puissance importants (p. ex. pour les exercices d'occultation et les bancs d'essai). Les bielles ne connaissent aucune autre avarie après la mise en œuvre de ces mesures.

#### **Identification de la cause fondamentale de la défaillance du chapeau de tête des bielles et résolution du problème**

Au mois d'avril 2009, après des enquêtes approfondies et de longues négociations menées par Wärtsilä, le fournisseur des coussinets de tête des bielles avoue avoir fait une découverte

surprenante : le coussinet de bielle maîtresse utilisé pour calibrer la machine qui fabrique les coussinets n'a pas les dimensions requises. Le fournisseur admet aussi que ce même coussinet de bielle maîtresse aux dimensions insuffisantes a été utilisé pour le contrôle de la qualité après la fabrication. Par conséquent, l'entreprise a fourni une série de coussinets trop petits à tous ses clients de par le monde entre 2004 et 2009.

Le groupe de travail enquêtant sur les pannes du MWM se réunit de nouveau pour examiner ces nouvelles données et conclut que les coussinets trop petits constituent la cause fondamentale des défaillances du chapeau de tête des bielles. Il est aussi constaté que les facteurs contributifs, dont la pression d'allumage élevée, jouent un rôle important dans les pannes, comme le témoignent les facteurs suivants :

- Aucun autre utilisateur des coussinets n'a signalé de telles défaillances;
- Quoique les coussinets sont utilisés depuis 2004, les pannes ne commencent qu'après l'installation des injecteurs à charge ultra-faible.

Les mesures suivantes sont donc imposées pour résoudre le problème et pour réduire davantage les risques :

#### **Programme de remplacement des coussinets**

Puisqu'il n'existe aucun moyen d'établir avec précision quels coussinets posés sont trop petits, un programme de remplacement des coussinets est lancé en juin 2009. Ce programme vise le remplacement de tous les coussinets de

bielle des MWM602 de la flotte. Les travaux de remplacement sont priorisés par moteur selon des critères techniques tels que le nombre d'heures d'utilisation des injecteurs à charge ultra-faible et le nombre d'heures écoulées depuis la révision du moteur, ainsi qu'en fonction de la disponibilité des bâtiments, dictée par leur calendrier opérationnel. Il faut applaudir l'initiative de Wärtsilä, qui s'engage à remplacer les coussinets presque gratuitement même si le programme dépasse les obligations de l'entreprise telles que définies par le contrat et la garantie.

#### **Calage de l'injection**

Il est décidé de continuer à utiliser les injecteurs à charge ultra-faible en raison de leur excellent rendement quant à la propreté des moteurs. Cependant, il est aussi établi que le léger retard à l'injection exigé en février doit être maintenu afin de réduire la pression maximale à l'allumage. Étant donné les variations de calage pouvant se produire lorsque différentes méthodes sont utilisées, une méthode de calage utilisant un indicateur à cadran est prescrite pour tous les moteurs. Puisque le calage du moteur est une tâche de deuxième ou de troisième ligne, les équipages reçoivent comme directive de ne procéder au calage du moteur qu'en cas d'urgence.

#### **Remplacement des bielles**

Les bielles doivent être inspectées lors du programme de remplacement des coussinets afin de repérer toute usure de contact et toute apparition de fissure. Les bielles doivent être remplacées au besoin. Il est convenu que le modèle de



## **Bénévoles recherchés**

### **pour mener des entrevues pour le projet d'histoire orale de la Base industrielle de défense maritime du Canada**

**L**e groupe de travail de la Base industrielle de défense maritime du Canada (BIDMC) de l'Association de l'histoire technique de la Marine canadienne entreprend actuellement un projet qui vise à consigner les souvenirs des gens au sujet de l'influence que les contrats de la Marine ont eu sur l'industrie de la défense du Canada de 1930 à nos jours.

Si vous êtes intéressé à vous porter bénévole pour réaliser des entrevues afin d'aider les gens à consigner leur expérience ou si vous aimeriez accorder une entrevue au sujet de votre participation personnelle dans le cadre de projets de la Marine, veuillez communiquer avec Tony Thatcher, dirigeant du projet de la BIDMC, par téléphone au (613) 567-7004 poste 227 ou par courriel à l'adresse [Tony.Thatcher@snclavalinom.com](mailto:Tony.Thatcher@snclavalinom.com).

bielle le plus récent doit être utilisé comme pièce de rechange en raison de sa résistance apparente à l'usure de contact et à la fissuration.

### **Grenaillage des bielles**

Wärtsilä doit grenailler tout nouveau modèle de bielle afin d'augmenter la rugosité de sa surface, d'améliorer son ajustement avec serrage et d'augmenter sa résistance à la fissuration.

La DSN 3 émet un communiqué soulignant ces mesures et autorisant la levée des restrictions imposées au moteur une fois les coussinets remplacés. Ces travaux imposent un fardeau financier aux côtes de même qu'à la Direction générale – Gestion du programme d'équipement maritime (DGGPEM) et exigent d'importantes ressources. À la fin du mois de septembre 2009, 11 moteurs sont révisés et 8 sont en cours de révision. Les bielles de 8 des 11 moteurs révisés doivent être remplacées. Les trois autres moteurs n'ont pas ou peu été utilisés. Il est estimé que le programme de remplacement des coussinets doit se terminer en 2010.

Les opérations de décalaminage de tous les MWM sont interrompues pour une période indéterminée. Wärtsilä et la DSN 3 établissent actuellement un partenariat plus proactif pour aborder les problèmes d'autres équipements à fiabilité réduite. Une étude est actuellement en cours pour déterminer la faisabilité et les coûts-avantages de remplacement des MWM602 lors du prochain projet de modernisation des bâtiments de la classe *Halifax*/projet de prolongation de la vie de l'équipement des frégates (FELEX). Cette étude doit analyser avec soin la rentabilité du projet et se pencher sur des questions plus abstraites, comme la charge d'entretien et la disponibilité opérationnelle.

Le groupe de travail poursuit son enquête sur les autres modes de défaillance à l'origine du grippage des paliers de vilebrequins, du grippage d'un piston et

de la défaillance de pignons de distribution. L'une des défaillances provoquées par le grippage des paliers de vilebrequin semble être attribuable au mauvais montage d'un coussinet de bielle (boulons desserrés) dont le mouvement aurait coupé l'alimentation en huile du palier de vilebrequin. Il semble que le grippage du piston soit un incident isolé et que la défaillance des pignons de distribution soit attribuable aux normes et aux méthodes de réparation, de révision et d'assurance de la qualité de l'atelier de révision. Wärtsilä Canada prend des mesures assurant que cela ne se reproduira pas.

### **Conclusion**

Les pannes catastrophiques des groupes électrogènes à moteur diesel MWM602 à bord des bâtiments de classe *Halifax* ont eu un grave impact sur les opérations et continuent à siphonner les ressources de la côte et du QGDN. La cause fondamentale de la majorité de ces pannes est une erreur de fabrication et d'assurance de la qualité attribuable au fournisseur des coussinets de tête des bielles, qui a fourni des coussinets de dimensions insuffisantes. Le problème a été aggravé par un certain nombre de facteurs contributifs, en particulier la pression d'allumage maximale élevée provoquée par l'utilisation d'injecteurs à charge ultra-faible.

La cause fondamentale de la défaillance du chapeau de tête des bielles a été établie et restreinte. Le problème est en voie d'être résolu grâce à l'étroite collaboration entre toutes les parties concernées, dont le QGDN, les côtes, le CETM, le constructeur et un expert-conseil indépendant. C'est grâce au travail acharné, à l'initiative et à l'expertise des employés de ces organisations qu'il a été possible de trouver et de mettre en œuvre une solution dans un laps de temps relativement court.



*Le capf Dan Riis dirige la section des systèmes de propulsion de la DSN 3 au QGDN de novembre 2007 à juillet 2009. Il participe actuellement au Programme de commandement et d'état-major interarmées du Collège des Forces canadiennes de Toronto.*

### **Remerciements**

J'aimerais remercier sincèrement **M. Brian Cox** (gestionnaire du projet de moteurs diesels marins de la DSN 3-4) et **M. Mark Keneford** (directeur général de Wärtsilä Canada Inc. à Montréal) pour toute l'aide qu'ils ont apporté à la préparation des graphiques du présent article.

## **Soumissions**

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, Revue du Génie maritime, DSGM, QGDN, Ottawa (Ontario), K1A 0K2, n° de téléphone (613) 831-4932**, avant de nous faire parvenir leur article. Nous aimons également recevoir des lettres, quelle que soit leur longueur, mais nous ne publierons que des lettres signées.



