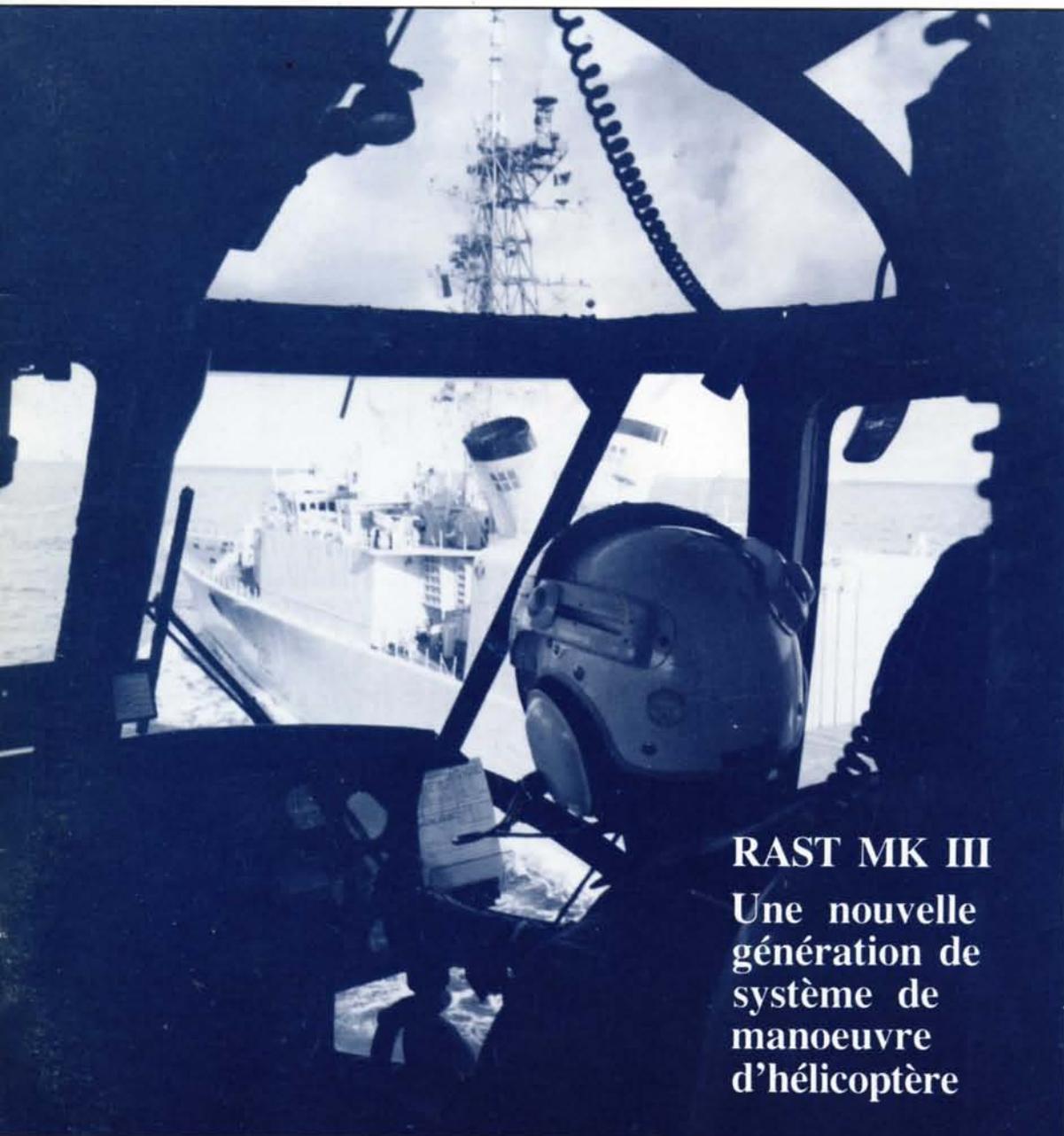
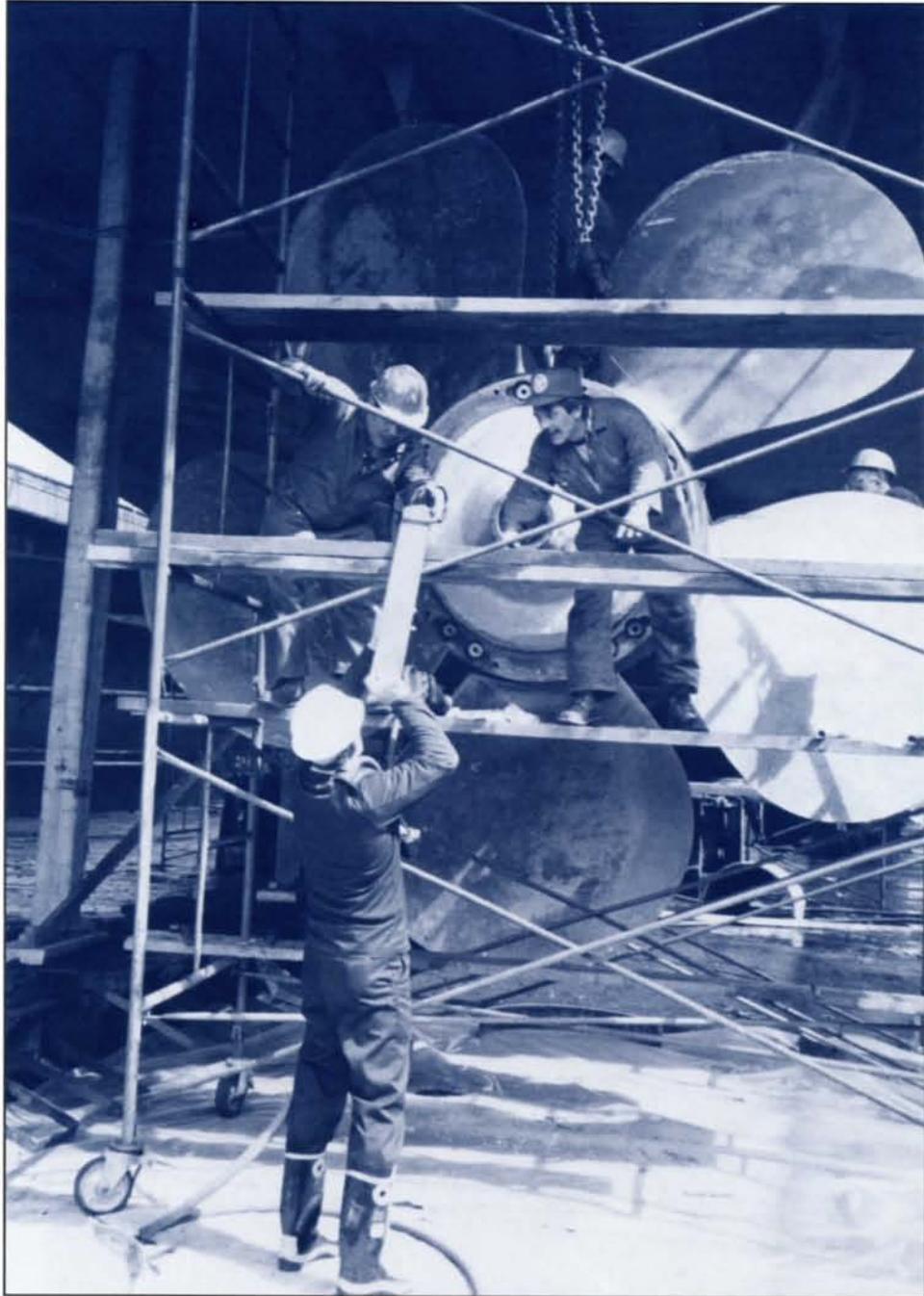


# Revue du Génie maritime

Septembre 1989



**RAST MK III**  
Une nouvelle  
génération de  
système de  
manoeuvre  
d'hélicoptère



Un changement d'hélice pour le *Huron*  
...page 11



# Revue du Génie maritime



Directeur général  
Génie maritime  
et maintenance  
*le commodore W.J. Broughton*

Rédacteur en chef  
*Capt(M) Dent Harrison, DMGE*

Rédacteurs au service technique  
*Cdr Roger Cyr (Systèmes de combat)*  
*Lcdr Rick Bracken (Systèmes de combat)*  
*Lcdr N. Leak (Mécanique navale)*  
*Lcdr Darcy Byrtus (Architecture navale)*  
*Lcdr Cliff Johnston (Architecture navale)*

Directeur de la production  
*Lcdr(R) Brian McCullough*

Graphiques  
*Ivor Pontiroli, DDDS 7-2*

Traitement de textes  
par DMAS/CTM 4M  
*Mme. Terry Brown, Superviseur*

Services de traduction:  
Bureau de la traduction, Secrétariat d'État  
*M. Henri Frickx, Directeur*

## PHOTO COUVERTURE

Vue du cockpit d'un hélicoptère « Sea King » CH-124 se préparant à atterrir sur le pont d'envol du NCSM *Huron*. (Photo des forces canadiennes par Adj. Vic Johnson.)

SEPTEMBRE 1989

## DEPARTEMENTS

Notes de la rédaction .....	2
Lettres .....	3
Chronique du commodore .....	5

## ARTICLES

RAST MK III — Une nouvelle génération de système de manoeuvre d'hélicoptère <i>par Cdr Ron Johnson</i> .....	6
Remplacement de l'hélice du <i>Huron</i> sous l'eau <i>par Lcdr Larry White</i> .....	11
Détermination des critères de réception après révision pour améliorer la fiabilité des moteurs électriques <i>par Italo Giangrande et W.A. Reinhardt</i> .....	15
Incident technique — <i>Une leçon</i> .....	21
Essai de dépose du moteur principal de la FCP <i>par Lt(M) Cliff Wardle</i> .....	22
L'entière responsabilité des systèmes est-ce la solution? <i>par Capt(M) Roger E. Chiasson</i> .....	24
La proposition d'une structure des groupes professionnels adaptée à la Marine des années 90 <i>par Cdr Roger Cyr</i> .....	27

<b>RÉTROSPECTIVE:</b> La cloche du <i>Kapuskasing</i> <i>par Lcdr Brian McCullough</i> .....	29
---	----

<b>BULLETIN D'INFORMATION</b> .....	31
-------------------------------------	----

La Revue du Génie maritime (ISSN 0713-0058) est une publication autorisée et non-officielle des ingénieurs maritimes des Forces canadiennes. Elle est publiée trois fois l'an par le Directeur général du Génie maritime et de la maintenance. 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, DMGE, Quartier général de la Défense nationale, Édifice MGen George R. Pearkes, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0K2. Le rédacteur en chef se réserve le droit de rejeter ou d'éditer tout matériel soumis. Nous ferons tout en notre possible pour vous retourner les photos et les présentations graphiques en bon état. Cependant, la Revue ne peut assumer aucune responsabilité à cet égard. À moins d'avis du contraire, les articles de cette revue peuvent être reproduits tout en tenant compte des mérites de l'auteur et de la Revue.



# Notes de la rédaction

## La cueillette des articles

### *Nos collaborateurs pourraient vous en dire long à ce sujet*

Inlassablement, on nous pose la même question: «Recevez-vous un nombre suffisant d'articles?»

Nous avons constaté que plus souvent qu'autrement les personnes qui s'adressent ainsi à nous songent déjà à écrire un article. En réalité, ce qu'elles veulent savoir c'est si nous sommes prêts à examiner le fruit de leurs efforts: elles sondent le terrain.

Pour répondre brièvement, indiquons que oui, nous faisons en sorte de disposer d'une bonne réserve de textes destinés à la publication et, que oui, nous acceptons toujours de nouveaux articles.

La *Revue du Génie maritime* reçoit un accueil des plus favorables et nous devons compter sur un grand nombre de textes de fond pour assurer sa publication. Non seulement nous devons toujours disposer de textes en nombre suffisant, mais nous devons aussi, quatre ou cinq mois à l'avance, savoir exactement quel sera le contenu de la revue. Les changements de dernière minute donnent des ulcères aux rédacteurs en chef. C'est justement pour s'éviter de tels tourments qu'ils se constituent une banque d'articles; ils peuvent ainsi remplacer un texte annulé en catastrophe — ce qui arrive très souvent.

Dans chaque numéro, nous publions un court guide de rédaction; il vaut toutefois la peine de prendre le temps d'expliquer les règles qu'il faut suivre pour présenter un texte à des fins de publication. En observant ces règles simples, vous nous faciliteriez la tâche lorsque nous réviserons votre article et l'annoterons pour la composition et la mise en page.

Les textes doivent être dactylographiés à double interligne et avoir une marge de 1 pouce sur chacun de leurs côtés. Si vous vous servez d'un ordinateur personnel relié à une imprimante par points, vérifiez le ruban avant d'imprimer le texte. Un texte dont les caractères sont très pâles rend notre travail très difficile. Nous sommes conscients qu'il n'est pas donné à tous de savoir dactylographier ou d'avoir la possibilité d'utiliser une machine à écrire; c'est la raison pour laquelle, nous vous invitons à soumettre vos textes sous forme manuscrite si, par hasard, vous vous trouvez dans la situation du pauvre type qui dérive au beau milieu du Pacifique Sud à bord d'un coquille de noix qui a perdu tous ses moyens de communication.

Examinez les articles du présent numéro de notre revue afin de voir la façon dont nous utilisons les majuscules et les minuscules ainsi que les italiques pour les titres, les titres des différentes parties, les références, etc. Sur votre manuscrit, vous devez indiquer ce qui doit être composé en italiques (p. ex. le titre d'une subdivision du texte) en soulignant le titre en question. Vous n'avez pas à numéroter les paragraphes.

Pour ce qui est de la longueur des textes, voici le meilleur conseil que nous puissions vous donner: sachez vous limiter. N'en dites pas plus qu'il ne faut, tout en ne négligeant aucun détail pertinent. Veillez à ce que chaque mot, chaque phrase et chaque paragraphe que vous écrivez, servent à rendre votre message clair pour le lecteur.

D'après ce que nous avons appris en conversant avec des personnes qui désiraient nous soumettre des articles, le principal problème auquel il font face est celui du traitement réservé aux photos et aux illustrations. Voici comment vous devez procéder pour nous permettre d'obtenir les meilleurs résultats.

Compte tenu du fait que c'est la mise en page qui détermine l'importance de l'espace accordé aux illustrations, vous ne devez ni découper les photos ou les illustrations ni les coller sur le texte. Toutes ces opérations sont réalisées à l'aide d'un procédé photographique — de cette manière, pas un centimètre carré de votre oeuvre ne risque d'être endommagé ou d'être rendu illisible.

Nous vous conseillons plutôt de numéroter chaque illustration (y compris les tableaux) et d'écrire, à l'endroit où vous y reportez dans le texte) entre parenthèses, le nom et le numéro de l'illustration et de les souligner, par exemple, (Fig. 2), (Table 6). Si vous ne faites pas référence à une illustration en particulier, mais que vous teniez à voir celle-ci figurer à un endroit précis dans l'article, faites-nous-le savoir au moyen d'une note marginale. Nous nous efforcerons de suivre vos indications au moment de la mise en page.

Assurez-vous que les photos, les illustrations et les tableaux, ainsi que les légendes, s'il y a lieu, sont bien identifiés. Si vous nous envoyez une photo d'un objet difficile à distinguer ou une photo prise d'un angle bizarre, ne nous compliquez par la vie — indiquez-nous où se trouve le haut de la photo. N'oubliez pas de

mentionner le nom du photographe et celui de l'organisme pour que nous puissions les inscrire dans la mention de source. Pour ce qui est des dessins, il suffit de nous envoyer un exemplaire le plus clair possible. Les esquisses sont tout à fait acceptables pourvu qu'elles soient bien identifiées. Nous ne sommes pas à la recherche de Rembrandt.

Lorsque vous nous enverrez votre article, ajoutez les illustrations sans les rattacher au texte (pas d'agrafes ni de trombones) et servez-vous d'un carton fort pour éviter que le paquet ne soit plié. C'est tout. Nous nous chargeons du reste.

Pour obtenir tout autre renseignement ou pour poser des questions sur un sujet d'article, vous pouvez nous joindre au numéro de téléphone suivant: (819) 997-9355. Nous nous ferons un plaisir de vous répondre.

Vous n'êtes pas sans savoir que l'équipe de rédaction de la *Revue du Génie maritime* publie les articles de toutes les personnes qui désirent s'adresser aux lecteurs de la revue. Nous sommes toujours à la recherche de nouveaux articles et de nouveaux auteurs. Dans les seuls cinq derniers numéros, nous avons publié des articles écrits par vingt auteurs dont c'était la première contribution à la revue. Bien entendu, certaines signatures figurent dans la revue pour la deuxième fois et même plus (nous aimons garder le contact). En outre, il est toujours agréable de constater que l'intérêt reste soutenu.

Notre équipe de rédaction est prête à vous aider à publier votre article — vous êtes donc invité à continuer de nous envoyer des textes. Nous aurons encore plus besoin de votre collaboration et de vos excellents textes lorsqu'à partir de juillet, la *Revue du Génie maritime* sera publiée de façon trimestrielle.

# Lettre au rédacteur-en-chef

Monsieur,

C'est avec grand intérêt que j'ai lu la *Revue* de janvier 1989, en particulier l'article signé par le cdr Roger Cyr. Bien que son point de vue soit assez juste, je crois qu'il n'est pas déplacé de faire connaître celui d'un opérateur.

Le cdr Cyr conclut son article en faisant état de la répugnance de l'homme à accepter qu'un processus de prise de décisions soit assumé par une machine. Pour ma part, je soutiens que cette répugnance constitue peut-être l'élément de sécurité le plus important en ce qui a trait à l'évolution et à l'acceptation des systèmes automatisés et raffinés d'aujourd'hui et des systèmes intelligents de demain.

Pour identifier un appareil inconnu comme étant hostile, par exemple, il faut examiner minutieusement toutes les données et tous les renseignements pertinents à un théâtre de guerre particulier. Les critères utilisés dans la région nord de l'Atlantique peuvent être tout à fait différents de ceux qui prévalent dans la région sud de l'Atlantique. Comment un système intelligent peut-il distinguer un EXOCET ami d'un EXOCET ennemi? Il serait pour le moins téméraire de se fier à un système de combat programmé par une ou plusieurs personnes et qui ferait fi de la riche expérience que possèdent le commandant et son personnel sur la ligne de front.

Les erreurs causées par les biais perceptuels sont beaucoup mieux connues comme étant des erreurs engendrées par le "brouillard de la guerre" et même si elles ne sont pas prévues par les commandants de la Marine, on peut toujours s'attendre à ce qu'elles jouent un certain rôle dans le déroulement d'une bataille, comme pour un échappé dans un match de football.