## NCSM Kootenay – 40 années de leçons retenues

Il y a quarante ans de cela, l'explosion dévastatrice d'une de ses boîtes d'engrenage et le feu qui s'ensuivit dévastait ce destroyer d'escorte et causait la perte de neuf hommes d'équipage. Aujourd'hui les douloureuses leçons de cette tragédie ont bien été tirées en 2009, mais d'autres défaillances de boîtes d'engrenage principale survenues ultérieurement sur le *Skeena*, le *Gatineau*, le *Chaudière* et le *Fraser* portèrent atteinte à la crédibilité du génie maritime et constituent en elles-mêmes des leçons à retenir pour notre flotte actuelle.

Texte : Claude Tremblay

### L'accident

L'ingénieur mécanicien principal pénétra dans la salle des machines à 8 h 16 du matin. Quelques minutes auparavant, il avait appelé la passerelle pour demander à passer en avant toute, dernière étape de la phase d'essais du navire qui avait débuté quelques heures auparavant lorsque le *Kootenay* avait quitté le groupe aéronaval du porte-avions *Bonaventure*, à 200 milles marins à l'ouest de Plymouth en Angleterre.

Les essais de fonctionnement à pleine puissance nécessitent de surveiller de nombreux éléments et requièrent donc des déplacements dans un navire où les machines de propulsion sont réparties sur deux compartiments. L'ingénieur retournait de la salle des chaudières où il venait de confirmer que les machines opéraient normalement; il se trouvait à présent dans la salle des machines pour une brève inspection des machines, notamment pour toucher les boîtes d'engrenage afin de sentir leur température à pleine puissance, un geste de routine qui, en ce jour du 23 octobre 1969, devait être le dernier geste de routine qu'il lui serait donné d'accomplir.

A 8 h 21, un sifflement semblable à celui d'un chalumeau se fit entendre, et la salle des machines se trouva soudain noyée dans un terrible incendie. Un corps tomba en avant, les vêtements en feu. L'ingénieur de quart et l'ingénieur principal tentèrent de fermer les registres de poussée et de prévenir la passerelle, mais la force de l'incendie les força à évacuer le compartiment. Les flammes s'engouffrèrent par l'écotille de la salle des

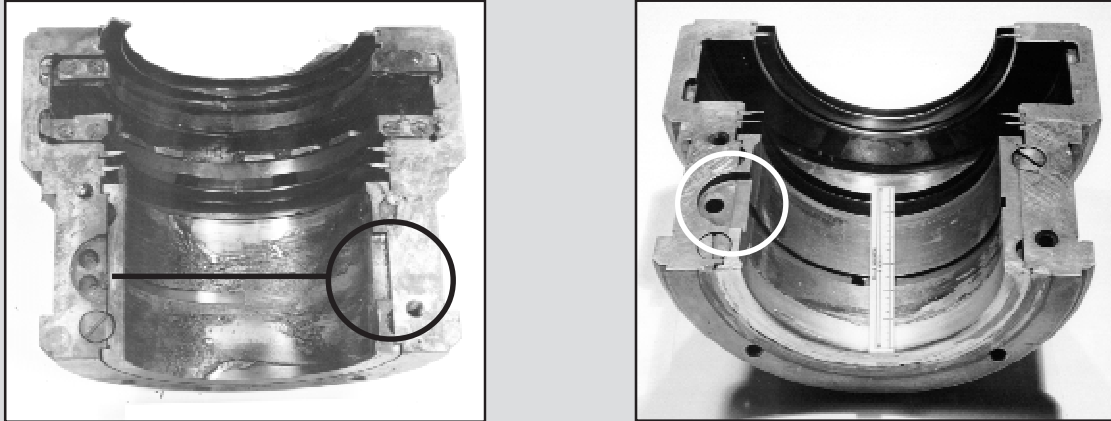


**Fig. 1. La salle des machines noircie du NCSM *Kootenay* après la terrible explosion d'une boîte d'engrenage et l'incendie qui s'en est suivi témoigne des terribles événements survenus le 23 octobre 1969. Un palier de tourillon de pignon avant mal assemblé est au cœur d'une catastrophe qui aurait pu être évitée (toutes photographies propriété du MDN)**

moteurs laissée ouverte et vinrent déferler sur « Burma Road », la coursive supérieure principale allant de l'avant à l'arrière du navire. En un instant, le navire tout entier se trouva rempli d'une fumée épaisse et huileuse.

Le courant fut coupé, la timonerie qui se trouvait juste à côté de Burma Road dut également être évacuée, le navire

n'était plus maître de sa manœuvre et la salle des chaudières ne répondait plus. Il fallut finalement plus de 40 minutes avant que les commandes d'arrêt principales ne puissent être déclenchées et que la vitesse du navire ne commence à décroître sous les 20 nœuds. Ce n'est qu'une fois le courant partiellement rétabli, vers 8 h 45, que le groupe aéronaval put être prévenu de l'accident. En quel-



**Fig. 2.** Ces deux moitiés de palier de pignon provenant du *Kootenay* (à gauche) et du *Chaudière* (à droite) illustrent la différence entre un montage incorrect et un montage correct des coussinets de garniture. Dans le cas de la moitié inférieure du palier tribord avant du *Kootenay*, le coussinet est installé à l'envers, si bien que l'orifice (entouré d'un cercle noir) permettant l'injection de l'huile dans le coussinet se trouve à l'opposé de l'arrivée d'huile lubrifiante sur la gauche. Dans le cas de la moitié supérieure du palier bâbord avant du *Chaudière*, l'orifice se trouve en face de l'arrivée d'huile (cercle blanc).

ques minutes, les navires du groupe firent route vers le *Kootenay*, précédés par des hélicoptères et des avions Tracker du NCSM *Bonaventure*. Ces unités purent fournir une aide essentielle au *Kootenay*, étant donné que ce dernier n'avait que sept appareils de respiration Chemox à bord et n'avait plus à un moment donné qu'un seul contenant de mousse pour combattre le gigantesque incendie qui s'était déclenché après l'explosion.

Il fallut encore attendre jusqu'à 10 h 15 pour que tous les feux soient éteints. Deux heures durant, des centaines de marins et d'aviateurs avaient combattu le feu, apportant du matériel anti-incendie des autres navires pour les équipes luttant contre le feu, venant secourir les marins piégés dans la cafétéria et la salle des chaudières, traitant sur place ou évacuant les blessés les plus graves vers le *Bonaventure*. Le désastre qui s'achevait fut et reste encore la plus grande tragédie que la marine canadienne ait connue en temps de paix.

### La cause de l'accident

L'équipage du *Kootenay* ne pouvait pas le savoir, mais les deux boîtes d'engrenage du navire n'avaient pas bien été remontées quatre ans et demi auparavant.<sup>1,2</sup> Les deux paliers lisses du pignon d'engrenage principal n'avaient pas été installés correctement à l'intérieur

de la boîte d'engrenage tribord et il en était de même pour un autre palier dans la boîte d'engrenage bâbord. Il s'agissait là d'une véritable bombe à retardement (*Fig. 1*).

Ce type de paliers ressemble en fait à un cylindre lisse. La friction entre le tourillon (l'arbre) et le palier est réduite grâce à de l'huile lubrifiante injectée en permanence dans la structure de garniture de coussinet. Les paliers avaient été construits en deux moitiés, une supérieure et une inférieure, afin de faciliter leur installation, et les appareilleurs et inspecteurs avaient dû faire très attention d'orienter correctement les pièces de manière à permettre à l'huile d'y couler librement. Afin de réduire le nombre de pièces de rechange à emporter, les paliers des boîtes d'engrenage Y-100 avaient été conçus pour pouvoir être placés en plus d'un endroit dans la boîte d'engrenage, mais leur conception simplifiée signifiait malheureusement aussi qu'il était possible de les monter à l'envers.

C'est exactement ce qui arriva avec le *Kootenay*. L'installation à l'envers des trois paliers de pignons principaux – les paliers pour les vitesses les plus grandes au sein de la boîte d'engrenage, bloqua l'injection d'huile sur les surfaces (*Fig. 2*). Mais la chaleur élevée générée par la friction ne suffisait pas à enflammer

l'huile. Le navire avait marché à pleine puissance de nombreuses fois lors des quatre années et demie précédentes sans que cela ne produise une chaleur suffisante pour déclencher l'incendie. En octobre 1969 cependant, la défaillance du palier de butée avant à pleine vitesse fournit soudainement la chaleur supplémentaire nécessaire qui enflamma l'huile.

Dans le cas de roues hélicoïdales simples, les paliers de butée supportent l'importante charge axiale générée par les roues hélicoïdales. Le palier de butée du *Kootenay* tomba en panne parce qu'après quatre ans d'usure excessive du palier le tourillon commença à frotter contre le presse-garniture à labyrinthe de la chambre de lubrification du palier de butée, l'usant sur sa moitié inférieure sur un tiers de pouce (0,85 cm). L'espace ainsi créé permit à l'huile de s'échapper, ce qui fit que seule la moitié de l'huile nécessaire se trouva dans la chambre de lubrification et que cette huile ne put servir que pour les patins de butée inférieurs uniquement. Autre facteur d'aggravation, l'alignement de l'arbre du pignon s'était peu à peu défaussé du fait de l'usure du palier lisse, ce qui avait contribué à accentuer la charge supportée par les patins de butée supérieurs non lubrifiés. La défaillance soudaine des patins à pleine vitesse produisit des températures de plus de 900 °C, suffisantes pour

enflammer le brouillard d'huile présent dans le boîtier.

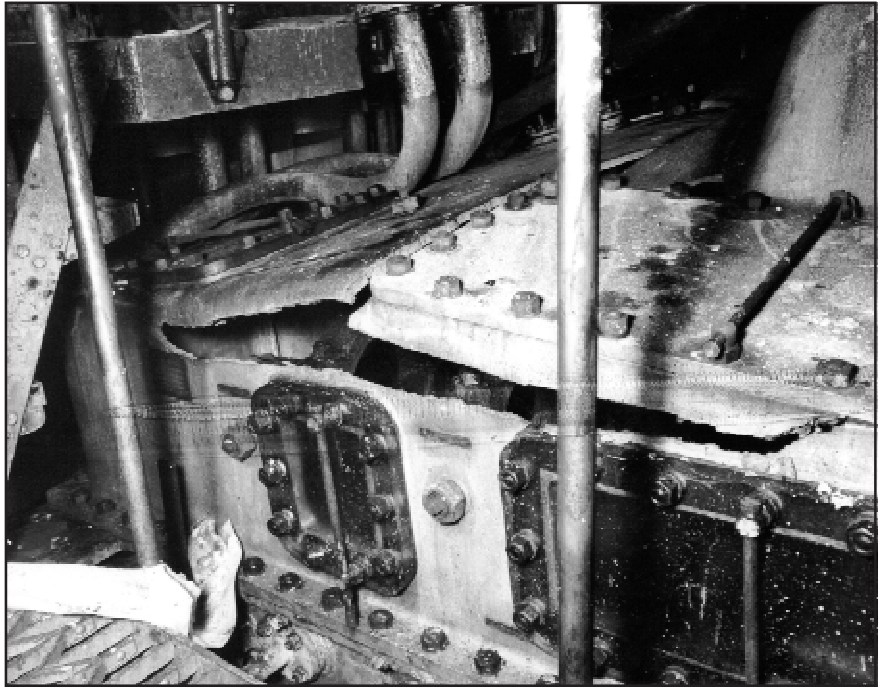
Le processus de combustion s'accrut de façon extrêmement rapide dans la boîte d'engrenage tribord, produisant des gaz à haute pression qui furent évacués par l'évent de la boîte d'engrenage juste avant que le boîtier ne se brise. C'est ce phénomène qui explique le son d'orgue rapporté par les marins se trouvant à la cafétéria. La rupture du boîtier en aluminium qui s'ensuivit produisit le bruit de chalumeau entendu par les ingénieurs de quart et c'est à ce moment-là que l'ensemble du boîtier vola en éclats (Fig. 3).

Don Nicholson, expert en engrenages au QGDN<sup>3</sup>, calcula plus tard que les pertes dues au frottement occasionnées par la défaillance d'un pignon de palier de butée à pleine vitesse pouvaient atteindre 6 mégawatt (plus de 8000 CV). Si jamais le palier de butée du pignon tribord du *Kootenay* était tombé en panne plus tôt, alors que l'appel de puissance était moins élevé, le navire n'aurait jamais pu atteindre sa pleine vitesse de marche et la perte d'énergie due à la friction n'aurait pu générer une chaleur suffisante pour enflammer l'huile. Le boîtier explosa parce que la défaillance se produisit lorsque le navire marchait déjà à pleine vitesse.

## D'autres incidents similaires

Les leçons furent vite tirées du désastre d'octobre 1969. Toutes les boîtes d'engrenage furent inspectées et équipées de détecteurs de chaleur de palier thermocouple dès le mois de décembre de la même année, et pourtant, en juin 1971, soit à peine 19 mois après l'explosion à bord du *Kootenay*, le *Skeena*, le *Chaudière* et le *Gatineau* subirent des défaillances graves de leurs boîtes d'engrenage à moins de dix jours d'intervalle les uns des autres. Un incendie se déclara même dans la boîte d'engrenage de deux des bâtiments.

On avait à nouveau frôlé le désastre, et le commandant de la marine émit un communiqué rédigé dans des termes inhabituellement forts : « Je crois que nous avons atteint le point où notre crédibilité technique a été gravement remise en question par ces événements. Nous avons aussi dépassé le point où des messages du genre « tout va très bien,



**Fig. 3. La violence de l'explosion qui s'est produite à l'intérieur de la boîte d'engrenage du *Kootenay* a fracturé le boîtier d'engrenage en aluminium. On utilise désormais des couvercles en acier et non plus en aluminium pour les couvercles des boîtes d'engrenage modernes.**

nous contrôlons la situation » peuvent suffire ». Une commission d'enquête fut immédiatement établie.<sup>4,5</sup>

Les enquêteurs découvrirent qu'un palier du *Skeena* sur la roue d'engrenage principale extérieure bâbord avait été mal installé. Les pièces supérieures et inférieures avaient été interverties, empêchant ainsi l'approvisionnement en huile de la surface du palier. Le thermocouple nouvellement installé n'était pas contrôlé. L'inflammation de l'huile produisit une faible mise en pression de la boîte d'engrenage, entraînant la sortie d'un peu de fumée noire à travers l'évent du boîtier.

Le *Gatineau* connut un problème d'assemblage similaire. Lorsqu'un millivoltmètre fut branché pour contrôler le palier durant les phases d'essai à pleine puissance après carénage, il détecta une température anormalement élevée, sans que l'huile ne s'enflamme pour autant.

Un jour seulement avant l'incident survenu sur le *Gatineau*, le *Chaudière* signala que sa boîte d'engrenage bâbord s'était enflammée lors de la deuxième journée des essais. Le problème était tout à fait différent cette fois-ci. La contamina-

tion de l'huile de lubrification par des particules de zinc provenant de boîtes filtrantes à huile en aval des filtres avait entraîné une défaillance du palier de butée du pignon principal. Le système de détection temporaire avait montré des températures plus élevées que la normale, mais comme les indicateurs de vibration paraissaient normaux, les essais n'avaient pas été interrompus. Il fallut attendre qu'un adjoint de l'ingénieur principal fasse preuve de plus de ténacité et observe une flamme d'huile brûlante dans le boîtier pour que la vitesse soit réduite. Le détecteur de vibration s'avéra plus tard être défectueux.

Comment se fait-il que les boîtes d'engrenage soient à nouveau défectueuses ?

## Un problème d'assurance de la qualité

La commission d'inspection montra que le problème principal se situait au niveau de la surveillance et de l'inspection des machines, en plus d'un personnel d'encadrement qui voulait trop faire, trop vite. Au moment où les boîtes d'engrenage du *Gatineau* avaient été inspectées et où on avait installé les thermocouples, deux autres navires étaient aussi appareillés. Un calendrier serré combiné à des



**Des incidents liés aux boîtes d'engrenage sont survenus sur quatre autres destroyers d'escorte dans les deux ans qui ont suivi l'explosion du *Kootenay* en 1969 ; ces incidents montrent l'importance de veiller, encore aujourd'hui, aux moindres détails en matière d'entretien des machines, et d'exercer sur ces dernières une vigilance constante. (Photo —NCSM *Fraser*.)**

ressources limitées en termes d'expertise aboutit à une situation où l'installation de certains paliers ne fut vérifiée que par les appareilleurs eux-mêmes et non par le chef d'équipe ou le chef de groupe de l'atelier (qui étaient théoriquement responsables du projet mais étaient en réalité trop occupés sur d'autres tâches) et par l'inspecteur en charge des engrenages. Lors du travail effectué sur le *Skeena* par exemple, le calendrier de l'entrepreneur chargé des travaux exigeait que celui-ci procède aux inspections et équipement des boîtes d'engrenage en deux quarts de travail. L'inspecteur en charge des engrenages aurait dû travailler seize heures par jour, sept jours par semaine pendant trois semaines pour respecter la date limite de fin de carénage stipulée par le contrat. La situation était intenable.