Les problèmes et les difficultés qui guettent les ingénieurs des systèmes intelligents de l'avenir ne sont pas différents de ceux auxquels doivent faire face les architectes des systèmes automatisés d'aujourd'hui. Les systèmes automatisés de mesures de soutien de guerre électronique (MSGE) en sont un bel exemple. Ces systèmes captent les signaux RF bruts, mesurent certains paramètres et, à l'instar de l'opérateur de la vieille école, comparent ces paramètres à ceux emmagasinés dans un fichier ou un répertoire de menaces. Ce qu'il faut se rappeler, c'est que le rende-

ment du système automatisé sera fonction de la précision du capteur et des règles heuristiques intégrées au logiciel. Il va sans dire que les signaux RF que reçoivent nos capteurs MSGE ne correspondront pas toujours parfaitement aux paramètres inscrits dans le répertoire des menaces. Qu'arrive-t-il alors? Le système automatisé choisit un nombre quelconque d'émetteurs de menaces possibles qui se rapprochent le plus de ce que l'on cherche. Puis, dépendamment de la façon dont les menaces sont inscrites, le système en choisit une. Il est impossible de savoir que l'émetteur choisi n'est pas celui intercepté par le capteur et l'opérateur, qui a appris à se fier à son équipement, accepte aveuglément la mauvaise réponse.

Or, l'opérateur de la vieille école, plus méfiant et utilisant tous les biais perceptuels disponibles, n'acceptera pas aveuglément quelque chose qui «cloche». Est-ce là une entrave au progrès? Ou n'est-ce pas plutôt une mesure de sécurité critique nécessaire dans le processus d'évaluation d'une menace?

L'opérateur prendra les paramètres des signaux RF captés et les comparera à ses attentes et ce, en envisageant toujours la pire éventualité. Les systèmes automatisés d'aujourd'hui doivent répondre aux mêmes problèmes que devront surmonter les systèmes experts de demain; que fait-on lorsque survient une situation pour laquelle le système n'a pas été programmé? Fort de son expérience et s'appuyant sur les plus récentes données, un expert des tactiques navales sera assurément plus efficace qu'une machine qui, elle, ne peut fournir la bonne réponse que si les uns et les zéros sont bien disposés.

En fait, les règles et les variables d'un combat naval changent constamment et aucun système automatisé ou intelligent ne pourra être conçu pour traiter de chaque situation.

Depuis quelque temps, les forces navales doivent surmonter une difficulté bien particulière: effectuer des manoeuvres dans des zones de grande tension, en regard d'un scénario de guerre générale. Dans ce dernier cas, l'attaque accidentelle ou fortuite de cibles neutres ou non combattantes est, d'une part, moins susceptible de se produire et, d'autre part, moins susceptible d'entraîner un accroissement des pressions sur le pays fautif. Bref, les navires de guerre sont conçus pour contrer la menace la plus probable, et leurs équipages sont entraînés en ce sens. Dans le cas des forces navales de l'OTAN, cette menace est incarnée par l'Union Soviétique. Lorsque les forces navales doivent mener leurs opérations en périodes de tensions et dans des régions comme le golfe Persique où le trafic aérien et maritime neutre se poursuit malgré les dangers, le risque de se méprendre sur des cibles neutres et non combattantes et de les attaquer reste certes regrettable mais inévitable.

Le cdr Cyr parle aussi de l'incident du USS *Stark* dans son article. Bien que les leçons tirées de ce tragique accident doivent nous aider à comprendre les scénarios de guerre navale, tous les aspects et détails de l'incident doivent faire l'objet d'une analyse critique pour ne pas déduire de conclusion erronée. À la lumière des versions non officielles et non classifiées que j'ai lues de la tragédie, le USS *Stark* a été incapable d'éviter le missile Exocet lancé d'un appareil Mirage parce que, d'une part, l'appareil de mesures de soutien électronique SLQ-32 n'a pas détecté l'autodirecteur du missile et, d'autre part, on avait éteint le système d'armes de combat rapproché (CIWS) de 20 mm parce qu'il était inutilisable.

Il est possible que certaines erreurs de procédures aient été commises; on aurait pu, par exemple, ramener plus tôt le navire aux quartiers généraux (postes de combat) ou déclencher le troisième niveau d'état de préparation plutôt que le deuxième. Toutefois, les lacunes graves et, dans ce cas, fatales peuvent être plus justement attribuées aux failles de certains équipements et non, comme le suggère le cdr Cyr, à une erreur des opérateurs tactiques.

Le US *Stark* a été désemparé et des hommes ont été tués parce que les capteurs et les armes ultramodernes conçus pour contrer de telles menaces n'ont pas fonctionné correctement. Certes, l'erreur humaine a pu jouer un rôle ici

mais cette erreur n'était pas le fruit d'un biais perceptuel des opérateurs mais provenait plus vraisemblablement de la conception, de la mise à l'essai et de la maintenance de ces systèmes.

Le cdr Cyr interprète mal également la perte du HMS *Sheffield* au cours du conflit des Falklands. Le bâtiment a été incapable de réagir devant le missile parce que l'appareil MSGE ne pouvait fonctionner en même temps que le transmetteur SHF SATCOM. La question qu'on se pose tout naturellement est la suivante: Est-ce là la preuve que les systèmes automatisés doivent seuls être à l'origine des décisions tactiques? Ne doit-on pas plutôt redoubler de vigilance dans la conception des systèmes pour garantir que les divers éléments des systèmes de combat intégrés sont vraiment capables de fonctionner dans un environnement de menace moderne?

S'opposer au progrès serait un suicide. Par contre, mettre prématurément toute notre confiance dans la haute technologie équivaldrait à se résigner à subir le même sort que le *Stark* ou le *Sheffield*.

L'article du cdr Cyr est empreint de sens commun lorsque l'auteur reconnaît qu'il faut accorder plus d'importance à la recherche et au développement dans le domaine des systèmes de combat modernes. On ne peut en dire autant du passage où l'auteur soutient que le raisonnement humain, qu'il soit biaisé ou non, peut ou doit être remplacé par une puce de silicium.

La voie de l'avenir dans la conception et l'utilisation de la haute technologie au service de la Marine exige un schéma de pensée progressiste non seulement de la part de l'opérateur mais aussi de l'ingénieur.

L'opérateur des systèmes de combat naval ne peut être considéré comme l'élément défaillant qui entrave le fonctionnement d'un système intelligent et qui, autrement, serait infaillible (et conçu évidemment par des ingénieurs infaillibles aussi). On doit plutôt le considérer comme le point de contrôle central et final autour duquel les systèmes automatisés et les instruments servant aux prises de décisions tactiques doivent être conçus.

W.P.Stiff  
lieutenant-commander  
Frégate canadienne de patrouille —  
Détachement Montréal  
(Paramax Electronics Inc.),

Monsieur,

Je suis heureux de constater que le lcdr Stiff a pris le temps de répondre à mon article.

Le lcdr Stiff précise que l'exploitation des systèmes d'aujourd'hui, par exemple des systèmes de mesures de soutien de guerre électronique, nécessite l'intervention d'un opérateur pour l'évaluation des paramètres. En effet, les systèmes d'aujourd'hui, à cause de leurs limites ont besoin de l'intervention humaine. Mais que seront les systèmes de l'avenir? Dans les années 50, la détection et la poursuite automatiques étaient choses inconcevables. Pourtant, elles sont maintenant réalité.

Grâce à la technologie actuelle, on peut parvenir à un degré plus élevé d'automatisation, surtout là où il faut évaluer tout une pléiade de données en tenant compte d'une toute aussi vaste étendue de paramètres. La gestion et la corrélation des pistes ainsi que les situations où le temps de réaction est critique sont des exemples particulièrement révélateurs des avantages qu'offre l'automatisation.

L'article ne visait pas à laisser entendre que tout élément humain devait être aboli. Loin de là. Il nous faut conserver un point de contrôle et tout navire « intelligent » devra avoir à sa tête un commandant qui contrôlera le système de combat, du moins pour les prochaines décennies.

Cdr. R. Cyr  
DSCN 8/QGDN

*Retrouvailles du Crow's Nest*

Monsieur

Le club des officiers *Crow's Nest* de St. John's (Terre-Neuve) a été fondé le 27 janvier 1942 et célébrera donc son cinquantième anniversaire en 1992.

La plaque de bronze commémorant la création du club porte l'inscription suivante: « Ici, les officiers de la Marine de Sa Majesté et ceux des forces navales de nos alliés engagés dans la Bataille de l'Atlantique nord ont cherché et trouvé refuge loin des périls de la mer; c'est d'ici qu'ils sont repartis pour mettre fin au combat. »

Pour célébrer ce cinquantième anniversaire, le club a l'intention d'organiser des retrouvailles durant l'été de 1992, afin de réunir à nouveau les officiers de la Marine qui ont utilisé le *Crow's Nest* durant la Seconde Guerre mondiale et tous les autres membres du club ainsi que leur conjoint.

Pour évaluer l'ampleur éventuelle de cette réunion, nous aimerions que tous ceux qui pourraient venir à St. John's à ce moment-là nous fassent part de leur intérêt. L'événement devrait durer trois ou quatre jours.

Nous avons l'intention de réduire au strict minimum les coûts du voyage; c'est pourquoi nous vous demandons de faire fi des dépenses pour l'instant.

Tous les intéressés doivent écrire à l'adresse suivante: Retrouvailles du *Crow's Nest*, C.P. 5094, Queen's Beach, St. John's (Terre-Neuve), A1C 1A4.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Pour le comité des retrouvailles du *Crow's Nest*,

David H. Winter

## GUIDE DE RÉDACTION

Nous désirons recevoir des textes non classifiés, en anglais ou en français, qui répondent à l'un des objectifs de la Revue. Le Comité de rédaction de la Revue voit à la sélection des articles qui sont publiés dans la Revue.

Les articles doivent être dactylographiés à double interligne sur feuilles de papier à lettre de 8 1/2 sur 11" et, en règle générale, ils ne doivent pas dépasser 4 000 mots (environ 17 pages). La première page de tout texte doit indiquer le nom, l'adresse et le numéro de téléphone de l'auteur. Les illustrations et les photographies doivent être accompagnées d'une légende complète, et le manuscrit doit comprendre une brève note biographique sur l'auteur. Une photo de l'auteur serait appréciée, mais n'est pas absolument nécessaire.

Les lettres de toutes longueurs sont les bienvenues. Cependant, seules les lettres signées pourront être publiées.



# Chronique du commodore

## *L'avenir réserve bien des défis aux ingénieurs maritimes*

Par le commodore W.J. Broughton

L'année 1989 s'est révélée une année de transformation sous bien des aspects. Je croyais en fait que 1990 serait la véritable « année des transformations », puisque la première frégate canadienne de patrouille ainsi que les premiers destroyers de classe Tribal révisés et modernisés (TRUMP) s'ajouteront alors à la flotte. Mais il m'apparaît maintenant nécessaire de commenter les événements marquants de la présente année.

La présentation du budget et les répercussions de ce dernier ont de toute évidence constitué l'événement qui a le plus touché le Ministère dans son ensemble. La Marine a été particulièrement affectée par le fait que le programme d'acquisition de SSN a dû être annulé, ce qui signifie qu'il ne sera pas possible d'offrir aux ingénieurs maritimes toute la formation souhaitée dans le domaine de la technologie nucléaire. Il est donc inévitable que certains d'entre nous soient déçus et se sentent « privés de leur avenir ». J'étais moi-même fermement convaincu de la valeur du concept même si je savais que j'aurais déjà terminé mon temps de service au moment où le projet d'acquisition de SSN commencerait à porter ses fruits. Cependant, je suis également persuadé que l'avenir réserve encore de nombreux défis aux membres de la Marine qui travaillent dans le domaine du génie maritime.

J'aimerais mentionner que les membres de la Branche qui poursuivent actuellement des études en génie nucléaire auront la possibilité de les terminer. Ce programme de maîtrise vous donnera la chance d'élargir votre champ de connaissances et, entre autres, de vous tenir au courant de tout ce qui touche à l'utilisation de la puissance nucléaire en manière de propulsion de sous-marins. Nous prévoyons continuer d'augmenter sans cesse notre niveau de compétence dans le domaine du génie nucléaire, comme nous le faisons dans d'autres disciplines. Il est essentiel que nous demeurions à la fine pointe des progrès technologiques afin que nous puissions maintenir, dans l'ensemble, une grande capacité technique.

En rédigeant cet article, je me rends bien compte qu'en ce début août, nous venons de commencer la restructuration du Programme des services de défense. Il est évident que le Programme canadien d'acquisition de sous-marins (PCAS) se révèle une importante priorité et qu'on songe sérieusement à constituer dans l'avenir une flotte de sous-marins (SSK).

À mon avis, il serait essentiel que l'un des objectifs d'un programme tel que le PCAS soit de faire en sorte que les ingénieurs maritimes du MDN puissent assumer l'entière responsabilité de toutes les phases de développement du projet. Les officiers et les militaires du rang, qu'ils travaillent au premier, au deuxième ou au troisième échelon des opérations et des activités de maintenance, seront bien sûr touchés par l'adoption d'un tel objectif. Nous avons encore beaucoup à apprendre en ce qui a trait aux différents systèmes et aux nouveautés techniques liées à la construction des sous-marins, qui touchent, par exemple, la réduction du bruit, les structures et le contrôle dynamique. Il nous faudra également accroître dans nos rangs le nombre d'ingénieurs qui possèdent des connaissances et de l'expérience relatives aux sous-marins.

En ce qui a trait aux projets envisagés, il me semble important de mentionner que le Cabinet a récemment choisi les deux entrepreneurs qui seront chargés de la phase de définition du Projet d'acquisition des dragueurs de mines de la Réserve navale. Le dragage se révèle d'ailleurs un autre domaine dans lequel nous devons augmenter nos compétences techniques. Rappelons enfin que la Marine vient d'acquérir les NCSM *Anticosti* et *Moresby*, deux navires auxiliaires de lutte contre les mines qui serviront à des fins de formation.

Il est bien sûr décevant que le projet d'acquisition de SSN ait dû être abandonné. Cependant, l'avenir nous réserve de nombreux autres défis qui se doivent d'être relevés avec enthousiasme.

# RAST MK III

## Une nouvelle génération de système de manoeuvre d'hélicoptère

par le commander Ron Johnson

### Introduction

Au début des années 60, la Marine royale canadienne devait effectuer des opérations de lutte anti-sous-marine pour lesquelles des hélicoptères relativement gros évoluaient à partir de petits navires dans presque tous les temps et toutes les visibilitées. La Marine avait besoin d'un système qui lui permettrait de déployer et de récupérer en toute sécurité leur principal véhicule d'armes et de détection, la nuit comme le jour, par des mers de niveau cinq (30 degrés de roulis et 9 degrés de tangage) et sous des vents relatifs pouvant atteindre 50 noeuds.

C'est ainsi que le dispositif d'appontage et d'amarrage rapide d'hélicoptère (HHRSD), plus communément désigné le « piège à ours », a été spécialement conçu pour la Marine royale canadienne sous les regards envieux des autres marines. Le HHRSD est devenu une partie essentielle des opérations navales canadiennes. Cependant, même si ce dispositif a bien servi la marine, il présente certaines lacunes fondamentales qu'il est maintenant possible d'éliminer grâce à la technologie de pointe et au RAST MK III.

### Historique

Le HHRSD permettait d'amarrer mécaniquement l'hélicoptère après son appontage, puis de l'aligner et de le faire rouler avec un personnel de pont réduit. Soit dit en passant, il est intéressant de remarquer que le « piège à ours » d'origine supposait un appontage non assisté et l'absence de câbles. Ce n'est que pendant les premiers essais que l'on a jugé que l'aire de capture était trop petite et qu'une certaine forme d'aide à l'appontage s'avérait nécessaire. L'addition d'un câble d'appontage n'a d'abord pas très bien été accueillie par les pilotes. Il a fallu un peu de temps avant que ceux-ci n'en viennent à accepter « d'être attachés par un câble » (voir fig. 1)

À mesure que grandissait l'expérience de la Marine canadienne dans les opérations d'hélicoptères embarqués, se poursuivait aussi l'évolution du HHRSD. Grâce à des modifications et à des révisions de conception, le HHRSD est devenu le dispositif d'appontage assisté, d'amarrage et de roulage. Indal Technologies Incorporated de Mississauga, en Ontario, a fabriqué environ 200 systèmes RAST MK I pour l'U.S. Navy. Le RAST MK II, une nouvelle version, était destinée à la Marine royale australienne, mais, malheureusement, n'a pas vu le jour. Une version modifiée du RAST MK I, désignée CPF



Figure 1. « Apponter au câble », inévitable avec le HHRSD, le RAST MK I et le CPF RAST, ne sera plus qu'un souvenir grâce au RAST MK III sans câble. (Photo MDN)

RAST, est en train d'être installée à bord de nouvelles frégates de patrouille.

Bien qu'ils constituent une nette amélioration sur le HHRSD, les nouveaux systèmes RAST présentent toujours des inconvénients, surtout en ce qui a trait aux coûts cycle de vie, au poids, à l'encombrement, à la complexité, à la fiabilité, à la maintenabilité et à la main-d'œuvre. Le RAK MK III constitue un important projet d'investissement qui s'attaquera aux inconvénients des systèmes RAST actuels qui fournira à la Marine canadienne sa prochaine génération de systèmes d'appontage et de roulage pour hélicoptères embarqués.

### Évolution

Ayant travaillé sur le HHRSD et ayant développé les systèmes RAST MK I de l'U.S. Navy et CPF RAST, Indal connaissait bien les lacunes associées à ces types de système. Cette société s'est livrée à une analyse détaillée des opérations RAST et elle en est venue à la conclusion que la partie appontage assisté nuisait à l'ensemble et que son élimination pouvait se traduire par des gains substantiels sans compromettre le domaine d'exploitation existant. En février 1985, Indal a attiré l'attention du MDN (DMGE 5) en présentant une proposition non sollicitée portant sur un système

d'appontage considérablement modifié et désigné par le sigle anglais ASIST, lequel signifie système d'amarrage et de roulage intégré aéronef-navire.

Entretemps, la masse devenait un facteur critique tant dans le cadre du programme TRUMP que dans celui des FPC. La décision d'acquiescer le EH-101 de European Helicopter Industries, un nouvel hélicoptère de lutte anti-sous-marine de taille moyenne pour remplacer les SEA KING présentement en service, donnait lieu à des préoccupations. En effet, le EH-101 est beaucoup plus lourd que le SEA KING et il est équipé d'un train avant plutôt que d'une roulette de queue; il faudrait alors peut-être apporter d'importantes modifications au HHRSD actuellement en service. Ainsi, le système ASIST proposé par Indal devenait encore plus intéressant, et Indal a par la suite obtenu un contrat pour effectuer une étude de faisabilité. La production et les essais maison subséquents d'une maquette grandeur réelle

### Considérations de conception

Lors de la mise au point du RAST MK III, les principales considérations de conception ont gravité autour des lacunes et des inconvénients connus des systèmes existants. Plus précisément, le RAST MK III devait:

- constituer un système d'amarrage et de roulage intégré;
- permettre l'exploitation diurne et nocturne des hélicoptères par des mers de niveau allant jusqu'à cinq;
- éliminer le recours à un câble d'aide à l'appontage et à un système de limitation des mouvements de lacet, y compris les treuils de guidage de queue;
- éliminer la présence du personnel sur le pont pendant le vol stationnaire, la descente, l'appontage ou le roulage.
- réduire le temps nécessaire à l'appontage, à l'alignement et au roulage pour

système RAST en ne leur imposant qu'un minimum d'équipement, et pouvoir être installé sur des navires de guerre de quelque taille qu'ils soient; et

- pouvoir être utilisé avec des rails affleurants et être compatible avec les rails existants.