Les systèmes de contrôle des machines en 1969 consistaient principalement en des mesures de température, de pression et de vitesse déterminées directement à partir des équipements mesurés, ce qui supposait un contact physique avec les machines, d'être à l'écoute des sons inhabituels pouvant se produire, d'éprouver à la main les températures et

vibrations. Même si l'utilisation de thermocouples thermosensibles pour contrôler les paliers n'était pas chose nouvelle, les boîtes d'engrenage du *Kootenay* n'avaient pas été équipées avec ces appareils pourtant simples. Des questions budgétaires avaient fait que la proposition faite en 1958 d'équiper de thermocouples et de systèmes de contrôle pour paliers tous les bâtiments de classe *Saint-Laurent* et *Restigouche* ne fut suivie que pour les deux premiers navires, munis d'un équipement acquis à des fins d'évaluation. Au contraire, les nouveaux navires de classe *Mackenzie* furent tous équipés de systèmes de contrôle d'engrenage à 40 points.<sup>1,2</sup>

Peu de temps après la catastrophe, la marine prit la décision de contrôler les températures de palier à l'aide de thermocouples, et certains navires en furent effectivement équipés dès la fin 1969. Malheureusement, un pupitre de contrôle du thermocouple permettant d'indiquer les problèmes rencontrés et de donner l'alarme ne fut pas disponible avant encore trois autres années. L'appareil de mesure à 40 points installé sur les navires de classe *Mackenzie* n'était plus produit et les seuls systèmes disponibles

dans le commerce étaient des détecteurs de température à résistance. La décision ayant été prise d'utiliser des thermocouples, un nouveau système de surveillance dut être conçu et fabriqué – un processus qui ne fut achevé qu'en 1972. En attendant, les navires utilisèrent plusieurs systèmes alternatifs combinés, certains contrôlant par exemple à intervalles réguliers la température de six paliers uniquement (les autres paliers étant seulement contrôlés durant les phases d'essais).

Les thermocouples jouèrent un rôle majeur dans une autre défaillance du palier de butée, cette fois à bord du NCSM *Fraser*, un an après l'explosion survenue sur le *Kootenay*. Des thermocouples avaient été installés sur le *Fraser* et d'autres bateaux au moment de l'inspection des boîtes d'engrenage en décembre 1969. Malheureusement, certains d'entre eux n'avaient pas été correctement installés. La défaillance inévitable du palier de butée du *Fraser* en octobre 1970 ne fut pas détectée parce que le thermocouple à bain d'huile installé dans le boîtier du palier de butée du pignon principal ne trempait pas dans l'huile comme sa conception l'exigeait, ce qui fait qu'il ne pouvait tout simplement pas en indiquer la température.

## Autres conclusions

La commission d'enquête détermina également que les détails de l'explosion survenue à bord du *Kootenay* n'avaient pas été communiqués à l'ensemble de la flotte de façon appropriée. La catastrophe apparaissait encore comme une sorte de mystère pour la plupart des équipages qui avaient seulement entendu des rumeurs sur des « sons d'orgue » et une « boule de feu », avec très peu d'informations sur les causes réelles de l'explosion. Ce manque d'information peut notamment expliquer le retard mis à réagir par l'équipage du *Chaudière* lorsque des températures élevées furent détectées dans une de leurs boîtes d'engrenage. La flotte de la côte Ouest s'était quant à elle davantage focalisée sur la ventilation des boîtes d'engrenage que sur le système de détection de la température – contrairement aux conclusions du quartier général, ce qui eut aussi très certainement une influence sur la réaction de l'équipage confronté à cet incident.

Le ministère de la Défense britannique mit en place un groupe de travail sur les explosions de boîtes d'engrenage en juillet 1970, principalement du fait de l'accident du *Kootenay*. Le groupe étudia le comportement des atmosphères contenues dans les boîtes d'engrenage et en conclut dans leur rapport qu'« en conditions de fonctionnement normal, le brouillard d'huile était trop mince pour pouvoir s'enflammer. Il est en effet continuellement éliminé par l'effet de lavement du jet d'huile relativement grossier qui coule et par les éclaboussures survenant dans une boîte d'engrenage en marche. »

Le rapport signala également qu'il faudrait que des températures exceptionnellement élevées se produisent pour que cet effet soit neutralisé et que la ventilation n'était pas en cause dans l'accident survenu. C'est pourtant celle-ci que l'on accuse encore souvent pour expliquer les cas d'explosion de boîte d'engrenage, même de nos jours.

Le dernier point important abordé par la commission d'enquête canadienne portait sur le degré d'expérience et d'expertise des unités de génie naval de la flotte. La commission nota que l'expérience en mer des ingénieurs et même des mécaniciens en chef devenait de plus en plus limitée. Aussi difficile à imaginer que cela puisse paraître aujourd'hui, les ingénieurs avaient même des quarts en passerelle à effectuer en plus de leurs tâches d'ingénieurs à cette époque.

### Les leçons à tirer pour aujourd'hui

Les boîtiers d'engrenage modernes incorporent de nombreux enseignements tirés de l'explosion du *Kootenay*. La conception des paliers lisses intègre désormais des doigts de positionnement situés à des endroits précis qui empêchent de les monter incorrectement, et chaque palier est contrôlé individuellement par des détecteurs de température à résistance ou des thermocouples connectés au système de contrôle. En outre, l'utilisation de roues hélicoïdales doubles a pratiquement éliminé les charges



NCSM Chaudière

axiales générées par l'engrenage et le besoin en paliers de butée soumis à des contraintes élevées. Les couvercles des boîtes d'engrenage sont par ailleurs désormais réalisés en acier plutôt qu'en aluminium.

Beaucoup de choses ont changé depuis 1969, les essais à pleine puissance font désormais partie d'une routine un peu ennuyeuse, et vus du confort et de la sécurité relatifs d'une salle des machines entièrement instrumentée, ils n'ont plus rien de particulier. Dans une frégate moderne, la moindre élévation anormale de température d'un palier est aussitôt détectée, des signaux visuels et auditifs alertent l'ingénieur de quart du problème et la vitesse peut être immédiatement réduite. Tout semble sous contrôle, mais les mêmes risques demeurent. Les problèmes complexes d'assurance de la qualité, l'entraînement du personnel et la précision technique auxquels la marine dut faire face après l'accident du *Kootenay*, tout cela demande encore de nos jours une vigilance constante afin de veiller à ce que l'histoire ne se répète pas une nouvelle fois.

Les germes d'une catastrophe majeure étaient déjà présents dans le *Kootenay* et dans d'autres navires bien avant que l'accident ne se produise, mais il n'y avait pratiquement aucun

moyen de les détecter. Si la boîte d'engrenage n'avait pas explosé sur le *Kootenay*, elle l'aurait fait sur un autre navire. Le coût en vies humaines fut terrible mais les enseignements tirés de la tragédie du *Kootenay* lors de ces quarante dernières années ont sans aucun doute contribué à sauver d'innombrables vies de membres d'équipage sur toutes les flottes du monde.



### Références :

1. Rapport de la Commission d'enquête – NCSM *Kootenay*, 7 novembre 1969
2. Rapport de l'équipe d'enquêteurs du QGDN – NCSM *Kootenay*, 4 décembre 1969
3. D.K. Nicholson, "The *Kootenay* Gearbox Explosion," The Institute of Marine Engineers, 1981 (R-23-050-001/AB-001).
4. Commission d'enquête – *Chaudière/Gatineau*, 2 juillet 1971.
5. DDE/DDH main gearing problems – rapport du groupe d'enquête technique, 16 juillet 1971
6. Rapport final sur l'enquête menée par le groupe de travail du ministère de la Défense britannique sur l'explosion de la boîte d'engrenage (juillet 1970 – décembre 1978).

### Remerciements :

Je souhaiterais ici vivement remercier **Stephen Dauphinee** qui m'a aidé à revoir cet article avant de le publier. M. Dauphinee est ingénieur des systèmes de marine à l'Installation de maintenance de la flotte *Cape Scott* à Halifax; il a travaillé auparavant pour Don Nicholson, expert en boîtes d'engrenages, à la Direction du génie électrique de marine à Ottawa, de 1982 à 1988.

*Claude Tremblay est ingénieur en systèmes de transmission à la division Propulsion principale de la Direction du soutien aux navires à Ottawa.*

# Nouvel appareil respiratoire autonome (Dräger) pour la Marine canadienne

Depuis cinquante ans, l'appareil respiratoire à oxygène chimique Chemox® est le principal système respiratoire de la Marine canadienne utilisé durant les opérations de lutte contre les incendies. Après plusieurs années, le Chemox ne peut plus être maintenu en service. Il donne la place à un appareil à la fine pointe de la technologie : l'ARA Dräger.

Texte : le capf Marc Batsford  
Photos courtoisie EGNFC

**D**urant les guerres mondiales, les marins étaient envoyés pour lutter contre les incendies avec un seul vêtement de combat rudimentaire anti-flammèche et plusieurs couches de vêtements. Après avoir été trempés d'eau pour les protéger contre la chaleur et les flammèches, les marins s'avançaient vers l'incendie avec des tuyaux pour repousser les flammes, la fumée et la chaleur. Selon une technique encore enseignée par la division du contrôle des avaries de la Marine dans les années 80, les pompiers modestement équipés pouvaient trouver de l'air salubre près du jet d'eau sortant des lances de boyaux.

Le premier appareil respiratoire formel de la Marine, l'appareil respiratoire Chemox, a été introduit au début des années 50. Le système a été conçu et fabriqué en 1947 par la *Mine Safety Appliances Company* à Pittsburgh, Pennsylvanie, principalement pour soutenir les opérations de sauvetage minier aux États-Unis et au Canada. Le Chemox original a été soumis à de nombreuses modifications et améliorations avant d'être mis sur le marché comme équipement de lutte contre les incendies pour la Marine américaine, puis la MRC.

L'appareil respiratoire Chemox est un appareil respiratoire à circuit fermé porté sur la poitrine et qui utilise une boîte filtrante jetable remplie de superoxyde de potassium ( $KO_2$ ). L'humidité et le dioxyde de carbone provenant de la respiration de l'utilisateur réagit avec le superoxyde de potassium pour produire de l'oxygène. L'utilisateur respire de l'oxygène et relâche davantage d'humidité et de dioxyde de carbone dans le circuit fermé du Chemox jusqu'à épuisement du superoxyde de potassium.



**L'ARA Dräger est une unité autonome qui comprend une bouteille rechargeable portée sur le dos, des détenteurs à la demande haute et basse pression, un masque avec visualisation tête haute et un harnais. La bouteille est étalonnée à 4 500 lb/po2 (300 bars) et peu durer 60 minutes.**

Au cours de sa durée de vie dans la marine, l'appareil Chemox a été modifié. En effet, les pièces faciales ont été améliorées, la méthode d'insertion de la boîte (vissable) a été changée (à arc) et on a ajouté une chandelle génératrice d'oxygène à activation rapide par chlorate de sodium.

## Besoin de changement

Le besoin d'un nouvel appareil respiratoire pour la lutte contre les incendies s'est fait sentir lorsqu'on a rencontré des problèmes avec les chandelles à activation rapide dans les boîtes filtrantes du Chemox. Lorsqu'elle est allumée, cette chandelle est sensée fournir de l'oxygène grâce à l'humidité produite par la respiration de l'utilisateur, laquelle dé-

clenche une réaction chimique avec le superoxyde de potassium. Dès 1999, les utilisateurs se sont mis à sentir beaucoup de chaleur, les flammèches et le feu lorsque les chandelles étaient allumées. Après des demandes de rectifications infructueuses répétées auprès du fabricant, la marine a décidé de trouver un nouvel appareil respiratoire. En attendant, des boîtes filtrantes pour le Chemox non munies de chandelles à activation rapide ont été achetées.

Une exigence semblable pour un appareil respiratoire de remplacement avait été émise pour les sous-marins canadiens. Bien que les sous-marins n'utilisent pas le Chemox pour la lutte contre les incendies, leur système, l'appareil respiratoire autonome (ARA) SUBRON, n'était plus soutenable et il fallait trouver un système de remplacement. Afin de maintenir la constance au sein des composants en surface et sous l'eau de la marine, les deux projets de remplacement du Chemox et du SUBRON ont été combinés sous un seul processus d'acquisition.

Après maintes analyses techniques et logistiques et des consultations, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada a attribué un contrat à Dräger Safety Canada en mars 2008 pour la fabrication de 1 571 ARA devant être utilisés à bord des navires, des sous-marins et des navires auxiliaires NCMS. On s'attendait à ce que le contrat, lequel comprend une demande de soutien en matière de maintenance à deux nouveaux centres de réparation OEM installés sur les côtes, soit complètement mis en place d'ici décembre 2009.

## Le nouvel appareil

L'ARA Dräger est une unité autonome qui comprend une bouteille rechar-

geable portée sur le dos, des détendeurs à la demande haute et basse pression (HP/LP), un masque avec visualisation tête haute et un harnais. La bouteille est étalonnée à 4 500 lb/po<sup>2</sup> (300 bars) et peut durer 60 minutes. La visualisation tête haute installée sur le masque offre à l'utilisateur des renseignements sur la quantité d'air restante dans la bouteille (100 %, 75 %, 50 % et 25 %) et une alarme sonore qui s'active lorsqu'il ne reste plus que 25 % d'air dans la bouteille et qu'il faut la changer. Une IPO de la flotte oblige l'utilisateur à quitter les lieux d'une avarie dès qu'il entend l'alarme sonore.

À titre de mesure temporaire, les bouteilles d'air sur les frégates, les destroyers et les AOR seront rechargés à l'aide d'un ou deux compresseurs à diesel qui seront installés sur les ponts exposés. Un compresseur a été installé à chaque extrémité du navire pour offrir un moyen de chargement d'urgence. Les compresseurs temporaires peuvent être branchés au système d'air haute pression du navire pour charger les bouteilles d'air principales dans le cas où les compresseurs du navire subiraient des dommages importants. Lorsque la mise en place du système Dräger sera terminée, les bouteilles seront rechargées à partir des systèmes d'air haute pression installés à bord du navire. Par ailleurs, les compresseurs installés sur les ponts exposés seront utilisés comme système de rechargement d'urgence.

Les plus petits navires de défense côtière de la classe *Kingston* (NDC) transporteront à leur bord un compresseur, tandis que les patrouilleurs de la classe *Orca* rechargeront généralement leurs bouteilles à terre. Les sous-marins continueront d'utiliser leur tableau de chargement des appareils respiratoires actuel qui était installé pour le chargement de l'ancien système SUBRON.

#### **Mise en place du système à bord des navires des classes *Halifax* et *Iroquois***

L'ARA Dräger pour les classes *Halifax* et *Iroquois* sera mis en place en trois phases :

**La phase un**, laquelle est terminée, comprenait l'installation de 29 nouveaux ARA, de 25 bouteilles de recharge et de deux compresseurs diesel sur chaque navire pour recharger les bouteilles. Les installations de maintenance de la flotte (IMF) monteront les



**La fiabilité et la protection individuelle améliorées promises par l'ARA Dräger accroîtront la confiance des équipages durant les opérations de lutte contre les incendies à bord des navires et des sous-marins canadiens.**

ARA et les bouteilles de recharge à des endroits prédéterminés sur le navire, notamment près des sections. En raison du plan de mise en place progressive, tous les appareils Chemox demeureront à bord jusqu'à ce que la phase deux soit complétée afin d'assurer les opérations. Le système Chemox deviendra ainsi l'appareil de recharge dans les cas où les bouteilles Dräger ne pourront être remplies. Les équipes d'attaque utiliseront soit le nouvel ARA Dräger, soit le Chemox et non une combinaison des deux. L'ARA couramment utilisé par les équipes de sauvetage et incendie des navires, les services aéronautiques et les unités de formation seront également remplacés par l'appareil Dräger.

La mise en place de la phase un comprenait également une séance d'un jour destinée aux membres du cadre initial d'instructeurs pour tous les équipages des navires, et ce, aux divisions de lutte contre les avaries sur les deux côtes. Faire suivre cette formation simultanément à la flotte entière a permis aux centres de formation du Conseil de défense de reprendre leurs programmes de formation normaux avec le moins de perturbation possible et d'établir la formation ARA comme formation principale dès que possible. Entraînement maritime effectuera de mini inspections de l'état de prépara-

tion des navires (IEPN) afin de s'assurer que le nouvel équipement est utilisé correctement et conformément à la doctrine en matière d'organisation sécurité et aux procédures d'exploitation standard. On ne s'attend pas à ce que le nouvel équipement modifie de façon significative les tactiques de lutte contre les avaries marines.