### Le concept

Le RAST MK III est un système considérablement différent des systèmes antérieurs en ce que le câble d'aide à l'appontage et les treuils de guidage de queue ont été éliminés grâce à l'intégration du système, lequel présente des améliorations par rapport au domaine d'exploitation actuel.

Le RAST MK III (voir fig. 3) est fondamentalement composé de trois sous-systèmes principaux: le *dispositif d'amarrage rapide* (RSD), qui est un piège considérablement modifié permettant d'amarrer et de manoeuvrer l'hélicoptère; un *treuil de roulage à vitesse variable*, qui déplace le RSD longitudinalement le long du pont d'envol; et un *système de détection de position* (fig. 3a) distinct, qui permet au RSD de localiser automatiquement l'hélicoptère en vol stationnaire et de se positionner lui-même sous la sonde d'appontage. Le système comprend également un nouveau système de repères visuels amélioré pour le pilote (PVC) qui est jumelé à la barre d'horizon pour fournir au pilote une indication plus précise de sa position par rapport au pont d'envol et à la zone d'appontage, ainsi qu'un système de prédiction des mouvements du navire (SMP) qui aide le pilote à déterminer les moments propices pendant lesquels les déplacements du navire sont réduits au minimum.

Bien que la procédure de récupération soit essentiellement revenue à l'appontage non assisté, ce dernier est bien différent de ce qu'il était!

### Six étapes simples (voir fig. 4)

**Première étape: l'approche** — Ayant exécuté une approche normale conformément aux procédures normalisées, l'hélicoptère vole en stationnaire dans le voisinage du pont d'envol jusqu'à ce que l'officier d'appontage lui donne l'autorisation d'apponter. Dès réception de son autorisation, le pilote remonte se placer en stationnaire au-dessus du pont d'envol où deux capteurs à infrarouge dirigés vers le haut repèrent des balises fixées en permanence sur les côtés de l'hélicoptère et s'y verrouillent. Les capteurs fournissent un signal proportionnel au déplacement de la balise par rapport au centre du champ de vision du capteur, selon les axes transversal et longitudinal. Ce signal sert à commander un treuil de roulage autonome à commande électrique et à vitesse variable qui maintient la position du RSD à 500 mm ( $\pm 150$  mm), ou 1,5 pi ( $\pm 6$  po) de la position calculée du toucher de l'hélicoptère.

L'élimination du câble d'appontage permet maintenant de plus grands écarts par rapport au



Figure 2. Maquette grandeur réelle du RAST MK III en cours d'essai chez Indal Technologies.

(voir fig. 2) ont alors convaincu le MDN des mérites de ce concept, et Indal s'est vu octroyer un contrat pour la conception, la mise au point et l'évaluation d'un modèle de conception avancée. Ce système, que Indal désignait toujours par le sigle ASIST, est devenu pour le MDN le RAST MK III.

une plus grande flexibilité opérationnelle;

- éliminer la présence de matériel sous le pont pour réduire le poids et l'encombrement du système;
- être plus simple dans le but de réduire les coûts cycle de vie et la nécessité de recourir à l'ILS ainsi que d'améliorer la fiabilité et la maintenabilité;
- être compatible avec tous les hélicoptères embarqués pouvant utiliser le

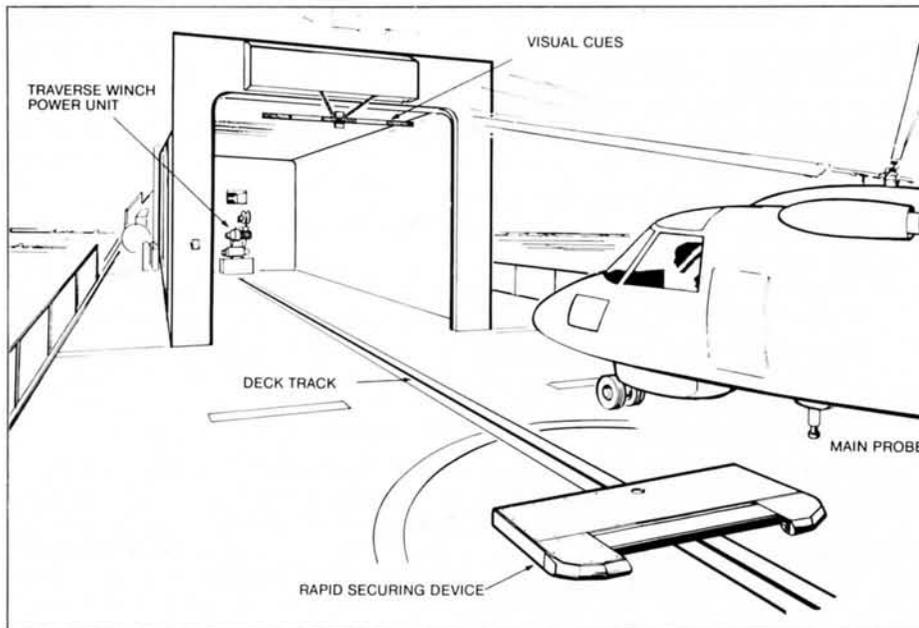


Figure 3. Composants du système RAST MK III.

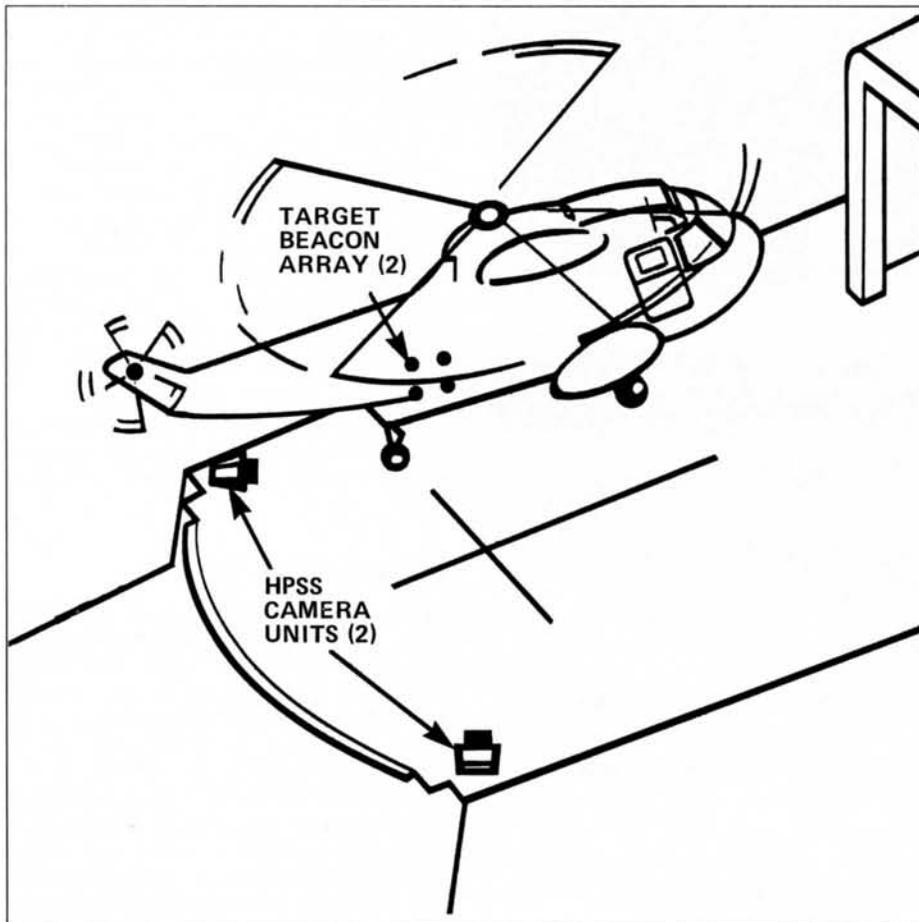


Figure 3a. Le système de détection de position.

point d'appontage. Pour compenser cet effet, le RSD, d'une largeur d'environ six pieds, offre une plus grande surface de capture. Alors que le système HHRSD d'appontage par câble n'offrait qu'une surface d'appontage ou de récupération de  $12,6\text{m}^2$  ( $15,2\text{pi}^2$ ), le RSD peut suivre l'hélicoptère longitudinalement, ce qui se traduit par une largeur de capture effec-

tive de  $1,83\text{ m}$  ( $6\text{ pi}$ ) centrée sur le rail du pont et une longueur de capture effective qui n'est limitée que par le dégagement entre le rotor et le hangar ainsi que par le dégagement nécessaire au toucher des roues. L'augmentation effective de la zone de capture globale offerte par le RAST MK III est bien supérieure à 400 pour cent à comparer au HHRSD.

**Deuxième étape: la capture** — Les signaux transversaux et longitudinaux des capteurs à infrarouge servent également à donner au pilote des renseignements sur sa position en stationnaire au-dessus du pont, relativement à la zone d'appontage sécuritaire. Lorsqu'il se trouve en bonne position et que le système de prédiction des mouvements du navire indique que ce dernier ne se déplace pas, le pilote passe en stationnaire rasant, corrige sa position au besoin, puis apponte en toute sécurité. Au moment du toucher des roues, un capteur électro-optique (monté à l'avant du RSD) ralentit la vitesse de détection du RSD par rapport à l'hélicoptère de  $1,5\text{m/s}$  ( $5\text{ pi/s}$ ) à  $0,3\text{ m/s}$  ( $1\text{ pi/s}$ ) immédiatement avant son contact avec la sonde. Dès contact avec la sonde, le bord d'attaque du RSD est enfoncé, ce qui arrête le RSD.

**Troisième étape: l'amarrage** — Lorsque la barre de choc, ou bord d'attaque, du RSD est enfoncée et que ce dernier s'est arrêté, la mâchoire de capture se déplace immédiatement en travers du RSD par commande hydraulique par chaîne à une vitesse de  $1,83\text{ m/s}$  ( $6\text{ pi/s}$ ). Dans tous les cas, lorsque le système fonctionne normalement, la mâchoire emprisonne la sonde et immobilise fermement l'hélicoptère sur le pont en deux secondes ou moins, n'importe où dans la zone d'appontage désignée. Dès que les capteurs de la mâchoire du RSD confirment la capture de la sonde, les freins du treuil de roulage mécanique sont serrés, un signal de capture est envoyé au contrôleur, et le système se met en attente. En temps normal, la mâchoire du RSD fonctionne automatiquement; mais l'officier d'appontage peut aussi l'actionner manuellement s'il le désire. Une fois que la mâchoire du RSD a immobilisé l'hélicoptère, ce dernier demeure entravé jusqu'au prochain décollage.

**Quatrième étape: le positionnement** — Maintenant que l'hélicoptère est solidement immobilisé sur le navire, il doit être positionné pour pouvoir rouler jusqu'au hangar. (Jusqu'ici, personne d'autre que le pilote n'est intervenu dans le processus; le positionnement de l'hélicoptère se fait normalement par l'officier d'appontage, mais cette étape pourrait aussi être automatisée.) Pour positionner l'hélicoptère, l'officier d'appontage, qui a une vue complète et dégagée du pont, ne fait qu'actionner un levier de commande pour exercer une force latérale sur la sonde de l'hélicoptère par l'intermédiaire de la mâchoire du RSD. La roue avant ou la roulette de queue se déplace alors pour positionner l'hélicoptère.

**Cinquième étape: l'alignement** — Une fois l'hélicoptère positionné, l'officier d'appontage peut maintenant l'aligner longitudinalement en continuant d'exercer une force latérale sur la sonde dans la direction appropriée.

**Sixième étape: le roulage** — Après avoir rapidement et facilement aligné l'hélicoptère, l'officier d'appontage n'a qu'à déplacer le même levier pour faire rouler l'hélicoptère jusqu'au hangar. De légères corrections à l'ali-

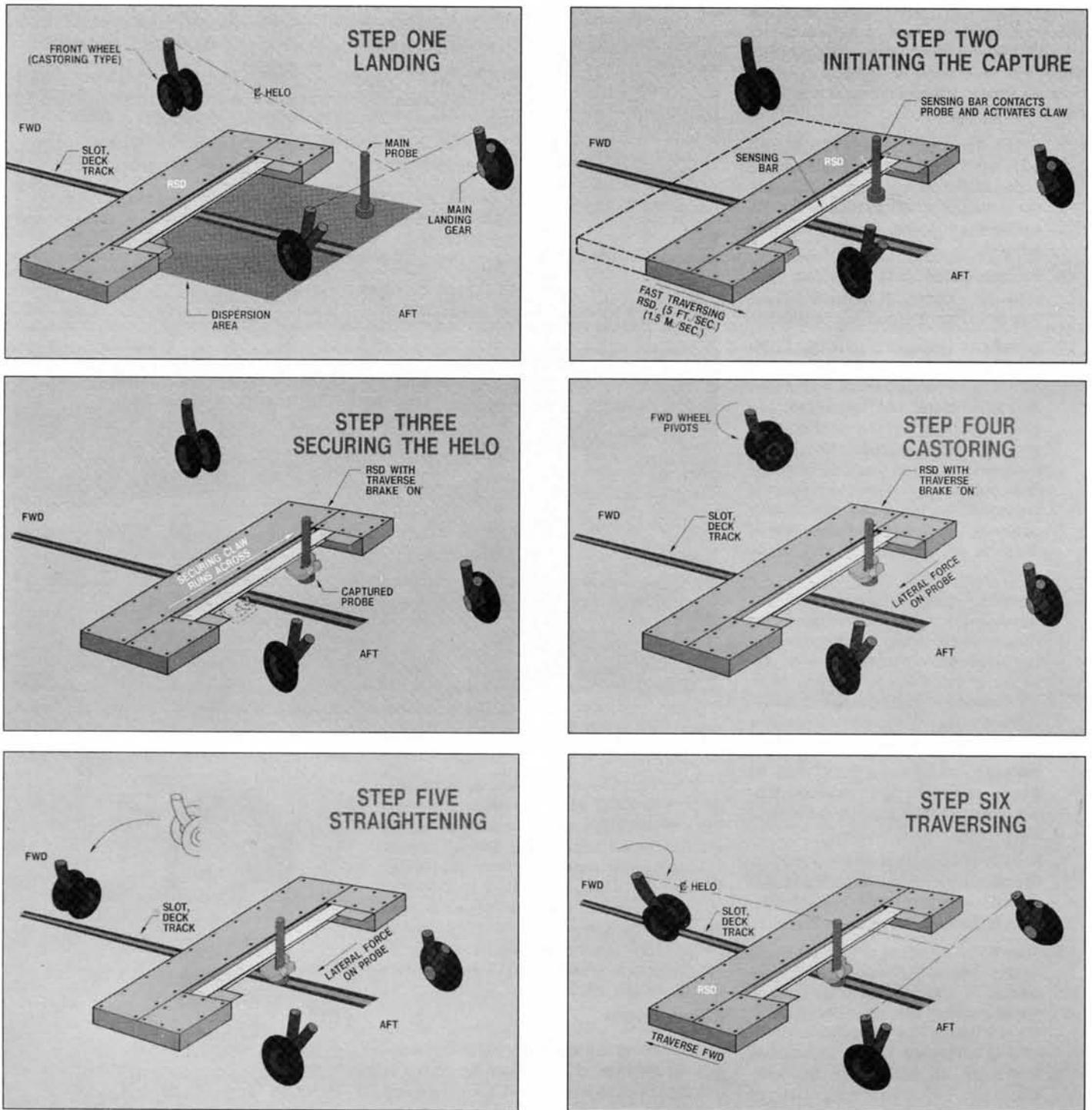


Figure 4. Les six étapes de fonctionnement du RAST MK III.

nement peuvent toujours être apportées pendant le roulage, et une sonde de nez ou de queue (si l'hélicoptère en est équipé) peut être abaissée dans la rainure du rail du pont.

Il est important d'insister sur le fait que tout le processus d'appontage et d'amarrage ne nécessite que deux personnes: le pilote et l'officier d'appontage, et qu'il n'est pas nécessaire de recourir à des treuils de guidage ni à des câbles. Toutes les opérations, tant pour le

décollage que pour l'appontage, sont entièrement automatisées et elles ne présentent aucun risque pour le personnel de pont. Le RAST MK III élimine même la nécessité de recourir à une procédure spéciale pour mettre l'hélicoptère à la masse (voir fig. 5).

#### Avantages

Pour la Marine canadienne, le plus grand avantage du RAST MK III réside dans sa dimi-

nution de poids sur le pont. Du fait du matériel connexe réduit et de l'élimination d'un compartiment d'appontage distinct, comme c'est le cas à l'heure actuelle, le RAST MK III offrira une réduction globale de poids au niveau du pont pouvant atteindre cinq tonnes par rapport au HHRSD et au CPF RAST. Grâce aux efforts actuels en vue de réduire son poids sur le pont des DDH 280 assimilés au programme TRUMP et compte tenu du fait que la masse

de l'hélicoptère EH 101 pourrait passer de 30 000 à 33 000 livres pendant sa durée de vie, le RAST MK III présente des avantages indéniables comme système de remplacement des systèmes actuels. Parmi d'autres avantages du RAST MK III, on note :

- a. **coût** — on estime que le RAST MK III offre une économie pouvant atteindre 60 pour cent par rapport aux coûts d'acquisition initiale et d'entretien global du système canadien actuellement en service;
- b. **encombrement** — la diminution de la taille des composants du système libèrera beaucoup d'espace à l'intérieur;
- c. **sécurité** — personne d'autre que l'officier d'appontage n'est nécessaire sur le pont d'envol pendant le vol stationnaire de l'hélicoptère, son appontage, son positionnement et son roulage. En outre, le système de repères visuels pour le pilote lui donnera une meilleure idée de sa position par rapport au pont, et le système de prédiction des mouvements du navire fournira de meilleures indications sur les périodes de stabilité du navire;
- d. **rapidité** — grâce au système de détection de position et au système de repères visuels pour le pilote, l'hélicoptère peut être positionné rapidement et avec précision, ce qui réduit le temps passé en vol stationnaire haut et rasant. L'élimination de l'accrochage d'un câble réduit aussi le temps nécessaire à l'appontage;
- e. **communications** — le RAST MK III élimine toute nécessité de communication phonique entre le pilote et l'officier d'appontage;
- f. **fiabilité et maintenabilité** — l'intégration du système et sa réduction en matériel connexe améliorent considérablement la fiabilité et la maintenabilité; et
- g. **complexité** — même si RAST MK III est un système à la fine pointe de la technologie, il s'agit en fait d'un système mécaniquement plus simple à comprendre et à utiliser. La formation des officiers d'appontage et des techniciens d'entretien du matériel se fera sans doute plus rapidement et présentera moins de difficultés que dans le cas des systèmes précédents.

### Conclusion

Le RAST MK III constitue un projet de recherche-développement venu à maturité qui assurera l'appontage des hélicoptères embarqués au-delà de l'an 2000. Le RAST MK III est considéré comme étant le système idéal à être monté sur les navires présentement en service (lors des radoubs ou des mises à jour en milieu de vie de service), sur les navires des nouveaux programmes (frégates et corvettes) et sur le NFR-90, pour n'en citer que quelques-uns.



Figure 5. Le RAST MK III élimine la présence du personnel de pont pendant l'appontage et le décollage. (Photo MDN)

Diverses marines ont manifesté un vif intérêt pour le RAST MKIII, y compris la USN. On a même établi que le concept du RAST MKIII est en avance par une quinzaine d'années sur le nouveau système de roulage Français SAMAHE et aussi sur le seul autre compétiteur de la firme MacTaggart et Scott du Royaume-uni. Ceci est remarquable compte tenu que l'évaluation du modèle de développement avancé du RAST MKIII n'aura lieu qu'en mai 1990.

### Remerciements

L'auteur tient à remercier Indal Technologies Incorporated d'avoir fourni les photos et illustrations du système RAST pour le présent article.



Le commander Johnson est chef de la section DMGE 5 pour la machinerie auxiliaire navale au QGDN.

# Remplacement de l'hélice du *Huron* sous l'eau

Par le lcdr Larry White

*Les photos qui accompagnent cet article ont été prises au cours d'une opération de remplacement d'hélice effectuée antérieurement sur le Huron en cale sèche à Halifax, aucune photo sous-marine n'étant disponible en ce moment. Une cassette vidéo du remplacement d'hélice effectué à Esquimalt a cependant été réalisée avec succès. (Éd.).*

Nous étions en plein préparatifs en vue du transfert du NCSM *Huron* de son port d'attache de Halifax à Esquimalt, durant l'été 1987, lorsqu'on a étudié la possibilité d'effectuer un remplacement d'hélice sous l'eau sur un navire de type DDH-280. Les eaux côtières de la Colombie-Britannique sont notoires pour les dangers qu'elles posent à la navigation et un nombre considérable d'hélices ont été endommagées au cours des ans par les billes dites « canards » qui flottent à la dérive dans une position verticale à quelques pieds de la surface de l'eau. Bien que plus de quatre-vingt remplacements d'hélice aient été effectués sous l'eau sur les destroyers à vapeur de type DDE au cours des vingt dernières années, cette technique n'avait jamais été tentée sur les navires de type DDH-280.

L'Unité de plongée de la flotte est responsable du remplacement des hélices endommagées et ses plongeurs sont très familiers avec la technique quand il s'agit des navires à vapeur. Les hélices à pas fixe des DDE sont semblables aux hélices des moteurs hors-bord; il suffit de déposer le tureau de retenue et l'hélice au complet peut être retirée de l'arbre. Mais l'hélice à pas variable du DDH-280 est très différente en ce sens que les pales pivotent individuellement dans un moyeu fixe, un peu comme les pales d'une hélice d'avion. Le fait qu'un jeu complet de pales individuelles doit être déposé et posé à chaque fois rend le remplacement d'autant plus difficile.

Après quelques discussions, l'Unité de plongée a été chargée de faire une étude de faisabilité et de développer une IPO pour le remplacement de l'hélice d'un DDH-280 sous l'eau. (À cette époque, j'ai été muté de l'UGN(A) au poste d'Officier de génie pour l'Unité de plongée de la flotte (Atlantique). Lorsqu'un jour, mon supérieur m'a reçu en me tendant une certaine lettre de l'UGN(A), j'ai compris que j'avais plus ou moins été chargé de l'étude.) Les autres membres de l'équipe de travail comprendraient le PM1PC Gerd Mantel de l'UPF(P), le PM2PC John Dejong de

l'UPF(A) et Ted Heap, Technicien en systèmes de propulsion à l'UGN(P).

Heureusement pour nous, le *Huron* devait faire cale sèche en mai 1987 pour effectuer un changement d'hélice. Un bloc-note à la main et une caméra vidéo sur l'épaule, nous nous sommes retrouvés sur le chantier naval d'Halifax pour assister à l'opération. Le fabricant du système de propulsion, LIPS Canada, nous avait déconseillé de tenter un remplacement sous l'eau. D'après eux, la technique n'avait jamais été tentée nulle part ailleurs et bien qu'il n'y avait aucun danger à exposer les pièces internes du dispositif à l'eau de mer, à cause des ajustements très précis des pièces, les plongeurs n'y parviendraient pas. De tels propos ont certes pu nous causer quelques appréhensions à l'époque mais nous n'en étions que plus déterminés à réussir si l'occasion se présentait. Après cinq jours au fond de la cale sèche, nous en avons conclu que l'opération pouvait être réalisée sous l'eau et nous avons préparé une Instruction décrivant l'opération.

Nous n'avons pas eu à attendre longtemps avant de voir nos idées passer de la théorie à la pratique. En août 1987, au large de l'île de Vancouver, le *Huron* s'est mis à produire des vibrations anormales. Une inspection de l'hélice de babord a révélé que les extrémités de deux, et possiblement trois, des pales étaient légèrement recourbées. Même des dommages mineurs à l'hélice peuvent endommager sérieusement les paliers de l'arbre et les engrenages.

On nous a accordé le feu vert pour mettre à l'essai notre technique de remplacement sous l'eau. Si nous réussissions, et qu'une pale d'hélice pouvait être remplacée sans que le navire ne fasse cale sèche, le commandement maritime pourrait jouir d'une plus grande flexibilité opérationnelle si le besoin s'en faisait sentir. Nous espérions même démontrer qu'un remplacement de pale pouvait être effectué dans une baie isolé.



Figure 1. Les plongeurs M1 Frew et LS Brewka changent de réservoirs alors qu'ils se préparent à effectuer une autre plongée sur le *Huron*. Les casques de communication sous-marins et l'équipement vidéo monté sur la coque ont rendu le travail de remplacement de l'hélice plus facile pour les plongeurs et le responsable.

Par mesure de prudence, nous avons exigé qu'une cale sèche nous soit réservée et que le *Huron* puisse être immobilisé pendant au moins trois semaines. Nous avons décidé de tenter le remplacement en décembre 1987. Le *Huron* n'ayant pas d'engagement opérationnels pressants à cette époque, nous aurions assez de temps pour fabriquer certains outils spéciaux qui devaient aider nos plongeurs dans leur tâche. Nous avons évalué que l'opération exigerait entre 24 et 30 heures de travail sous l'eau, soit environ une semaine sur les lieux. Le FMAR(P) ne mettait aucune pression sur nous et nous avons décidé de ne pas travailler d'heures supplémentaires ni durant les fins de semaines. Le travail devait se faire lentement.

Nous avons commencé l'opération le premier lundi de décembre; le temps était splendide, typique de la côte ouest, ce qui nous a gonflés à bloc. L'URFC(P), qui était le maître d'oeuvre du projet, a d'abord arrimé une barge-grue contre le *Huron*. Puis une caméra vidéo sous-marine a été montée sur la coque du navire et les plongeurs ont été équipés de casques de communication (figure 1) qui se sont avérés plus tard d'une valeur inestimable puisque nous pouvions discuter des problèmes et trouver les solutions sur le champ.

L'assiette du navire a été modifiée afin d'abaisser la proue autant que possible et d'amener l'arbre des hélices (et la surface de jonction entre les pales et la chape) aussi près de l'horizontale que possible. Il serait ainsi plus facile pour les plongeurs de glisser les pales hors de la chape et de les réinstaller. Le barrage flottant a été la première pièce d'équipement qui a été installée. Le moyeu de l'hélice contient à lui seul environ 700 lb. de graisse de lubrification et l'espace vide entre le chapeau d'hélice et le moyeu est rempli de suif. Nous pensions qu'une fois ces composants enlevés, l'huile et la graisse se répandraient dans l'eau, couvriraient les plongeurs et les palans et produiraient une tache d'huile qui pourrait prématurément mettre un terme à l'opération.

Après avoir installé les boulons et les palans, le chapeau d'hélice a été enlevé (figure 2). Nous avons longuement débattu si le chapeau d'une demi-tonne flotterait ou coulerait car il est rempli de caoutchouc mousse et scellé à la fibre de verre. Puisqu'il représentait un plus grand danger pour les plongeurs s'il montait hors de contrôle à la surface, nous avons décidé d'y suspendre un poids. Plusieurs boulons retenant le chapeau au moyeu ont été remplacés par des goupilles coniques. Elles devaient servir de guides pendant que le chapeau était séparé du moyeu et l'empêcher de flotter à la dérive s'il n'était pas suffisamment lesté.

C'est à ce moment que nous avons rencontré nos premières difficultés. Le lest était suffisant mais n'avait pas été centré correctement et le chapeau a tourné sur lui-même, la partie arrière montant vers la surface. Les goupilles de guidage ont été tordues et le chapeau est resté coincé; il nous a fallu presque tout l'après-midi pour le dégager. Une fois le chapeau prêt à être replacé, il a été lesté cette fois de façon à avoir la densité de l'eau. Après cela, il n'y avait qu'à le pousser en place. Incidemment, le suif qui s'est détaché du chapeau pendant la dépose n'a finalement pas posé de problèmes. À mesure qu'il montait à la surface, les mouettes se chargeaient de faire le nettoyage.

La graisse contenue dans la cavité du moyeu nous a cependant causé plusieurs maux de tête. Nous avons décidé au préalable d'essayer d'en extraire le plus possible avant d'ouvrir le moyeu. Un jet de vapeur a été injecté dans le moyeu par un trou de boulon pour tenter d'amollir la graisse et un tuyau d'aspiration a été attaché à un autre trou pour la recueillir. Les raccords qui avaient été fabriqués à cet effet étaient très perfectionnés et la théorie nous semblait valable, mais la pratique s'est avérée bien différente. Le tuyau s'est rapidement obstrué et les récipients utilisés pour recueillir la graisse ont bientôt tous été remplis d'eau huileuse.

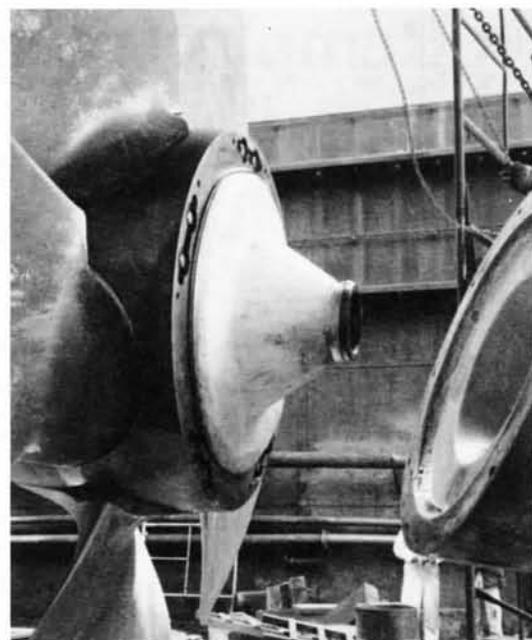


Figure 2. Une fois le chapeau d'hélice enlevé (à droite), on peut voir le suif blanc pressé contre le moyeu. La réalisation de cette opération sous l'eau exige une planification rigoureuse afin d'empêcher le chapeau (rempli de caoutchouc mousse) de remonter hors de contrôle à la surface.

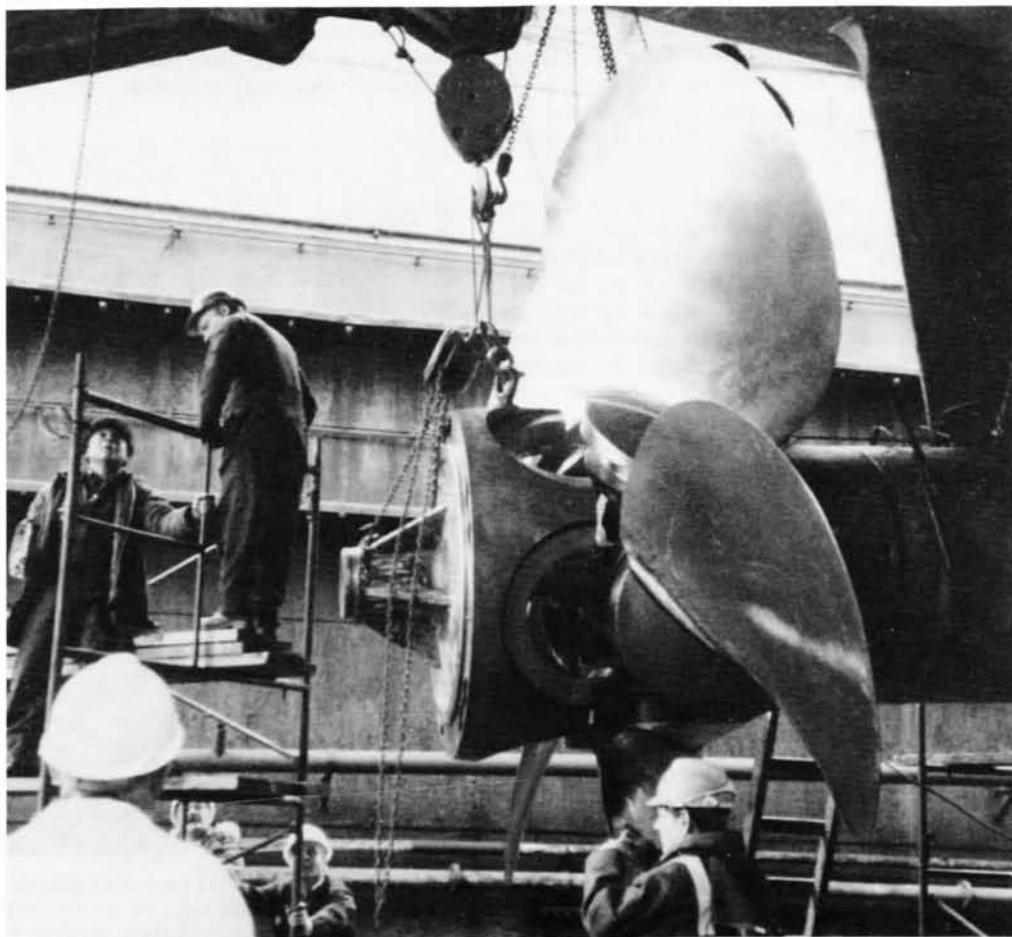


Figure 3. La section arrière du moyeu est déposée, découvrant la chape et les pieds des pales.

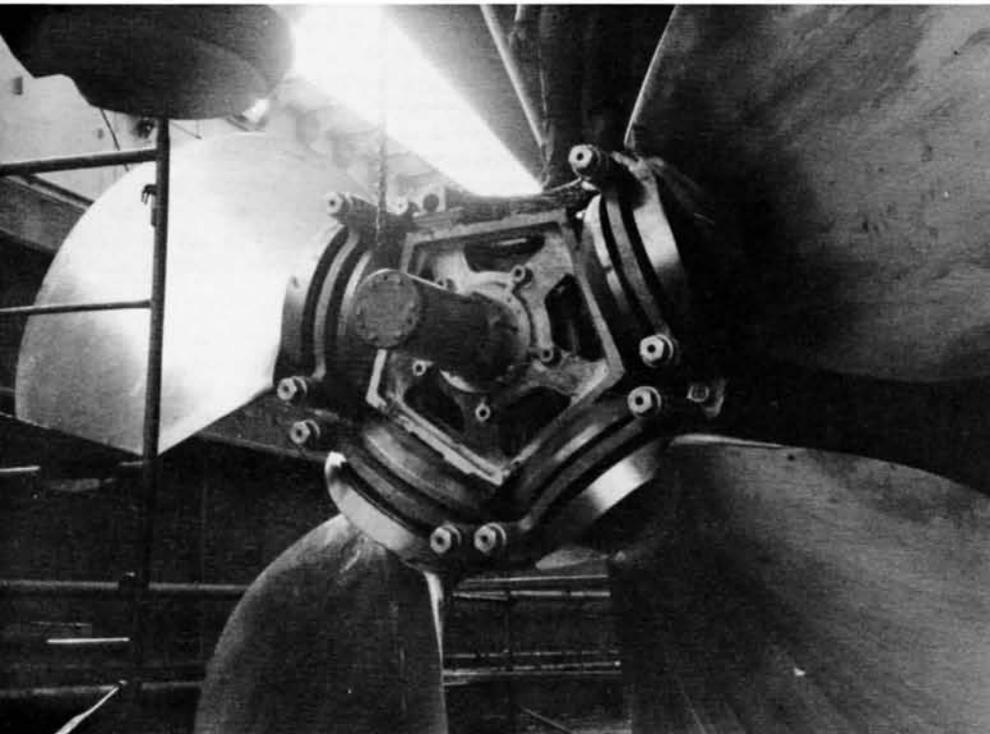


Figure 5. Une première pale est enlevée. Il est très important que le plan de la chape soit aussi droit que possible durant l'opération sous l'eau.

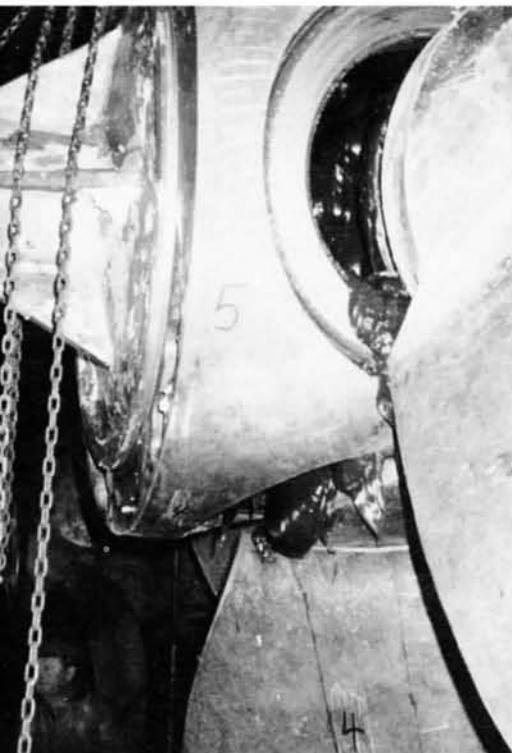


Figure 4. La graisse contenue dans le moyeu, qui s'était répandue librement hors de la cavité lors de l'opération en cale sèche, n'a pas causé de problèmes particuliers lorsque le moyeu a été ouvert sous l'eau.

Ce problème a accaparé la majeure partie de la deuxième journée. Ayant à la mémoire l'opération de dépose du moyeu en cale sèche, durant laquelle la graisse s'était répandue partout (figures 3, 4), nous craignions que nous ne serions plus en mesure de continuer. Finalement, nous avons décidé de tenter un geste audacieux : enlever le moyeu et voir ce qui adviendrait. Un deuxième barrage anti-huile a été installé par mesure de précaution et les boulons d'accouplement ont été enlevés. Avant d'ouvrir le moyeu, un tuyau de succion a été positionné près de la fente pour recueillir le plus de graisse possible. Nous aurions pu nous épargner cette peine. L'eau froide, la consistance de la graisse et l'effet de flottabilité ont aidé à retenir la graisse dans le moyeu. Seule une mince pellicule d'huile s'est formée à la surface.