**La phase deux** permettra les modifications nécessaires au système d'air haute pression sur les navires des classes *Halifax* et *Iroquois*. Les postes de ravitaillement seront installés près des sections avant et arrière, du hangar et de la réserve de personnel. Ces postes de ravitaillement augmenteront la pression de l'air à 4 500 lb/po<sup>2</sup> (300 bars) et filtreront l'air conformément à la norme de la CSA Can/CSA Z180 Circuits d'air comprimé. Le programme de protection respiratoire marin a adopté la norme de la CSA.

Une fois que les postes de ravitaillement auront été installés et mis en service, 31 autres ARA seront installés, de sorte qu'on retrouvera 60 ARA à bord du navire. À cette étape du projet, tous les systèmes Chemox et les boîtes filtrantes de recharge seront retournés aux magasins pour leur élimination. Au terme de la phase deux, seul l'ARA Dräger se retrouvera à bord des navires.

**La phase trois** permettra aux employés du navire de se familiariser avec les postes de chargement et offrira à l'entraînement maritime la chance d'effectuer l'inspection de l'état de préparation finale du système entier. De cette façon, le nouveau système et le nouvel équipement seront bien maîtrisés.

### Navires de la classe *Kingston*

Les 12 navires de défense côtière de la classe *Kingston* seront munis d'un compresseur diesel, de 13 ARA et de 26 bouteilles de recharge. Il ne sera pas nécessaire d'effectuer une installation progressive car il y a peu d'ARA. En raison des changements d'équipage fréquents sur ces navires, tous les équipages des navires de la classe *Kingston* seront formés en même temps afin d'assurer que tous et toutes reçoivent la formation adéquate sur l'ARA Dräger et le compresseur. De plus, puisqu'un sous-traitant indépendant (SNC Lavalin) effectuera les travaux d'installation, il n'y aura pas d'impact sur les ressources des IMF.

### Navires de la classe *Victoria*

Les sous-marins de la classe *Victoria* seront munis initialement d'un système Dräger pour remplacer chacun des huit ARA SUBRON. La version de l'ARA Dräger pour le sous-marin est légèrement différente des ARA de la flotte de surface car elle est installée avec deux masques reliés aux mêmes ARA. L'installation du CANAVMOD sur les navires de la classe *Victoria* comprendra également le remplacement des tuyaux de chargement des bouteilles et les tuyaux d'extension de 50 pieds par des tuyaux de

même longueur mais qui seront compatibles avec les raccords à branchement rapide Dräger. Lorsque l'installation sera terminée, les masques du système respiratoire d'urgence (SRU), les raccords et les tuyaux seront remplacés par des masques Dräger et des raccords et des tuyaux compatibles à ce dernier. Ces modifications signifient que le même masque peut être utilisé avec une multitude de combinaisons de tuyaux et de concert avec le rail SRU ou l'ARA. Cette interopérabilité améliorera la capacité de lutte contre les incendies à bord du navire.

### Navires de la classe *Protecteur*

Les navires des classes *Protecteur* et *Preserver* seront munis de deux grands postes de chargement d'air électriques semblables à ceux utilisés aux divisions du contrôle des avaries. Les deux AOR seront chacun munis de 77 ARA, de 77 bouteilles de recharge et de deux compresseurs diesel de secours.

### Navires de la classe *Orca*

Les huit navires de la classe *Orca*, les derniers arrivés, seront bientôt chacun munis de quatre ARA. Tel que mentionné, les navires de la classe *Orca* ne seront pas munis d'un compresseur spécialisé.

### Conclusion

La mise hors service des appareils respiratoires de pompiers Chemox et SUBRON permet d'introduire un appareil respiratoire autonome à la fine pointe de la technologie au sein de la marine canadienne. La fiabilité et la protection individuelle améliorées promises par cet équipement accroîtront la confiance des équipages durant les opérations de lutte contre les incen-

dies à bord des navires et des sous-marins. Bien que l'acquisition du nouvel ARA Dräger ait pris beaucoup de temps à se concrétiser, ce nouvel équipement est le meilleur et le plus sécuritaire des équipements disponibles pour remplacer les appareils respiratoires actuels utilisés par la marine canadienne dans leurs opérations de lutte contre les incendies.



*Le capitaine de frégate Batsford est l'ancien chef de section du DSN 4 pour les systèmes auxiliaires et de limitation des avaries de la marine à Ottawa.*

### Remerciements

Nous tenons à remercier l'aide précieuse de **David Sankey**, gestionnaire de projet pour le remplacement du Chemox de DSN 4-2-9 et gestionnaire du cycle de vie du matériel pour les systèmes d'air comprimé (surface). Nous aimerions remercier également la **Division du contrôle des avaries Kootenay de l'EGNFC** à Halifax pour les photographies.

## Les objectifs de la *Revue du Génie maritime*

- promouvoir le professionnalisme chez les ingénieurs et les techniciens du génie maritime.
- offrir une tribune où l'on peut traiter de questions d'intérêt pour la collectivité du génie maritime, même si elles sont controversées.

- présenter des articles d'ordre pratique sur des questions de génie maritime.
- présenter des articles retraçant l'historique des programmes actuels et des situations et événements d'actualité.

- annoncer les programmes touchant le personnel du génie maritime.
- publier des nouvelles sur le personnel qui n'ont pas paru dans les publications officielles.



# Critique de livres

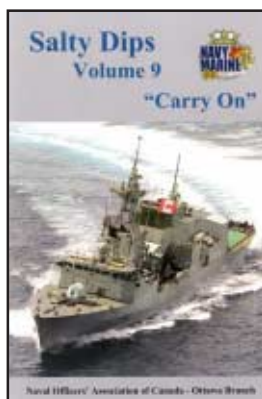
## Volume 9 de Salty Dips intitulé « Carry On »

Compte rendu de Bridget Madill

Volume 9 de Salty Dips intitulé « Carry On »  
L'association des officiers de marine du Canada, Branche d'Ottawa © 2008  
ISBN 978-0-9691342-9-9 (couv. souple)  
ISBN 978-0-9784862-1-1 (couv. dure)  
393 pages, illustré, index  
\$15.00 couv. souple, \$25.00 couv. dure

Le neuvième volume dans la série Salty Dips intitulé « Carry On » continue la tradition de recueillir les témoignages de marins canadiens afin de relater l'histoire de la marine canadienne. L'édition se concentre sur les années suivant la guerre de Corée et comporte des récits traitant de mission de maintien de la paix, d'opérations humanitaires, de sorties d'essais de navires et de guerres modernes. Les 31 récits ont lieu dans des régions comme l'Afrique, l'Asie, le Viet-Nam et le Moyen-Orient.

Le livre comporte deux prologues. Le premier, intitulé « le service négligé, » décrit la Marine royale canadienne avant la Seconde Guerre mondiale; le second, « Unification, » est une franche discussion sur l'intégration des Forces canadiennes dans les années 1960. Là où l'espace le permet, des poèmes nautiques apparaissent entre les récits, et on retrouve à la fin du livre un résumé des huit volumes précédents de la série Salty Dips.



Les récits sont tous tirés de conversations avec des anciens marins (« old salts »), ce qui explique le nom de la série. Les conversations ont été enregistrées, retranscrites et révisées par des bénévoles provenant de l'association des officiers de marine du Canada (branche d'Ottawa), et reflète les souvenirs personnels des marins interviewés. Racontées à la première personne, les histoires sont très variées et dégagent une chaleureuse intimité, que ce soit l'anecdote amusante de Whit Armstrong intitulé « L'incident du fromage bleu », ou le récit captivant du second maître chauffeur Hank Porter inspiré d'un carnet de bord datant de 1944 et intitulé « Un destroyer dans la baie de Biscay ».

« Carry On » est bien illustré et comporte près de 200 photographes, cartes et graphiques. Le livre peut être lu par un public assez vaste. En général, les inévitables acronymes sont bien expliqués, et les nombreuses notes en bas de page permettent de placer les récits dans leur contexte sans interrompre le flot des récits.

L'association des officiers de marine du Canada a débuté son projet d'histoire orale Salty Dips en 1979, et les neuf volumes de la série racontent l'histoire de la marine canadienne d'une façon intensément personnelle, colorée et vivante. Le volume 9 de Salty Dips intitulé « Carry On » est disponible auprès de la branche d'Ottawa de l'association des officiers de marine du Canada et par courrier à NOAC Salty Dips, PO Box 505 Station B, Ottawa, ON, K1P 5P6.

Vous trouverez plus de renseignements sur la branche d'Ottawa de l'association des officiers de marine du Canada et la série des Salty Dips en ligne à [www.noac.ottawa.on.ca](http://www.noac.ottawa.on.ca)



Bridget Madill est corédacteur de la Revue du Génie maritime.