Cela nous semble parfaitement logique à présent mais si nous étions soulagés, nous étions aussi un peu embarrassés d'avoir dépensé tant de temps et d'efforts là-dessus. Nous commençons à penser que nous avions trop planifié pour ce travail en essayant de prévoir toutes les situations possibles. Nous avons vite changé d'idée le lendemain lorsqu'il s'est présenté un problème que nous n'avions pas envisagé.

Nous avons donc débuté le troisième jour en procédant à l'enlèvement des pales (figure 5). Le berceau a été attaché à une première pale et le palan accroché aux lanières. Tout le gréement avait été installé comme pour le remplacement d'une hélice de navire à vapeur, mais nous avons découvert que la distance entre le bout de la pale et la coque du 280 est

plus courte que sur un DDE. Le gréement pour les deux navires n'était pas le même et le palan arrivait au bout de la course avant d'avoir atteint une hauteur suffisante.

C'était un oubli frustrant. Il semblait que, quoi que nous tentions, rien ne fonctionnait. Les lanières de levage ont été raccourcies et le palan a été gréé et regréé jusqu'à ce qu'il ne nous manque plus qu'un demi-pouce. Il était difficile d'accepter que le travail soit retardé jusqu'à ce que l'on reçoive l'équipement approprié — ou pire, que nous soyons obligés de tout abandonner ; c'est à ce moment-là que quelqu'un a remarqué que deux petites rondelles installées sur le crochet du palan empêchaient celui-ci de monter plus loin contre le moufle. Une fois les rondelles enlevées, nous avons juste assez de jeu.

L'hélice du 280 se présente sous forme d'un ensemble complet, équilibré à l'usine par le fabricant ; donc, bien que seulement trois des pales étaient endommagées, nous devions les remplacer toutes les cinq. Elles devaient aussi être installées dans le moyeu dans un ordre donné afin que la bonne distribution du poids soit assurée. Nouveau pépin, cependant : les numéros des pales ne correspondaient pas ; apparemment, on nous avait envoyé une pale dépareillée. Mais grâce au travail acharné de quelques individus, nous avons pu obtenir la bonne pale le jour suivant.

Une fois le moyeu enlevé et la graisse nettoyée, nous nous sommes attaqués à la chape et aux pieds des pales. Les ajustements très précis (figures 6, 7) ne nous ont pas causé des problèmes lors de la dépose mais nous étions inquiets pour la pose. Les ajustements entre le logement de la pale et le bloc, et entre le pale et les paliers du moyeu sont mesurés en millièmes de pouce. Le mouvement de l'eau contre les grandes surfaces des pales rendait celles-ci extrêmement difficiles à manoeuvrer, et nous devions absolument éviter tout dommage aux surfaces des paliers.

Le trafic autour du *Huron* a été étroitement contrôlé par le MPSM et des blocs de bois et des cales ont été utilisés à profusion pour stabiliser le travail. L'exultation engendrée par l'enlèvement de la première pale n'a été surpassée que par celle de sa réinstallation. Il a fallu 75 minutes pour remplacer la première pale ; la cinquième l'a été en 30 minutes. Le vendredi, les plongeurs avaient remplacé toutes les pales, et le lundi, nous étions prêts à reposer le moyeu.

Cela s'est avéré plus difficile que nous l'avions d'abord prévu. Les goupilles de guidage qui avaient été fabriquées pour la circonstance avaient grandement aidé à stabiliser le moyeu mais elles laissaient trop de jeu et ne nous ont été d'aucun secours pour aligner les deux parties du moyeu. Celles-ci doivent être alignées en dix points simultanément et c'est tout à l'honneur des plongeurs, qui ont fait preuve de beaucoup de persévérance et de patience, d'y être parvenus dans des conditions difficiles.

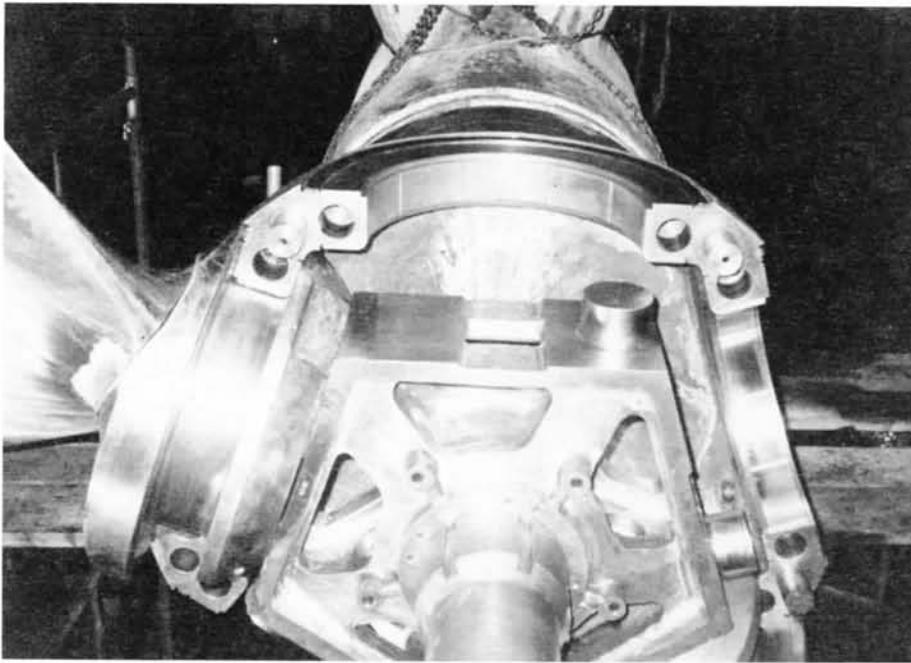


Figure 6. Une vue rapprochée de la goupille de la chape et du palier de la section avant du moyeu. Notez la précision de l'ajustage de la pale.

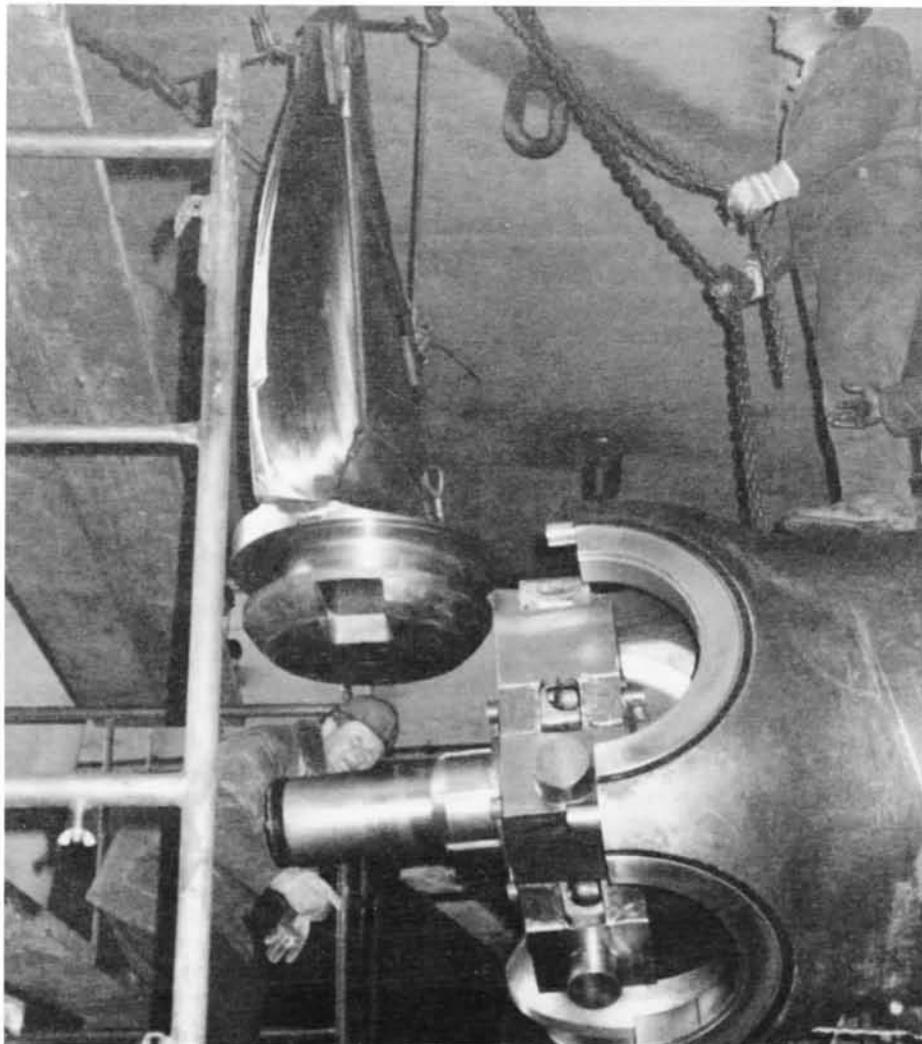


Figure 7. Une nouvelle pale est amenée en position. Les ajustements précis entre le logement des pales et le bloc et entre les pales et les paliers du moyeu rendent les opérations de remplacement des pales très délicates.

Les deux sections du moyeu sont assemblées au moyen de boulons à filetage fin serrés à 3 400 lb-pi. Il existe une technique pour serrer des boulons sous l'eau : il faut serrer, attendre un certain temps pour permettre à l'eau emprisonnée autour des filets de s'échapper puis resserrer à nouveau. Cette méthode aurait occasionné un délai de plusieurs jours. Nous avons résolu, avec l'approbation de la DMGE, de percer des trous de  $\frac{3}{8}$  po. au centre des boulons pour obtenir immédiatement le couple de serrage voulu.

Dès lors, nous avons pu compléter l'opération rapidement et sans incident. En tout, il nous a fallu 8 jours et 38 heures de plongée (environ 150 heures-personnes sous l'eau) pour faire le travail. En dépit des difficultés que nous avons dû surmonter, l'opération s'est déroulée beaucoup plus rondement que nous ne l'avions anticipé. Le succès de l'opération a été le résultat des efforts de plusieurs personnes, mais nous tenons à exprimer notre reconnaissance tout particulièrement au PM1 Mantel et à son équipe de plongeurs ainsi qu'à monsieur Al Hudson et à son équipage de la barge-grue.

En définitive, la technique de remplacement de l'hélice du DDH-280 sous l'eau — développée et éprouvée en si peu de temps — donne au commandement maritime une nouvelle option dans la gestion des opérations d'entretien de la flotte. Même si cette technique n'est destinée qu'à rester exceptionnelle, à n'être utilisée qu'en dernier ressort, il n'en demeure pas moins qu'elle pourra être utilisée en toute confiance si les circonstances l'exigent.



Le lcdr White est officier de project au DMGE 2. Jusqu'à récemment il était l'officier de génie de l'Unité de plongée de la Flotte (Atlantique) stationnée à Shearwater, N.-É.



# Détermination des critères de réception après révision pour améliorer la fiabilité des moteurs électriques

Par Italo Giangrande, ing. et W.A. Reinhardt, ing.

## Sommaire

La qualité de la révision planifiée des moteurs électriques et de leur installation subséquente à bord des navires est indicatrice de leur fiabilité en service. Il s'ensuit que la qualité de la révision reflète dans une certaine mesure les spécifications de l'essai de moteurs après révision (EMAR). Cependant, par le passé, certains entrepreneurs de radoub ont été incapables de satisfaire, à un coût raisonnable, aux spécifications de l'EMAR (ITFC C-03-010-111/TR-000 en date du 8 juillet 1980), qu'on soupçonnait d'être trop strictes. Afin d'élaborer des critères de réception convenables d'analyse des vibrations (AV) et de temps de marche sur élan (TMÉ) dans le cadre de l'EMAR, il a fallu déterminer la relation entre l'essai après installation (EAI) et la fiabilité en service correspondante des moteurs.

Le CETM a mené une étude de fiabilité de plusieurs moteurs électriques critères de réception EMAR et EAI convenables. Cette étude comprenait une analyse statistique des données EMAR et EAI recueillies au cours de ces radoubs. En voici les conclusions:

- Les courbes 'D' et 'D-3' du CETM pour les moteurs des catégories B et A respectivement sont des critères de réception AV EMAR convenables;
- Le temps de marche sur élan (TMÉ) EMAR devrait être conforme à une version modifiée des critères de réception qui est plus distinctive;
- Tout auxiliaire électrique révisé pendant le radoub devrait être soumis à l'EAI.

## Introduction et historique

L'exécution des tâches de maintenance préventive a pour but de réaliser la fiabilité inhérente du matériel. À cette fin, la Marine effectue la révision périodique des machines de bord, y compris des moteurs électriques. De fait, la qualité de la révision et l'installation subséquente à bord des navires sont les principaux facteurs à considérer dans la détermination de la fiabilité en service des moteurs électriques.

Un des plus grands problèmes relatifs à la révision est la détermination de la mesure dans laquelle le moteur doit être révisé. Règle générale, la fiabilité est améliorée par le raffinement des spécifications de contrôle de la révision, mais cela augmente le coût de la révision. De fait, comme l'expérience l'a montré, certains entrepreneurs de radoub ont été incapables de satisfaire, à un coût raisonnable, aux

spécifications de l'essai de moteur après révision (EMAR) définies dans l'ITFC C-03-010-111/TR-000 en date du 8 juillet 1980. On s'est rendu compte que le concept existant de critères de réception communs d'analyse des vibrations (AV) EMAR développés à partir de certains moteurs critiques révisés était trop strict et peu pratique pour tous les moteurs de bord. D'autre part, l'utilisation de limites de réception AV EMAR affectées en propre à chaque type de moteur risque de s'avérer compliquée et probablement injustifiable du point de vue économique. Afin d'établir des normes plus économiques, on a groupé les moteurs selon leur puissance et leur importance (criticalité) à bord des navires comme suit:

- Catégorie A.** Moteurs (conformes aux normes militaires et commerciales) supérieurs à 5 hp et essentiels à l'exploitation et à la sécurité du navire; après révision, ils doivent répondre aux niveaux supérieurs des critères de réception AV EMAR proposés.
- Catégorie B.** Autres moteurs de puissance intégrale (conformes aux normes militaires et commerciales); après révision, ils doivent répondre à des critères AV EMAR moins stricts.
- Catégorie C.** Tous les moteurs fractionnaires (militaires et commerciaux) et certains moteurs commerciaux (non critiques) de faible puissance; après révision, ils doivent répondre à des critères AV EMAR moins stricts. Normalement, les moteurs de cette catégorie ne sont pas révisés mais remplacés.

Des critères de réception AV EMAR moins stricts pour les moteurs de catégorie B étaient proposés selon un certain nombre de facteurs, y compris des limites acceptables de déséquilibre de rotor, des tolérances raisonnables d'assemblage des moteurs, des niveaux maximaux de vibration de moteurs considérés comme étant révisés de façon satisfaisante et l'enveloppe des vibrations de IRD Mechanalysis pour machines en bon état (ouvrages de référence 1, 2). Ces critères correspondent à la courbe de catégorie B, représentée à la

figure 1. La courbe de catégorie A pour les moteurs de catégorie A est située à 6 VdB au-dessous de la courbe de catégorie B (ouvrages de référence 3, 4).

Pour raffiner les critères de réception EMAR et améliorer la fiabilité des moteurs, le CETM a mené une étude de fiabilité de plusieurs moteurs électriques révisés dans le cadre des radoubs en série IV et V.

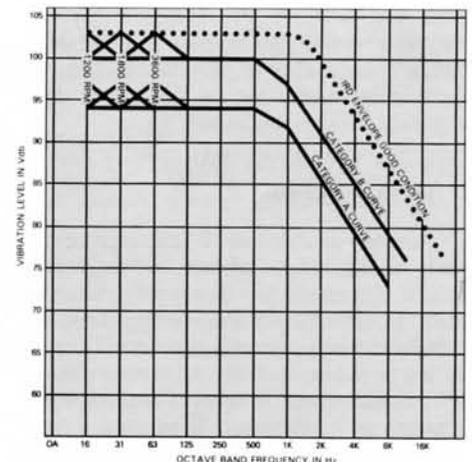


Figure 1. Courbes de réception AV EMAR du CETM pour moteurs des catégories A et B d'après l'ouvrage de référence 3.

## Objectifs de l'étude de fiabilité

Voici les objectifs de fiabilité de cette étude:

- Contrôler l'efficacité des spécifications de l'EMAR en mettant les résultats de l'EMAR en corrélation avec la fiabilité des moteurs;

- b. Confirmer ou modifier les critères existants de réception AV et TMÉ EMAR en étudiant l'AV EMAR des radoubs;
- c. Déterminer l'efficacité de l'AV de l'essai après installation (EAI);
- d. Définir les limites de réception en conséquence.

#### Méthode de l'analyse statistique

Afin d'obtenir des critères de réception représentatifs, on a choisi des radoubs en série effectués par plusieurs entrepreneurs en révision. De plus, on considérerait que des critères de réception AV EMAR économiques devraient admettre une exigence de remise en état de 20%. Avec la collaboration des Détachements des services techniques des Forces canadiennes (DSTFC), des Unités de génie naval (UGN), de l'équipage des navires et des réparateurs-représentants des services techniques du CETM, on a préparé des copies des résultats de l'EMAR sous forme de certificats d'exécution et de rapports subséquents de défaillance de moteur en service. Les certificats d'exécution renfermaient les niveaux AV EMAR et le temps de marche sur élan (TMÉ) des roulements après rodage pour les moteurs seulement. De même, dans la mesure du possible, on a recueilli les données de l'EAI et de l'essai après radoub (EAR). Essentiellement, les données brutes ont été divisées en deux bases de données distinctes:

- a. AV EMAR, AV EAI
- b. TMÉ EMAR

Aux fins de l'analyse, il était supposé que toute l'information relative à l'étude était exacte. Néanmoins, une de nos préoccupations était la difficulté d'établir le lien entre les défaillances en service des moteurs et l'origine de ces défaillances. Pour régler ce problème, on a employé une méthode d'évaluation par intuition pour déterminer la pertinence de la défaillance. Ainsi, toutes les défaillances de nature électrique attribuées à des facteurs environnementaux, comme des interrupteurs défectueux et l'infiltration d'eau, et(ou) les défaillances signalées qui ne faisaient pas l'objet de l'AV EMAR et EAI ont été exclues des statistiques. On a élaboré des programmes informatiques pour comparer l'AV et le TMÉ EMAR avec leurs critères de réception respectifs et pour calculer et lister les résultats statistiques.

#### Critères de réception EMAR améliorés

Les critères de réception proposés ont été révisés à l'aide des données EMAR et EAI recueillies du radoub en série IV, de celui du NCSM Nipigon et de celui du NCSM Assiniboine. En voici les résultats principaux:

- a. Les courbes 'D-3' et 'D' du CETM, qui sont représentées aux figures 2a et 2b, sont des critères de réception AV EMAR plus appropriés que les courbes des catégories A et B. Ces courbes tiennent compte des variations de vitesse;

b. L'essai de rodage des roulements de moteur de 1, 5, 10, 20 et 30 minutes est économique et suffit pour déterminer la tendance du TMÉ. Un TMÉ très court est un indice fiable de roulements de durée de vie réduite, mais l'occurrence d'une seule réduction de la tendance du TMÉ est trompeuse. Par ailleurs, il existe une relation entre des roulements de durée de vie réduite et les TMÉ après le rodage de 30 minutes qui sont inférieurs au tiers des valeurs moyennes établies pour les moteurs;

- c. L'exécution de l'EAI de tous les auxiliaires électriques révisés, dans le cadre du programme de radoub, réduirait considérablement le nombre de défaillances en service et améliorerait ainsi la fiabilité des moteurs (ouvrage de référence 5).

Basée partiellement sur ces résultats, la nouvelle norme améliorée sur la révision des moteurs électriques D-03-002-006/-SG-000 (publiée en 1984 par le DMGE-6 et mise à jour en 1986) comportait les exigences suivantes:

- a. Pour les moteurs de catégorie A, les niveaux AV EMAR doivent respecter la courbe 'D-3' du CETM;
- b. Pour les moteurs de catégorie B, les niveaux AV EMAR doivent respecter la courbe 'D' du CETM;
- c. Le TMÉ des roulements doit augmenter après chaque période de rodage successive de 1, 5, 10, 20 et 30 minutes (ouvrages de référence 6, 7).

#### Détermination des critères de réception EMAR et EAI

L'analyse des critères de réception EMAR et EAI révisés a été effectuée à l'aide des données recueillies du reste des radoubs choisis de la série V et d'autres révisions. Ces radoubs comprenaient ceux du NCSM *Saguenay* (1985), du NCSM *Preserver* (1985), du NCSM *Gatineau* (1986), du NCSM *Mackenzie* (1987), du NCSM *Provider* (1987) et les travaux de révision effectués par Peacock Inc.

#### Critères de réception AV EMAR des moteurs des catégories A et B

Un résumé individuel et collectif des statistiques AV EMAR pour les moteurs des catégories A et B de chaque navire est représenté au tableau 1. En total, 594 moteurs ont été soumis à l'AV EMAR; en voici les résultats:

- a. Pour les moteurs de catégorie A, les données AV EMAR étaient comparées à la courbe D-3 (voir figure 2a) du CETM. De plus, des limites de 3 VdB inférieures à la courbe D-3 du CETM, désignées courbe D-6 du CETM, étaient utilisées comme référence. Comme le montre le tableau 1, 368 moteurs appartenait à la catégorie A; sur ce nombre, 311 (86%) respectaient la courbe D-3 du CETM.
- b. Pour les moteurs de catégorie B, les données AV EMAR étaient comparées avec la courbe D (voir figure 2b) du CETM. Comme dans le cas des moteurs de catégorie A, des limites de 3 VdB inférieures à la courbe D du CETM,

SHIP	REFIT YEAR	MOTOR CATEGORY	# UNITS	# PASSED			% PASSED		
				ACCEPTANCE CRITERIA			ACCEPTANCE CRITERIA		
				D	D-3	D-6	D	D-3	D-6
SAGUENAY	1985	A	13	N/A	9	1	N/A	69.2	7.7
		B	15	12	11	N/A	80	73.3	N/A
GATINEAU	1986	A	19	N/A	16	10	N/A	84.2	52.6
		B	49	45	35	N/A	91.8	71.4	N/A
PRESERVER	1986	A	37	N/A	23	12	N/A	62.2	32.4
		B	54	49	31	N/A	90.7	57.4	N/A
PROVIDER	1987	A	47	N/A	32	23	N/A	68.1	48.9
		B	56	45	40	N/A	80.4	71.4	N/A
MACKENZIE	1987	A	12	N/A	11	10	N/A	91.7	83.3
		B	54	54	52	N/A	0	96.3	N/A
PEACOCK	1986-87	A	238	N/A	217	201	N/A	91.2	84.5
TOTAL		A	368	N/A	311	261	N/A	84.5	70.9
		B	226	203	168	N/A	89.8	74.3	N/A

Tableau 1. Résumé des statistiques AV EMAR

désignées courbe D-3 du CETM, étaient utilisées comme référence. Comme le montre le *tableau 1*, 226 moteurs appartenant à la catégorie B; sur ce nombre, 203 (90 %) respectaient la courbe D du CETM.

c. Par ailleurs, les références décrites ci-dessus se sont avérées trop strictes et inappropriées. Par conséquent, on prévoit que, pour une qualité de révision acceptable conforme à l'ITFC

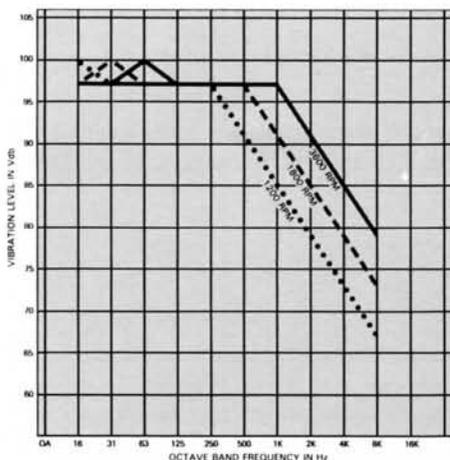


Figure 2a. Critères de réception AV EMAR D-3 du CETM pour moteurs de catégorie A montés sur amortisseurs seulement.

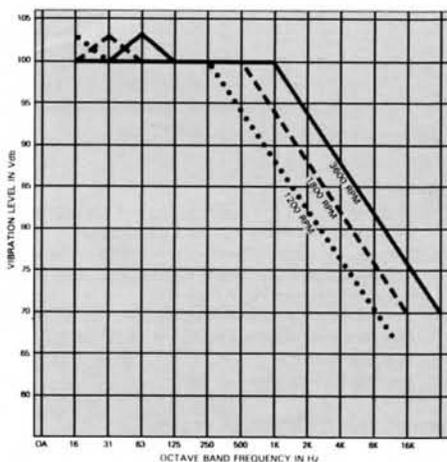


Figure 2b. Critères de réception AV EMAR D du CETM pour moteurs de catégorie B montés sur amortisseurs.

D-03-002-006/SG-000 et une exigence de remise en état admissible de 20 %, les courbes D-3 et D du CETM pour les catégories A et B respectivement constituent des critères de réception AV EMAR valables et économiques.

### Efficacité de l'AV EAI pour les programmes de radoub

Le *tableau 2* est un résumé des résultats obtenus pour les données AV EAI recueillies sur le NCSM *Saguenay*. Les moteurs étaient jugés insatisfaisants lors de l'EAI s'ils ne répondaient pas aux normes AV moins strictes pour moteurs de bord. Ces normes consistaient en jusqu'à 10 % des lectures de vibration réparties au hasard dans la gamme « modérée » des normes ou la courbe D du CETM pour les moteurs non visés par le programme AV. Sur les 23 moteurs soumis à l'EMAR et à l'EAI, 14 ont réussi l'AV EMAR, mais n'ont pas réussi l'AV EAI.

Cela confirme l'importance de l'EAI dans le programme de radoub pour augmenter la fiabilité en assurant une installation et un alignement corrects. En outre, il existait une corrélation de 89 % lorsque les moteurs réussissaient l'AV EAI et l'AV EMAR correspondante, comparativement à ceux qui ne réussissaient pas l'AV EMAR. Même s'il était jugé essentiel d'inclure l'EAI dans le programme de radoub, il était impossible de confirmer des critères de réception AV EAI définis pour les moteurs sans normes d'utilisation à bord des navires à cause des difficultés rencontrées dans la collecte des données AV EAI brutes.

### Corrélation d'AV EMAR et d'AV EAI avec les défaillances en service des moteurs

Le *tableau 3* énumère les défaillances en service des moteurs à la suite des radoub. Il donne les résultats de l'EMAR et de l'EAI correspondants en indiquant la réussite ou l'échec. La corrélation est déterminée selon la pertinence du défaut (voir Méthode) et (ou) selon que le moteur est soumis à l'EMAR ou à l'EAI.

Sur 27 corrélations indiquées, 24 (~90 %) défaillances en service étaient en corrélation avec l'EMAR ou l'EAI correspondant. Parmi celles-ci, trois étaient attribuables à des défauts d'installation. Il est supposé que la corrélation aurait été supérieure si les données AV EAI

correspondantes avaient été disponibles. Il est évident que les critères existants de réception AV EMAR et une installation appropriée permettraient d'éliminer 90 % des défaillances en service.

### Critères de réception TMÉ EMAR

Un résumé des résultats statistiques des TMÉ EMAR est donnée au *tableau 4*. Le *tableau 5* représente la relation entre une réduction du TMÉ pendant les périodes intermédiaires de rodage des roulements de 1, 5, 10 et 20 minutes et les défaillances de moteur en service correspondantes.

Sur un total de 63 moteurs avec une seule réduction du TMÉ, 8 moteurs ont fait défaut en service, mais la défaillance d'un moteur seulement était attribuable à un défaut du roulement (plus probablement au montage de roulement). Voilà pourquoi une seule réduction du TMÉ pendant le rodage intermédiaire des roulements devrait être admissible puisqu'elle n'est pas représentative d'un défaut de roulement. En effet, cette tolérance augmenterait l'efficacité d'environ 98 % en empêchant des rejets inutiles. Ce pourcentage est calculé à partir des résultats du *tableau 4*, où les moteurs dont le TMÉ tend à augmenter pendant la période de rodage intermédiaire des roulements représentent 89 % du total et encore 9 % accusent une seule réduction du TMÉ.

Nous avons comparé les TMÉ EMAR après la période de rodage des roulements de 30 minutes avec le tiers du TMÉ moyen (TMÉ moyen 30 min  $\times 1/3$ ) et avec la moitié du TMÉ moyen (TMÉ moyen 30 min  $\times 1/2$ ) établis pour les moteurs révisés. Le nombre de moteurs qui n'ont pas atteint au moins l'une ou l'autre limite de contrôle est indiqué au *tableau 6*.

L'efficacité du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/2$  comparée avec celle du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/3$  est mesurée pour les cas où il y a une augmentation du nombre de défaillances du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/3$ . L'efficacité du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/2$  est désignée Y (oui) si la non-atteinte du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/2$  était conforme soit à une défaillance de moteur en service signalée soit à la non-atteinte des limites de contrôle AV EMAR; autrement, l'efficacité était désignée N (non).

La limite de contrôle du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/2$  entraînait le rejet de 5 % de plus de moteurs que celle du TMÉ moyen 30 min  $\times 1/3$ , comme le montre le *tableau 4*, mais avec une augmentation notable de 67 % de l'efficacité (voir *tableau 6*).

Bien que, pour le rodage de 30 minutes des roulements, le TMÉ moyen 30 min  $\times 1/2$  soit une limite de contrôle efficace, il est difficile à utiliser parce que les données comportant les TMÉ moyens de tous les moteurs révisés ne

MOTOR CATEGORY	UNITS SUBJECTED TO POMT AND PIT	UNITS FAILED PIT AND PASSED POMT	UNITS PASSED PIT AND PASSED POMT	UNITS PASSED PIT AND FAILED POMT	CORRELATION* %
A	14	7	6	1	86
B	9	7	2	0	100
TOTAL	23	14	8	1	89

\* Correlation exists when motors passed the PIT VA and the corresponding POMT VA as opposed to not passing the POMT VA.

Tableau 2. Résultats de l'AV EAI pour le NCSM Saguenay

sont pas facilement accessibles aux entrepreneurs en révision. Par contre, on considérait qu'un TMÉ court après le rodage de 30 min pouvait être un indice fiable d'une durée de vie réduite. Aux fins de l'analyse, le TMÉ après le rodage de 30 min était défini comme étant « court » s'il ne dépassait pas le TMÉ après le rodage de 20 min de plus de trois secondes. Ce TMÉ est désigné TMÉ court 30 min.

La méthode consistait à identifier, après le rodage de 30 min, tous les moteurs dont le TMÉ n'atteignait pas au moins le TMÉ moyen  $30 \text{ min} \times 1/2$ . Il était supposé que la limite de contrôle TMÉ moyen  $30 \text{ min} \times 1/2$  avait une efficacité de 100 % ; c.-à-d. que le non-respect de la limite de contrôle correspondait à des roulements de moteur défectueux. Les TMÉ des roulements rodés pendant 30 min étaient ensuite comparés avec le TMÉ court 30 min. Sur un total de 56 moteurs identifiés comme n'atteignant pas au moins le TMÉ moyen  $30 \text{ min} \times 1/2$ , 46 présentaient un TMÉ court 30 min, soit une corrélation de 82 %. Étant donné qu'une corrélation de 80 % est plus que satisfaisante, il est établi que, après le rodage des roulements de 30 min, le TMÉ doit être supérieur de trois secondes au TMÉ après le rodage correspondant de 20 min.

UNIT	NEI NUMBER	MOTOR	FAULT	POMT	PIT	RELEVANCY	CORRELATION
1	E28116	AFTER CAPSTAN MTR.	DRUM SWITCH	P	P	N/A	Y
2	E27793B	WATER SERVIC PUMP	BEARINGS	P	F	A	Y
3	E27415-03	#3 HULL FIRE PUMP	BEARING	P	P	A	N
4	E28116-0	AFTER CAPSTAN MTR.	WINDING	F	-	A	Y
5	E28116-B	AFTER CAPSTAN MTR.	HIGH CURRENT READING	-	-	A	Y
6	E27414	BILGE PUMP	PUMP CEASED	P	-	N/A	Y
7	E29244B	FAN 45-1	BEARING	F	-	A	Y
8	E27992B	SW PUMP	PUMP CEASED	P	-	N/A	Y
9	E27334B	#4 H&F PUMP	BEARING	F	-	A	Y
10	E29233A	FAN 3J1	WATER INGRESS	P	-	N/A	Y
11	E29243A	FAN 2&3	BEARINGS	F	-	A	Y
12	E29244A	FAN 2D2	BEARINGS	F	-	A	Y
13	E28235-0	HOIST/LVFRMG SET	CUMMUTATOR	F	-	A	Y
14	E29225	RADIO CODING ROOM MTR	WINDINGS	F	-	A	Y
15	E24230B	ASTERN GUARD VALVE MTR	WINDING	F	-	A	Y
16	E29227-0	HW CIRC PUMP MTR	WINDING	P	-	A	N
17	E27137-2	75T CHILTO UNIT MTR	WINDING	F	-	A	Y
18	E25335-1	#1 FORCED DRAFT FAN MTR	INSULATION	P	-	N/A	Y
19	E27279-1	FAN FCWT 490FL	BURNT MTR	P	-	A	N
20	E25454-1	MAIN EXTRACTION PUMP PORT	BEARINGS/MISALIGNMENT	P	-	A	Y *
21	E25454-2	MAIN EXTRACTION PUMP STBD	BEARINGS/MISALIGNMENT	P	-	A	Y *
22	E28290-1	AMMO HOIST DOOR	WINDING	P	-	A	Y
23	E29236-2	GALLEY EXHAUST FAN	BEARINGS	F	-	A	Y
24	E29236-7	GALLEY FAN	WINDING	F	-	A	Y
25	E29266	VANE AXIAL FAN	BROKEN LEAD	P	-	N/A	Y
26	E29236-2	VANE AXIAL FAN A3	WINDING	F	-	A	Y
27	E28290-2	AMMO ELEVATOR	WINDING	F	-	A	Y

NUMBER OF NO CORRELATION (N) =	3
NUMBER OF YES CORRELATION (Y) =	24
TOTAL INDICATED CORRELATION =	27
% CORRELATION WITH POMT VA =	88.8%

#### REMARKS

- The POMT and PIT VA results are denoted by:  
P: passed F: failed - not tested
  - Relevancy indicates whether the motor was subjected to POMT or PIT and if the fault is associated to POMT or PIT.
  - The correlation is determined according to the relevancy of the fault and/or if subjected to POMT or PIT.
- \* Attributed to installation fault.

Tableau 3. Corrélation des défaillances de moteurs en service avec l'AV EMAR et avec l'AV EA1

'30 MINUTE % RDT AVG.'	MTRS. PASSED '30 MIN % RDT AVG.'		MTRS. ATTAINING AN INCEASING RDT TREND		MTRS ATTAINING 1 DECREASE IN RDT TREND		MTRS ATTAINING MORE THAN 1 DECREASE IN RDT TREND	
	#	%	#	%	#	%	#	%
	33	718	97	659	89	68	9	15
50	686	92	(1) TOTAL NUMBER OF MOTORS = 742  (2) RDT TREND FOR INTERMEDIATE BEARING RUN-IN PERIODS OF 1, 5, 10, AND 20 MINUTES					
67	639	86						
75	596	80						
85	543	73						
90	498	67						
100	401	54						

Tableau 4. Résultats statistiques globaux du TMÉ EMAR

NEI CODE	# UNIT	RUN TIME(min)	IN-SERVICE FAILURES	RELEVANCY
E25326	1	5	1	-
E25333	1	5	-	-
E25339	1	10	-	-
E25344	1	10	-	-
E25350	1	20	-	-
E25352	1	20	-	-
E25407	1	20	-	-
E25432	1	20	-	-
E25441	1	10	-	N
E25454	1	20	(INSTALLATION FAULT)	-
E27269	1	10	1	-
E27371	1	10	-	-
E27376	1	5	-	-
E27378	1	5	-	-
E27400	1	10	-	-
E27415	1	5	1 (BEARING FAILURE)	Y
E27477	1	20	-	-
E27497	2	10, 5	-	-
E27515	3	20, 5, 10	1 (PUMP)	N
E27522	2	20, 5	-	-
E27615	1	10	-	-
E27628	2	20, 10	1	-
E27692	1	20	-	-
E27742	1	20	-	-
E27743	2	20, 20	-	-
E27825	1	10	-	-
E28109	1	5	-	-
E28116	1	10	1 (POMT)	N
E28235B	1	20	1 (POMT)	N
E28235C	1	20	-	-
E28290	2	20, 5	2 (POMT)	N
E28376	4	20,20,20,20	-	-
E29206B	1	5	-	-
E29232	1	5	-	-
E29234	1	10	-	-
E29238	1	5	-	-
E29245	2	20, 20	-	-
E29247	1	10	-	-
E29255	1	20	-	-
E29266	2	20, 20	1 (BROKEN LEAD)	N
E29292	2	20, 20	-	-
E29334	1	20	2 (POMT)	N
E38111	1	5	-	-
E38140A	2	20, 10	-	-
E39116	1	10	-	-
E70913F	1	10	-	-
E94139	1	20	-	-
E38139	2	20	-	-
E39117	1	20	-	-

NEI	FAILURES TO '30 MIN.% RDT AVERAGE'		POMT	FAILURE REPORT	EFFECTIVENESS
	33%	50%			
E25339	0	1	F	N	Y
E25350	1	6	F (6)	N	Y
E25518	0	2	P	N	N
E27374	3	3	F (2)	N	
E27414	1	2	P	Y (2)	Y
E27497	0	1	P	N	N
E27511	0	2	F (1)	N	Y
E27513	1	1	P	N	
E27749	0	2	P	N	N
E28109	0	1	P	N	N
E28290	2	2	F (1)	Y	
E28291	2	2	P	N	
E29231	1	1	P	Y (3)	
E29233	0	1	P	Y (1)	Y
E29234	0	1	P	N	N
E29235	1	3	P	Y (3)	Y
E29236	1	2	F (2)	Y (2)	Y
E29239	2	3	P	N/A	
E29255	0	1	P	N/A	
E29263	2	2	P	N	
E29265	0	1	P	Y (1)	Y
E29279	0	1	P	Y (1)	Y
E29302	0	1	F (1)	N	Y
E29306	1	2	P	N/A	
E38139	1	2	P	Y (1)	Y
E38140A	0	2	P	N/A	
E39117	0	1	P	N	N
E94107	1	1	P	N	
E94139	1	1	P	N	
E38111	1	1	F (1)	N	
E27515	1	1	P		
E27522	0	2	F (2)	Y	Y
E27641	1	1	P		

- Numbers in brackets denote reported failures.