### Directives à l'intention des critiques littéraires

La Revue du Génie maritime est constamment à l'affût de critiques positives et dynamiques portant sur des ouvrages et des documents nautiques / maritimes récemment publiés que vous recommanderiez à d'autres lecteurs.

Les évaluations ne doivent pas dépasser 250 mots et doivent inclure ce qui suit :

- le sujet abordé
- l'auteur a-t-il bien cerné le sujet ; avez-vous relevé des points négatifs

- ce que vous avez aimé le plus (le sujet principal de votre évaluation)
- les images sont-elles pertinentes
- certains groupes pourraient-ils démontrer un intérêt particulier envers le sujet

Veillez inclure les renseignements suivants accompagnant votre évaluation :

- Titre
- Auteur
- Éditeur
- Date de publication

- ISBN
- Nombre de page
- N'oubliez pas de mentionner si l'ouvrage contient des photos, des images, un glossaire, des références bibliographiques ou un index
- Faites-nous parvenir une image haute résolution du couvre-livre si possible.

Les critiques doivent s'exprimer librement, et dans leurs propres mots.

# Bulletin d'information

## *Gagnants et finalistes des récompenses pour les officiers techniques de la marine*



**Ltv Steve Parker, Itv Mike Noel, ens1 Ed MacKenzie, Itv Mathew Webb, Itv Patrick Larose, ens1 Michael Bathurst, Itv Sarah Roberge, Itv Jeffery Vanderploeg, Itv Denise Dickson, ens1 Chris Lien, Itv Max Dion, Itv Matt Cleary, Itv Chris Vandenhoven (Photo : Cpl Robert Leblanc, Services d'imagerie de la formation, Halifax)**

## *Mention élogieuse du Commandement maritime*



**L**e directeur de la production **Brian McCullough** a reçu une mention élogieuse du Commandement maritime en raison de « de sa contribution remarquable au sein de la communauté technique de la Marine grâce au dévouement dont il fait preuve dans le cadre de la gestion et de la production de la *Revue du Génie maritime* ». Cette mention élogieuse lui est décernée en reconnaissance des services exceptionnels qu'il a rendus au Commandement maritime. M. McCullough, qui compte bon nombre d'années de service, a commencé à travailler à temps plein à la *Revue* en 1985 alors qu'il se trouvait en service de classe C et il produit depuis 1994, en vertu d'un contrat civil, la publication technique de la Branche par l'intermédiaire de son entreprise, Brightstar Communications.

**Le cmdre R.W. Greenwood (DGGPEM), le Itv Patrick Fortin (chargé de projet pour la Revue) et le capc Mike Wood (CEM GPEM) étaient sur place pour offrir leur appui. Le Itv Mark McKiel, ancien chargé de projet pour la Revue, était absent.**

# Récompenses 2008 : Officiers techniques de la marine

*Photographes par le cpl Robert Leblanc, Services d'imagerie de la formation Halifax*

Les récompenses pour les officiers techniques de la marine sont présentées annuellement afin de souligner les réalisations de nos meilleurs officiers techniques maritimes débutants qui visent l'excellence en matière de génie et de leadership. Peu importe quel candidat est choisi récipiendaire d'une récompense, il est un accomplissement important même d'être considéré. Les récompenses de 2008 ont été présentées lors du dîner régimentaire des officiers techniques maritimes le 26 mars 2009 au carré des officiers à BFC Halifax.

## *Récompense de l'association des officiers de Marine du Canada (NOAC)*



La récompense du NOAC est présentée à chaque année au candidat ayant atteint la meilleure performance académique et ayant démontré qu'il possédait les meilleures qualités digne d'un officier dans le cadre du cours d'indoctination de génie naval. Le ltv Andrew Sargeant a accepté la plaque médaille et le livre « *The Ships of Canada's Naval Forces 1910-1985* » du cmdre (ret.) Mike Cooper, du NOAC, au nom du **aspm Jay Murray** qui a été absent pour cause de maladie.

## *Récompense de la marine mexicaine*



La récompense de la marine mexicaine est présentée annuellement au candidat ayant atteint la meilleure performance académique sur le cours de NCS Eng Applications. Le capitaine Hector Capetillo, l'attaché naval mexicain, a présenté la plaque et l'épée de la marine mexicaine au **ens1 Chris Lien**.

## *Récompense L-3 MAPPS en mémoire de ltv Saunders*



La récompense L-3 MAPPS en mémoire de ltv Chris Saunders est présentée annuellement au candidat ayant réalisé la meilleure performance académique sur le cours de MS Eng Applications. Mme Gwen Manderville (Saunders) et ses enfants Ben et Luke et Mme Wendy Allerton du L-3 MAPPS ont présentée la plaque et le « *Modern Marine Engineer's Manual* » au **ltv Chris Vandenhoven**.

## *Récompense MacDonald Dettwiler*



La récompense MacDonald Dettwiler est présentée annuellement au meilleur officier technique maritime qui a atteint la qualification de chef de département. **M** Simon Jacques de MacDonald Dettwiler a présenté la plaque et l'épée navale au **ltv Patrick Larose**.

## *Récompense Weir Canada*



La récompense Weir Canada est présentée annuellement au meilleur candidat (Phase VI) ayant obtenu la qualification MS Eng. **M** Serge Lamirande du Weir Canada Inc., a présenté la plaque et épée navale au **ltv Denise Dickson**.

## *Récompense Lockheed Martin Canada*



La récompense Lockheed Martin est présentée annuellement au meilleur candidat (Phase VI) ayant obtenu la qualification NCS Eng. Le ltv Terry Moore a accepté la plaque et l'épée navale de **M** Steve Marsden, de Lockheed Martin Canada, au nom du **ens1 Byron Ross** qui a été absent pour cause de son déploiement à bord NCSM *Winnipeg*.

**Un** photo des gagnants et finalistes apparaît dans la section « *Bulletin* » de cette édition de la *Revue du Génie maritime*.



# Nouvelles

L'ASSOCIATION DE L'HISTOIRE TECHNIQUE DE LA MARINE CANADIENNE

## Nouvelle avenue pour l'AHTMC et la BIDMC

Après avoir passé 14 ans à la tête de l'Association de l'histoire technique de la Marine canadienne, Mike Saker tire sa révérence en tant que président. Il cède sa place au membre



**Mike Saker, qui démissionne de son poste de président de l'AHTMC**

cofondateur Pat Barnhouse et déménagera à Mahone Bay, en Nouvelle-Écosse. La décision de Mike a donné l'occasion de revoir les mandats de l'Association et son principal sous-comité chargé du projet de la Base industrielle de défense maritime du Canada (BIDMC), qui porte sur l'étude des liens qui existent entre la technologie de la Marine et la base industrielle

du Canada. Ces dernières années, la distinction entre les deux entités est en effet devenue de plus en plus floue alors que davantage de ressources étaient consacrées au sous-comité chargé de la BIDMC.

Lors de leur réunion du 6 novembre, les représentants de l'Association et les responsables du projet de la BIDMC ont convenu que l'organisation composée totalement de bénévoles devait être restructurée pour permettre au sous-comité chargé de la BIDMC d'élargir la portée de son travail afin d'atteindre les objectifs globaux de l'Association sous la direction du nouveau président. Le projet de la BIDMC continuera d'être dirigé par Tony Thatcher, récemment nommé directeur exécutif de l'Association. Le sous-comité chargé de la BIDMC poursuivra donc son travail comme à l'habitude, mais il a été reconfiguré en tant que groupe de travail de l'Association.



*Nouvelles de l'AHTMC* Établie en 1997

**Président de l'AHTMC**  
Pat Barnhouse

**Directeur exécutif de l'AHTMC et Président du comité CANDIB**  
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 (Ont.)

*Nouvelles de l'AHTMC* est le bulletin non officiel de l'Association de l'histoire technique de la marine canadienne. Prière d'adresser tout 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; Télécopieur : (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.

cntha.ca



**Pat Barnhouse (à gauche), qui prend la relève à titre de président de l'Association, tandis que Tony Thatcher continue de diriger le projet de la BIDMC en tant que directeur exécutif de l'Association.**

## Retour en arrière sur le FHE-400

Texte : Rolfe Monteith

Bien des choses ont été écrites au sujet du projet d'hydroptère que le Canada a entrepris dans les années 60. Bien que les médias aient considéré ce projet comme un autre désastre du ministère de la Défense nationale en raison de l'augmentation marquée de son coût et des retards occasionnés, dans le milieu de la Marine, ce projet était devenu le centre de l'attention en partie pour une tout autre raison. En effet, si les essais en mer du FHE-400 prouvaient que l'utilisation de nombreux hydroptères relativement peu coûteux pouvait contrer les menaces posées par les sous-marins nucléaires russes, cela pouvait poser un dilemme à ceux qui proposaient plutôt à cette fin l'emploi de gros navires de haute mer.

Mis à part le fait que le projet visait au départ à démontrer la navigabilité d'un hydroptère de 200 tonnes (d'un coût estimé à 10,1 millions de dollars) et qu'il s'est transformé en projet de système d'arme anti-sous-marin complet d'une valeur d'environ 51 millions de dollars avant d'être mis en veilleuse, il importe de retenir les effets positifs qu'il a eus. En effet, il n'a pas été suffisamment fait mention des nombreux avantages que ce projet a procurés à la Marine en termes de nouvelles méthodes de conception et d'acquisition, de nouveaux systèmes d'arme et de nouvelle infrastructure qui n'auraient peut-être pas vu le jour autrement.



**FHE-400 Bras d'Or — déjaugé !**  
(Photo de l'MDN)

De fait, la procédure employée pour l'acquisition de l'hydroptère FHE-400 *Bras d'Or* était radicalement nouvelle pour la Marine. Auparavant, les acquisitions des navires militaires se fondaient sur une spécification détaillée des navires et de leurs systèmes avec une supervision rigoureuse. Dans le cas de l'hydroptère, le contrat avait été accordé à un entrepreneur principal selon un énoncé des besoins et un concept. Cette façon de faire était courante en aéronautique, mais elle confrontait la Marine à une pénible courbe d'apprentissage. Cependant, l'expérience s'est avérée d'une importance inestimable, car cette façon de faire a si bien fonctionné qu'elle a été adoptée avec succès dans le cadre des programmes subséquents de nouvelle construction navale.

Il a été jugé bon de combiner les responsabilités distinctes du ministère de la Défense nationale et celles de la Production de défense sous l'égide d'un petit bureau de projet conjoint où un gestionnaire de projet serait responsable de tous les aspects du programme, y compris du soutien en service. La Marine innovait dans le cadre de ce projet, et des erreurs ont inévitablement été commises en raison du manque d'expérience en la matière. Toutefois, de nombreuses leçons ont été tirées de ces erreurs, et l'expérience s'est de toute évidence avérée bénéfique. Comme dans le cas de la procédure d'acqui-

*(suite à la page prochaine)*

## Disposition de la technologie découlant du projet d'hydroptère

Texte : Pat Barnhouse

**(Le présent extrait est tiré d'un article de l'auteur intitulé *The Canadian Hydrofoil Project* (« Le projet d'hydroptère canadien »), paru en 1985 dans le numéro d'hiver de la *Revue du génie maritime*.)**

Le système informatisé d'information de combat (SIC), de commandement et de contrôle mis au point pour le NCSM *Bras d'Or* nécessitait la formation d'une équipe de programmation navale chez Westinghouse, à Hamilton, en Ontario. Cette équipe spécialisée a plus tard élaboré des programmes informatiques pour le système de commandement et de contrôle (SCC) de données tactiques navales pour les bâtiments de classe DDH-280. Le SCC doit donc en partie son existence au projet de l'hydroptère.

Un sonar à profondeur variable a été conçu et construit pour le FHE-400, la Canadian Westinghouse étant chargée de l'électronique, tandis que la Fleet Industries Ltd. s'occupait de l'équipement de manutention par l'arrière. Les marines italienne et suédoise ont par la suite acheté cette technologie.

La structure de la coque du NCSM *Bras d'Or* a été conçue selon les normes de l'aviation. Grâce à des instruments appropriés montés sur la coque en vue d'essais en mer, on a pu établir avec précision les points forts et les points faibles de cette technologie par rapport aux pratiques classiques de conception des navires appliquées aux hydroptères.

D'autres technologies mises au point pendant le projet de l'hydroptère n'ont pas été appliquées directement dans d'autres secteurs, notamment :

a. l'usage d'acier vieilli thermiquement (un acier extrêmement résistant) dans la structure principale des ailes portantes;

b. la conception révolutionnaire du système de transmission de la

*(suite à la page prochaine)*

puissance des moteurs principaux aux hélices en passant par les supports des ailes portantes;

c. l'usage de matériel électronique et de faisceaux de câblage préformés d'aéronefs; et

d. la conception de la passerelle de l'hydroptère à la façon d'un poste de pilotage d'aéronef.

Respecter l'exigence d'une vitesse de 60 nœuds lorsque le bâtiment était déjàugé a constitué le principal obstacle à l'évolution du navire, d'un bâtiment relativement peu coûteux pouvant être reproduit en grand nombre et à un navire hautement sophistiqué nécessitant des techniques de construction des plus évoluées. De nos jours, dans le domaine des véhicules marins perfectionnés, les attentes relatives à la vitesse maximale sont grandement tempérées par les coûts anticipés et une évaluation attentive des avantages opérationnels connexes.

La réalisation la plus notable du FHE-400 est l'atteinte d'une vitesse de 63 nœuds, ce qui, à l'époque, faisait du *Bras d'Or* le bâtiment de guerre le plus rapide du monde. La démonstration qu'un hydroptère de 200 tonnes pouvait naviguer en pleine mer aussi bien sur sa coque qu'en configuration déjàugée, fut une réalisation encore plus significative.

L'emploi de la technologie des aéronefs dans la construction de l'hydroptère ne présentait pas seulement des avantages. Sans aucun doute permettait-elle une réduction du poids, mais en même temps le navire était moins robuste et plus coûteux. Les coûts d'infrastructure et de soutien étaient bien supérieurs à ceux requis pour des navires de guerres classiques.

L'apport le plus significatif du FHE-400 a sans aucun doute été de permettre au Canada d'établir de solides bases dans le domaine général de la technologie de pointe des véhicules marins.



*Pat Barnhouse est président du conseil d'administration de l'Association de l'histoire technique de la marine canadienne.*

sition, le concept du bureau de projet conjoint a été repris lors de tous les projets subséquents.

Au début de la phase de conception, le principal entrepreneur et les responsables du projet étaient convaincus de la viabilité de l'hydroptère et étant donné l'accroissement des menaces de guerre anti-sous-marine, ils ont proposé d'élargir la portée du projet afin d'inclure un système d'arme. Le Conseil de la Marine a accepté leur proposition, et cette décision a entre autres donné lieu à l'octroi d'un contrat à Westinghouse concernant un système d'information de combat. À la fin du projet, le système d'information de combat a été immédiatement mis à la disposition du projet de destroyer de classe *Tribal* DDH-280.

Une fois qu'il a été convenu de doter l'hydroptère d'un système d'arme, il a également été envisagé que le FHE-400 serait muni d'un sonar à immersion variable remorqué à une vitesse de 45 nœuds. Encore une fois, des fonds ont été octroyés pour la recherche dans le domaine de la guerre anti-sous-marine.

Les responsables du projet d'hydroptère ont reconnu la nécessité d'étudier la question de l'habitabilité en vue d'un équipage de 18 membres et ont donc financé la réalisation d'une vaste recherche à l'Institut de médecine aéronautique à Toronto. Les ré-

sultats de cette recherche ont par la suite été mis à la disposition des projets de navire subséquents.

Bien que le FHE-400 n'ait qu'une seule turbine à gaz, il constituait une première au sein de la Marine et il a permis de réaliser l'entraînement initial en vue des futurs programmes de frégate.

En ce qui concerne le soutien de l'hydroptère, les fonds accordés ont permis de faire l'acquisition d'un élévateur à bateaux Syncrolift avec système de transfert, qui a été installé à l'emplacement de l'arsenal maritime de Halifax, où il s'avère actuellement un atout inestimable pour le soutien des sous-marins.

Finalement, encore aujourd'hui, le FHE-400 *Bras d'Or* détient le record du navire de combat le plus rapide au monde. Je recommande à ceux que cette page d'histoire fascine le livre de John Boileau, *Fastest in the World*, ainsi que la visite du FHE-400 *Bras d'Or* au Musée maritime Bernier, situé à L'Islet, au Québec.



*Rolfe Monteith est un membre fondateur de l'Association de l'histoire technique de la Marine canadienne et il rédige depuis sa résidence située près de Londres, en Angleterre.*



**La Musée maritime du Québec (anciennement la Musée maritime Bernier) a l'est de la Ville de Québec a obtenu la NCSM *Bras d'Or* en 1983. (Photo de la MDN).**