- N/A - not available, failure reports were not received from HMCS MACKENZIE

- Y - yes, received failure report, N-no

- P - pass POMT VA, F - failed POMT VA

- % effectiveness =  $\frac{\# \text{ of effectiveness indicated with Y (yes)}}{\text{total indicated effectiveness}} = \frac{12}{18} = 0.67 = 67\%$

Tableau 5. TMÉ avec une seule réduction pendant le rodage intermédiaire (1, 5, 10, 20 min) des roulements et défaillances en service correspondantes

Tableau 6. Comparaison du TMÉ moyen 30 m in  $\times \frac{1}{3}$  et du TMÉ moyen 30 min  $\times \frac{1}{2}$

## Conclusion

Manifestement, la fiabilité des moteurs électriques est fonction des critères de réception EMAR et EAI, qui déterminent la qualité de la révision et de l'installation subséquente. Voici les critères de réception d'un moteur révisé, qui ont été établis dans l'étude de fiabilité:

- a. Pour les moteurs de catégorie A, les niveaux AV EMAR ne doivent pas dépasser la courbe D-3 du CETM.
- b. Pour les moteurs de catégorie B, les niveaux AV EMAR ne doivent pas dépasser la courbe D du CETM.
- c. Pour les moteurs des catégories A et B, les TMÉ doivent augmenter avec chaque période de rodage distincte, sous réserve d'une seule réduction admissible pendant le rodage de 1, 5, 10 et 20 min.
- d. Le TMÉ après le rodage du moteur de 30 min doit être supérieur de trois secondes au TMÉ après le rodage du moteur de 20 min.
- e. Les moteurs considérés comme ayant échoué selon le critère décrit au paragraphe d ci-dessus doivent de nouveau être soumis à l'essai TMÉ EMAR. Si un moteur échoue de nouveau, des essais supplémentaires sont nécessaires et on doit alors tenir compte des critères de réception AV et TMÉ EMAR.

Il n'était pas possible de définir des critères de réception globaux AV EAI, mais l'EAI devrait être inclus dans le programme de radoub pour les auxiliaires électriques révisés et devrait respecter

- a. dans la mesure du possible, les normes moins strictes pour moteurs de bord. En d'autres termes, les niveaux maximaux ne doivent pas dépasser les moyennes de l'équipement de bord plus 12 VdB, avec un maximum de 10% des lectures de vibration réparties au hasard dans la gamme «modérée» des normes pour moteurs de bord;

- b. pour les moteurs sans normes pour utilisation à bord des navires, la courbe D du CETM, qui est une ligne directrice représentative pour la réception.



## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les diverses organismes, les DSTFC, les UGN et l'équipage des navires de leur aide et de leur collaboration.

## Ouvrages de référence

1. Rapport du CETM 24/82, «Findings from Overhaul of Seven Electric Motors from HMCS FRASER at NETE», C.A.W. Glew, Eng., 29 octobre 1982.
2. IRD Mechanalysis Inc., Audio-Visual Customer Training, Instruction Manual, «General Machinery Vibration Analysis Chart», 1975.
3. Rapport du CETM 6/83, «Rationalization of Mechanical Repair Balancing and Vibration Test Procedures on Overhauled Electric Motors (Final Report)», C.A.W. Glew, Eng., 4 mars 1983.
4. C.A.W. Glew et W.A. Reinhardt, «The Development of Vibration and Rundown-Time Norms as a Quality Control Tool for Overhauled Electric Motors», *Maritime Engineering Journal*, septembre 1985, pp. 33-48.
5. Rapport du CETM 21/84, «The Effectiveness of the Post Overhaul Test for Electric Motors — Progress Report to Dec. 83», C.A.W. Glew, Eng. 7 septembre 84.
6. Rapport du CETM 28/85, «Post Overhaul and Post Installation Tests on Electric Motors of HMCS NIPIGON Aug. 1984», C.A.W. Glew, Eng., 15 oct. 1985.
7. Rapport du CETM 26/87, «Determination and Improvement of Overhauled Electric Motor Reliability», P. Wong, Eng., 29 mai 1987.



*Italo Giangrande est un ingénieur de projet au Centre d'essais techniques (Mer) à Lasalle (Québec).*



*W.A. Reinhardt est le chef (DMGE-6) de la section des systèmes navals de production et de distribution d'énergie électrique.*

## 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.

# Incident technique:

## *Génératrice à turbine à gaz Solar de DDH-280*

### Introduction

Au cours d'un exercice, une turbine à gaz Solar de DDH-280 a grippé, apparemment en raison d'un problème de palier. Au retour du navire à Halifax une semaine plus tard, le moteur devait faire l'objet d'un remplacement.

### Événements subséquents

Le navire fut immobilisé à son arrivée et son retour à la mer n'était pas prévu pour un certain nombre de semaines. Ceci permit au personnel du navire de remplacer la turbine Solar avec méthode, sans avoir à trop se presser.

À la première journée de travail, on a enlevé l'enveloppe, défait les raccordements et déboulonné la turbine de ses supports. Le jour suivant, la turbine fut amenée au hangar et une turbine neuve installée à sa place. Le matériel auxiliaire nécessaire fut démonté de la vieille turbine et installé sur la nouvelle. Ce matériel comprenait le vieux purgeur du compresseur.

Concouramment à cette activité, le personnel du chantier entreprit de travailler sur place sur l'enveloppe de la même turbine

Solar. Afin d'éviter les dommages par des corps étrangers, le personnel du navire laissa la toile d'emballage de protection autour de l'entrée du compresseur pendant le travail. Le remplacement de la turbine se fit sans encombre et le chantier termina son travail sur l'enveloppe quelques jours plus tard.

La turbine, maintenant prête pour un essai, fut mise en marche, mais n'atteignit que 60 % de son régime avant de déclencher à la fin du temps de démarrage prévu. On tenta à plusieurs reprises de relancer la turbine, mais en vain.

On a cru que le purgeur, qui est conçu pour empêcher le compresseur de s'arrêter pendant le démarrage, pouvait être la cause du problème. En effet, il avait été démonté de la vieille turbine et les symptômes semblaient indiquer que ce purgeur pouvait être défectueux. On installa un purgeur neuf et on reprit le démarrage de la turbine. À nouveau, celle-ci ne put atteindre que 60 % de son régime avant de déclencher. On discuta du problème en long

et en large, même les manuels de la turbine Solar étaient avariés d'indices à ce sujet.

Finalement, le chef de la salle des machines auxiliaires décida de vérifier l'admission du compresseur pour voir si la toile de protection avait été retirée. (Toutes les personnes présentes croyaient que quelqu'un d'autre avait déjà fait ce travail). On déposa le panneau de l'enveloppe et voilà!... la toile était encore bien à sa place pour empêcher le passage de corps étrangers (ainsi que de l'air nécessaire) dans le compresseur. La toile fut enlevée et la turbine fut lancée avec succès.

### Domages aux machines

Les dommages étaient minimes; seul un filtre d'entrée du compresseur était déformé.

### Leçon

Une bonne technique de vérification aurait évité cet incident... mineur heureusement.



# Essai de dépose du moteur principal de la FCP

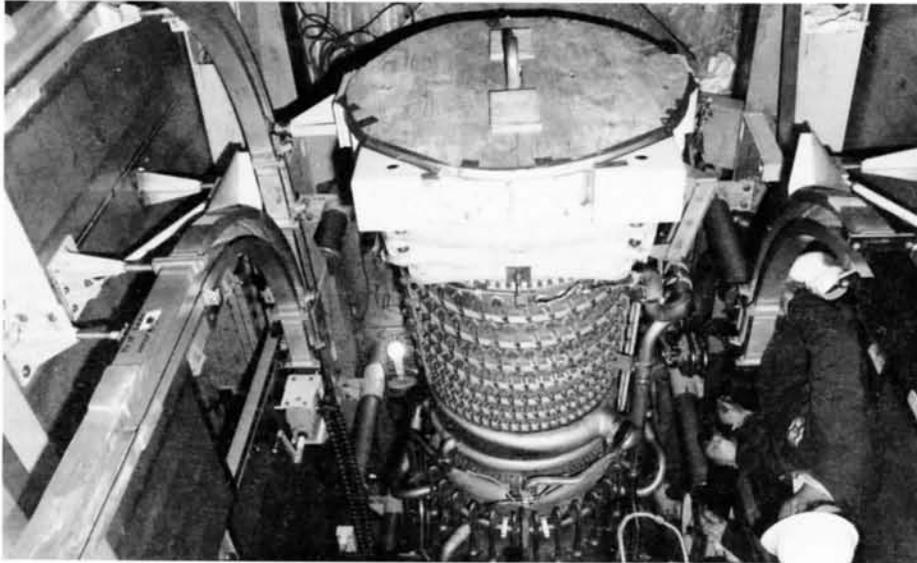


Fig. 1. Le générateur de gaz repose dans la gaine de l'enveloppe. Les jonctions du passage et les voies de guidage juste au-dessus de la courbe montante sont clairement visibles.



Fig. 2. Une bonne vue de l'extrémité turbine du générateur de gaz, maintenant sorti de la gaine de l'enveloppe. Le palier n° 6 a été revêtu d'une feuille de plastique, car il s'agit de la pièce la plus vulnérable du générateur de gaz, lorsqu'ainsi découvert.

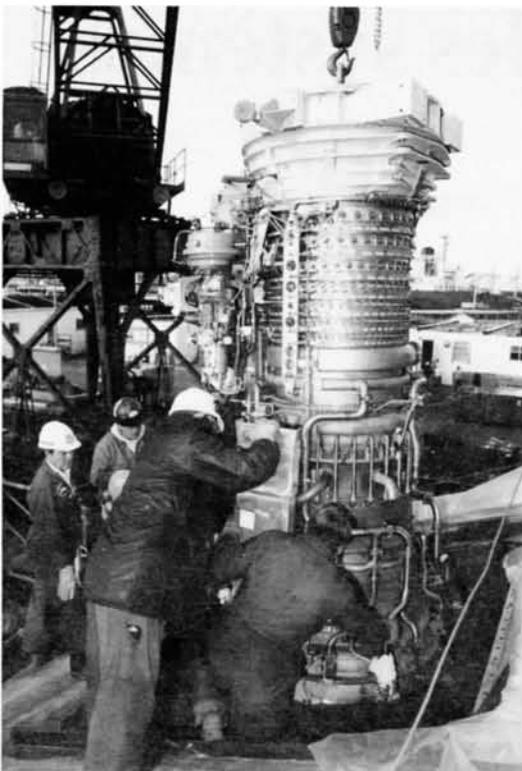
par le Lt(N) Cliff Wardle  
DMGE 2 Section turbine à gaz, QGDN

En décembre dernier, le personnel de la Saint John Shipbuilding Ltd. et de la General Electric ont terminé un essai de dépose du moteur de la FCP à bord du *Halifax*. Après une semaine de préparatifs, l'équipe réussit avec succès à retirer le générateur de gaz LM-2500 par la gaine d'entrée d'air de la turbine à gaz du navire.

La construction de l'entrée d'air facilite la dépose du générateur LM-2500 du navire (elle est beaucoup plus facile que le hissage d'une turbine FT-4 hors d'un DDH-280). Le dessus du logement d'entrée peut être retiré sans problèmes, ce qui permet de pouvoir sortir le moteur par le haut du navire, en le tirant tout droit.



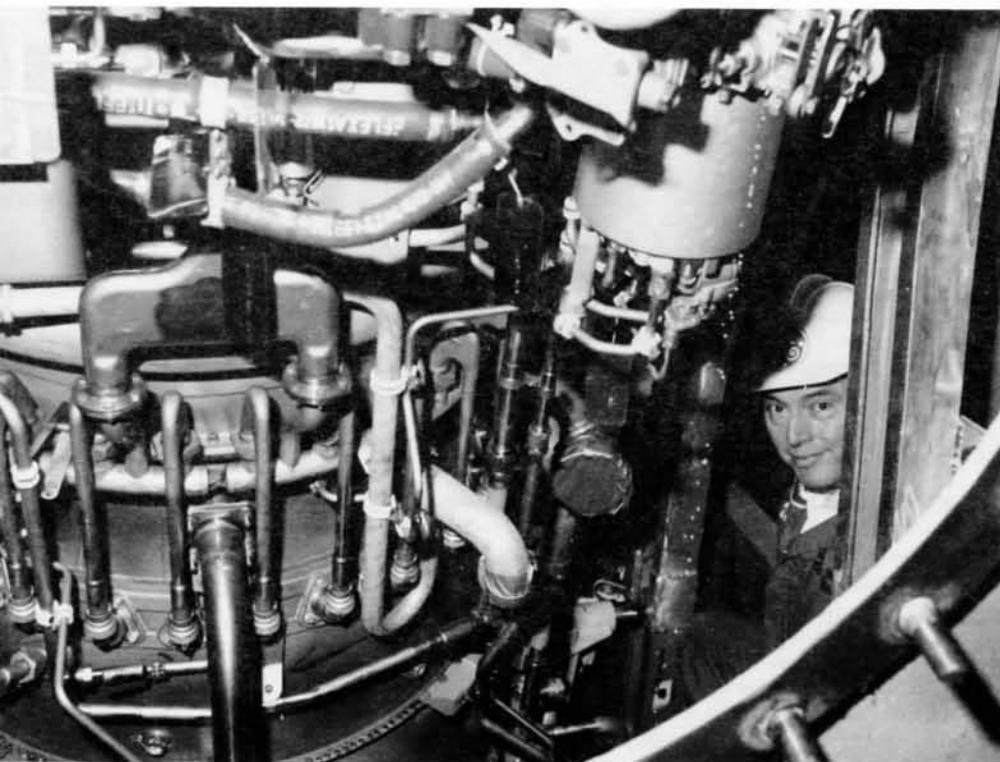
Fig. 3. Des écarts minimes comme ceux-ci peuvent être facilement mesurés avant la dépose au moyen d'une jauge appropriée.



**Fig. 6.** À mesure qu'il sort du logement d'entrée, le générateur de gaz est guidé par les rallonges des voies bâbord qui sont visibles au centre de la photo.



**Fig. 5.** Vue en plan du générateur de gaz sur le palan à chaîne alors qu'il quitte la région critique.



**Fig. 4.** Le représentant du service d'entretien de la flotte GE, Bill Greenlaw, sourit alors que le moteur sort de la région critique des entrées d'air.

Pour manoeuvrer le générateur de gaz dans les gaines, trois voies de guidage (deux à bâbord et une à tribord) ont été installées temporairement le long de la trajectoire des prises d'air. Les deux voies de guidage bâbord se prolongent au-dessus du logement d'entrée pour maintenir la stabilité du générateur à mesure que celui-ci est hissé hors du navire.

Pendant les opérations normales, cette procédure devrait permettre la dépose et la repose d'un moteur en 48 heures.



# L'entière responsabilité des systèmes est-ce la solution ?

Par le capitaine (M) Roger E. Chiasson

## Introduction

J'ai consacré une très grande partie de ma carrière dans la Marine à la construction et à la réparation des navires. J'ai fait partie de l'équipe de supervision aux chantiers Davie à Lauzon (Québec) pendant la construction des DDH 282 et 283. J'ai agi à titre de chef du 201<sup>e</sup> DSTFC chez Vickers à Montréal au plus fort de la période de radoub des destroyers du programme DELEX et, plus récemment, j'ai occupé le poste d'administrateur du projet de radoub des navires (DMGM 3) au QGDN.

Avec cette expérience, il semblait logique que je sois ensuite affecté au poste d'administrateur adjoint de projet (construction) de la Frégate canadienne de patrouille. Mais quand, à l'été 1987, je me suis joint à l'équipe chargée du projet, je me suis bien vite rendu compte que les nouvelles frégates étaient construites selon des règles complètement différentes de celles que je connaissais. On avait mis en place un programme d'assurance de la qualité beaucoup plus complet que ceux qu'on appliquait dans les chantiers navals canadiens, mais je connaissais déjà un nouveau concept appelé « responsabilité complète des systèmes » qu'on appliquait à l'acquisition de nouveaux navires.

J'étais heureux de voir qu'une industrie canadienne avait fini par adopter des normes élevées d'assurance de la qualité, car jusqu'alors, cet aspect avait toujours été quelque peu négligé par l'industrie. Mais, je n'étais pas convaincu que l'industrie soit en mesure d'assumer l'entière responsabilité des systèmes d'un navire qui satisfierait aux exigences de rendement, sans avoir reçu des instructions et des directives précises du MDN. Je n'étais pas certain que l'industrie soit capable de remplir cette tâche, et je craignais en outre que la Marine ne puisse accepter ce qui semblait être une renonciation à son droit de regard sur l'aspect technique du projet.

## Contexte

Le processus d'acquisition des navires a bien évolué au cours des quarante dernières années. Pendant les années cinquante et soixante, les navires étaient construits dans des chantiers canadiens, selon des plans de la Marine et à l'aide de matériaux fournis par le gouvernement. Bien que les contrats aient eux aussi évolué au cours des années, depuis les contrats en régie intéressée jusqu'aux contrats à primes ou contrats « plafond », les indexa-



tions et le défaut de fournir des plans définitifs avant les étapes de la conception détaillée et de la construction nuisaient considérablement au contrôle des coûts et du calendrier des travaux. La construction était surveillée par un grand nombre de membres de la Marine qui guidaient les entrepreneurs dans l'interprétation des devis, définissaient les normes de travail et jouaient un rôle actif dans la planification, l'établissement du calendrier, les essais et pratiquement tous les autres aspects des travaux. On considérait que la Marine était le seul organisme pouvant assurer la conception fonctionnelle, l'intégration des systèmes, l'acquisition et l'inspection. Le chantier principal exécutait

les plans détaillés qui devaient cependant être approuvés par la Marine. C'était l'époque où les normes militaires surpassaient en complexité l'usage commercial.

En plus de ce « fossé culturel » du point de vue technique entre la Marine et les chantiers canadiens, l'industrie présentait des lacunes graves dans les domaines de l'assurance de la qualité, de la gestion de projet et du soutien logistique intégré. Mais la Marine ne valait guère mieux. Toute lacune relevée au niveau des devis était corrigée sur place par le personnel de surveillance. Les chantiers n'étaient pas poussés à livrer les navires à temps et dans les

limites budgétaires prévues puisque les changements aux contrats ou aux devis étaient apportés par la Couronne et mis en oeuvre en régie intéressée. Il n'est donc pas étonnant que les contrats de construction navale aient été bien connus pour leur manque de respect des budgets et des calendriers.

La réalisation du projet du DDH 280 a entraîné des efforts louables en vue de contrer les lacunes que comportait la méthode d'acquisition des navires. Les contrats d'acquisition des principaux systèmes (entre autres les engins de propulsion principaux, les machines auxiliaires et les principaux systèmes de combat) ont été répartis entre de grands entrepreneurs à qui on demandait de fournir des « ensembles » intégrés. Cependant, l'intégration des systèmes de combat au navire restait la responsabilité du MDN, comme celle de la gestion du projet, du soutien logistique et de la gestion de la configuration. Pour la première fois dans l'histoire de la construction navale au Canada, une norme sévère d'assurance de la qualité (MDN 1015) a été mise au point, mais pour des raisons dont nous ne traiterons pas ici, elle n'a été appliquée qu'avec un succès limité. Disons simplement que l'ancienne méthode de surveillance des travaux de la



Marine a contribué pour beaucoup à la qualité du projet. Mais cette qualité était-elle suffisante? Pourquoi le MDN a-t-il résolu de ne plus jamais recourir à cette méthode au moment de l'acquisition de nouveaux navires?

Bien que certains soutiendront que les DDH 280 étaient bien construits, il faut préciser qu'ils ont été livrés bien avant d'avoir été terminés et qu'ils comportaient un certain nombre de lacunes, principalement parce qu'ils avaient été construits selon des devis et non en fonction d'exigences de rendement. De plus, pour éviter de répéter ce que le gouvernement considérait comme de mauvaises méthodes d'acquisition, le Conseil du Trésor a émis des politiques visant à supprimer les retards constants dans le calendrier des travaux, le

dépassement des coûts et un rendement de l'équipement très inférieur au rendement prévu. On visait à contrer cette tendance en introduisant des principes de gestion de projet et en transférant à l'industrie bon nombre des responsabilités et des tâches assumées auparavant par le gouvernement. Si la Marine voulait de nouveaux navires, elle devait maintenant les acquérir selon des règles complètement différentes.

En plus des problèmes dus aux retards, au dépassement des coûts et à un rendement inférieur à celui qui était prévu, on pensait de façon générale que le MDN n'avait tout simplement pas le personnel nécessaire pour gérer tout le processus d'acquisition des navires, sans que cela nuise à d'autres activités. Par exemple, pendant l'exécution du projet DDH 280, le DGGMM n'a pu s'occuper de grand chose d'autre, y compris du soutien à la Flotte. L'octroi de contrats visant la réalisation complète des systèmes était très controversé et considéré comme une accusation portée contre la Marine et dénonçant son manque d'aptitude à gérer les grands projets d'immobilisations. On le voyait comme une menace à l'ensemble des services techniques de la Marine et, peut-être même, à la Marine elle-même. L'industrie était-elle capable de concevoir, de gérer, de mener à bien et de soutenir des projets d'une telle envergure? Et même si notre réputation restait intacte, serait-il possible d'obtenir en retour un navire efficace?

Nous ne savons pas encore si notre confiance dans l'industrie canadienne était bien fondée. Le concept de l'entière responsabilité des systèmes confiée au maître d'oeuvre est encore à l'essai, et le jugement final ne tombera qu'après les essais et la livraison du navire. Mais comme la construction est déjà bien avancée, nous pouvons dès maintenant peser les mérites de cette aventure qui, jusqu'ici, s'est révélée un succès.

## Discussion

En vertu du concept de l'entière responsabilité des systèmes, l'entrepreneur est clairement tenu de respecter les exigences du projet dans les limites établies de coût, de temps et de rendement technique. Quel rôle reste-t-il donc à la Couronne? Devons-nous nous retirer et regarder tout cela de loin?

Bien sûr que non. Le bureau chargé du projet emploie plus de 240 personnes du MDN et de 65 employés du MAS (en plus du personnel affecté au projet au DGGMM, etc.) pour surveiller les travaux de l'entrepreneur et voir aux intérêts de la Couronne. Cette organisation en apparence importante assure la gestion de tous les changements techniques apportés au contrat en vue de respecter les devis descriptifs et de veiller à ce que la progression des travaux soit conforme aux dispositions du contrat en ce qui touche la qualité et le calendrier. Cet organisme a aussi la tâche très importante de tenir le « client » au courant de la nature du projet par le biais de ce qu'on appelle « diffusion de la conception ».

À cause de la diffusion de la conception et de la surveillance des travaux, il faut inclure dans le contrat la publication d'un grand nombre de *données techniques* d'accompagnement. Ces documents doivent être présentés par l'entrepreneur au bureau de gestion du projet de la FCP qui les étudie, les approuve ou les entérine de toute autre façon. Il y a de plus un grand nombre d'ateliers, de réunions de spécialistes, d'étude de la conception, d'étude des progrès et autres auxquels doivent participer des représentants du BP (de même que du DGGMM et d'autres experts). Le rôle de ces documents et de ces réunions est avant tout d'assurer la gestion du risque inhérent à cette méthode de non-ingérence.

Ce travail de communication verbale et écrite qu'entraîne la préparation des contrats est non discrétionnaire et exige non seulement des ressources considérables, mais crée aussi un conflit potentiel entre l'entrepreneur et le client. Le succès de leur relation repose principalement sur la bonne volonté des personnes en cause.

Ce principe de non-ingérence a été difficile à accepter pour beaucoup des employés des services techniques du MDN. En plus de devoir se fier aux documents techniques et aux réunions pour se renseigner sur la conception de la FCP, les employés sont aux prises avec une stratégie de la mise en garde qui constitue une source supplémentaire de frustration. Le MDN peut signaler à l'entrepreneur les spécifications qui ne sont pas respectées, mais ne peut pas lui dire comment corriger ces lacunes. Cette stratégie, adoptée à l'étape de la définition du contrat, ne devait pas être suivie jusqu'à l'étape de la mise en oeuvre. Néanmoins, elle influence encore le comportement des personnes concernées. Le MDN profite de toutes les occasions qui lui sont données pour fournir des directives constructives quand on lui demande conseil, tout en faisant un effort conscient pour se retenir de diriger l'entrepreneur, de façon à ne pas usurper sa responsabilité.

En confiant l'entière responsabilité des systèmes à l'entrepreneur, il devrait être possible d'acquérir un navire répondant aux spécifications. Mais les détracteurs soutiennent que le maintien de cette entière sacro-sainte responsabilité des systèmes a pris plus d'importance que le produit fini, ou encore que l'acquisition du projet doit passer par un processus inutilement compliqué et coûteux. Ils maintiennent qu'en bout de ligne, c'est la Marine qui assumera la responsabilité (ou qui prendra le blâme) des problèmes de rendement. Malgré les obligations établies en vertu de contrats, ils pensent que le principe de l'entière responsabilité des systèmes ne fonctionnera pas et que c'est la Marine qui devra payer les pots cassés.

Le principe de l'entière responsabilité des systèmes exige une grande discipline; il faut rappeler à tout moment à l'entrepreneur que c'est *lui* le responsable, au moyen d'un système de primes et de clauses de garantie. Il

va sans dire que le succès de cette approche repose jusqu'à un certain point sur la confiance et l'honneur. De son côté, la Marine n'a jamais dû se fier à ce point sur des ressources extérieures, et une telle aventure comporte évidemment certains risques. Par ailleurs, on ne peut pas dire avec certitude que l'aventure échouera ou même que cette méthode d'acquisition comporte des lacunes graves.

Aucun autre projet important d'acquisition de navires dans ce pays n'a jamais été mené à bien par un seul et même centre de conception et d'acquisition. Il appert que ce centre unique est un entrepreneur. Nous devons nous demander si nous aurions pu nous consacrer totalement à cet objectif, advenant le cas où nous aurions décidé de prendre nous-mêmes l'entière responsabilité des systèmes. Je pense que non, et je pense que c'est pour cette raison que nous avons choisi de confier cette responsabilité à un entrepreneur.

La participation du MDN à certains aspects du projet de la FCP a sûrement permis à l'entrepreneur d'éviter de prendre de mauvaises décisions. Même s'il a assumé l'entière responsabilité du projet, le maître d'oeuvre a suivi les conseils de la Marine dans de nombreux secteurs (en dépit des frustrations découlant du manque de directives du client et de la nécessité de produire d'innombrables documents sur la conception). Mais même si les représentants du MDN donnent des conseils, discutent d'un point de vue ou le défendent, seul l'entrepreneur a le mandat et les ressources nécessaires pour décider des compromis techniques. Un plan de bâtiment de guerre résulte toujours d'un compromis (Figure 1) et très peu de décisions techniques ou contractuelles peuvent être prises isolément. À mon avis, en confiant l'entière responsabilité d'un projet à l'entrepreneur, et en le payant en conséquence, nous pourrions faire l'acquisition d'un navire ayant assez d'endurance, de survivabilité, de fiabilité et de rendement et dont la construction aura respecté les contraintes de coût et de temps. Ces facteurs pourront toujours évidemment faire l'objet de discussions pouvant entraîner des compromis ou des améliorations.

En dépit de la complexité de la conception des navires, nous devons assumer qu'un groupe de personnes raisonnablement compétentes et diligentes peut accomplir un travail aussi bien qu'un autre. Nous avons beau prétendre posséder l'expertise et l'expérience de la mer et avoir à coeur l'intérêt de l'utilisateur, nous ne pouvons tout simplement pas mener de front tous les aspects de la conception et de l'acquisition de ces navires. Nous manquons de ressources et, partant de l'aptitude à réaliser la totalité du projet. En donnant à contrat l'entière responsabilité du navire et en fournissant les conseils de nos experts au besoin, je crois que nous obtiendrons un bien meilleur résultat que si nous tentons de réaliser tout le projet nous-mêmes.

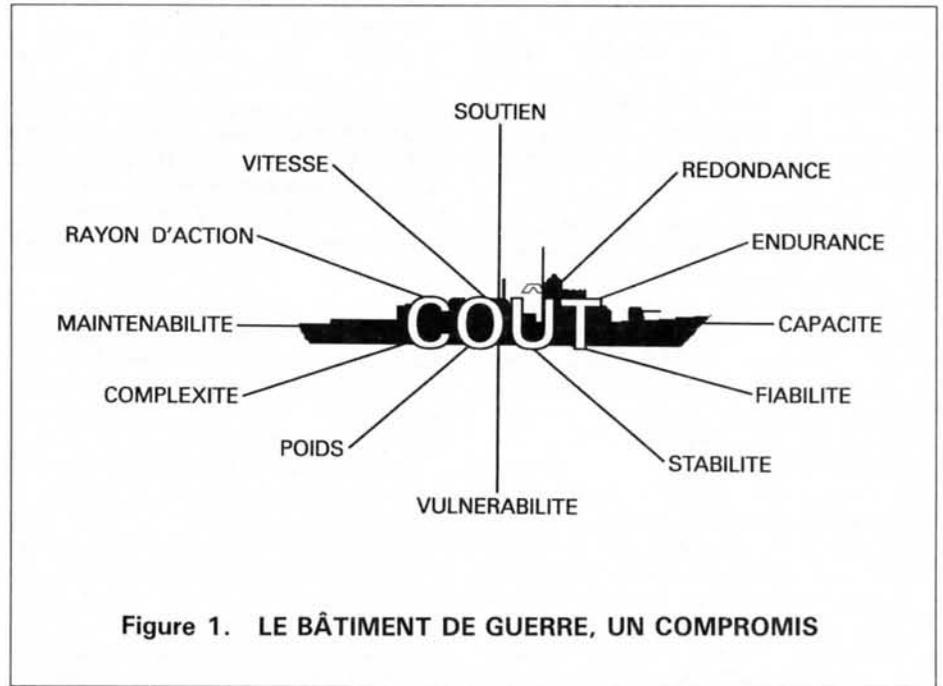


Figure 1. LE BÂTIMENT DE GUERRE, UN COMPROMIS

### Conclusion

Dans toute l'histoire de la Marine et plus particulièrement de l'acquisition de navires, la décision de confier à un entrepreneur l'entière responsabilité des systèmes a été une décision capitale. En plus de céder ce qui avait toujours été une responsabilité de la Marine, nous avons fait un acte de foi en reconnaissant que l'industrie pouvait relever ce défi. Pour paraphraser Winston Churchill, qui a fait part d'un jugement semblable sur la démocratie, on peut dire qu'en confiant l'entière responsabilité des systèmes à l'entrepreneur, nous avons choisi la pire solution, mises à part évidemment toutes les autres solutions. La Marine n'avait vraiment pas le choix.

Maintenant que le premier navire du projet FCP est près d'être terminé, la Marine est mieux en mesure de juger de la confiance qu'elle a démontré envers l'industrie canadienne. Mais jusqu'à la mise en service du *Halifax* et jusqu'à ce que son équipage s'exerce à la manoeuvrer, il serait prématuré de porter un jugement. Mais rien ne nous empêche de faire un pronostic.

Bien que le premier navire de cette classe n'ait pas encore été livré et que nous ayons mis à jour un certain nombre de « divergences de conception » (éléments non conformes aux spécifications), aucun défaut majeur n'est venu ternir notre confiance à l'égard du principe de l'entière responsabilité des systèmes. Les conflits techniques et contractuels ne semblent pas plus difficiles à résoudre pour la FCP que pour tout autre projet et, en fait, notre confiance à l'égard du principe de l'entière responsabilité des systèmes et des critères de rendement ont permis de trouver des solutions intéressantes. De par mon expérience de la construction des navires, je peux dire, malgré mon manque d'objectivité, que la Marine recevra un bon navire.

En résumé, nous pouvons dire que jusqu'ici notre aventure audacieuse dans le domaine de l'application du principe de l'entière responsabilité des systèmes fonctionne bien. Malgré ses imperfections et les frustrations qu'elle entraîne, cette méthode ne met pas en jeu nos possibilités d'acquiescer une FCP parfaitement conforme aux spécifications. Les sceptiques peuvent encore rester sur leur positions, mais ils seront sans doute agréablement surpris des résultats.



Le capitaine Chiasson est directeur adjoint du projet FCP (construction) à Saint-John.

# La proposition d'une structure des groupes professionnels adaptée à la Marine des années 90

Par le Cdr Roger Cyr

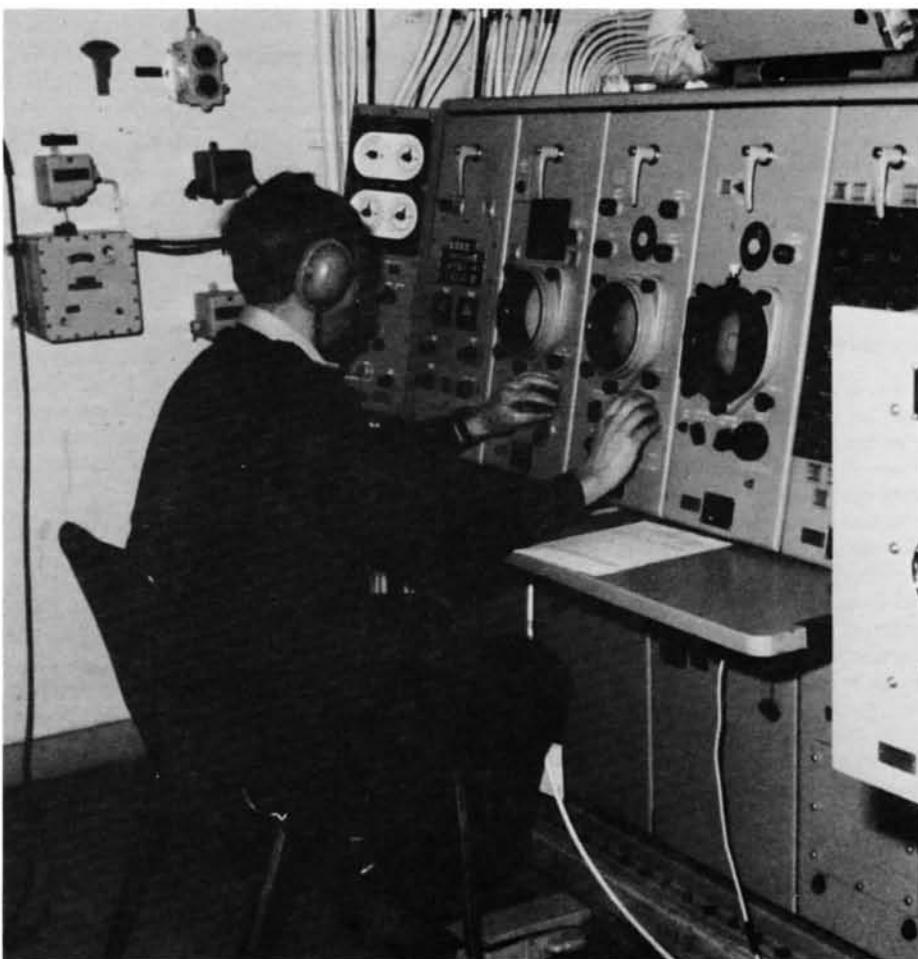
## Introduction

La mise en application des conclusions de l'Étude sur le rendement du personnel non officier de la Marine (ERPNO), en 1985, a permis d'établir la structure des groupes professionnels que nous connaissons aujourd'hui. Le principal changement qui a découlé de l'adoption de l'ERPNO a été l'abandon du principe de la maintenance par l'utilisateur, en vertu duquel les opérateurs recevaient aussi une formation de techniciens et se chargeaient à la fois du fonctionnement et de la maintenance des systèmes qui leur étaient confiés. L'ERPNO a eu pour effet de répartir les fonctions liées au fonctionnement et à la maintenance dans deux groupes professionnels distincts. Mais même si la structure établissant des groupes professionnels distincts permet en fait de bien répondre aux besoins de la flotte actuelle, qui est composée de navires dotés de systèmes de combat limités sur le plan technologique, elle n'est peut-être pas aussi bien adaptée aux besoins de la flotte de l'avenir. En effet, les navires qui formeront la flotte des années 90 seront munis de systèmes de combat complexes et perfectionnés qui, en matière de maintenance, exigeront des niveaux de compétence incompatibles avec l'ERPNO.

## Structure actuelle

Les groupes professionnels établis selon l'ERPNO l'ont été parce qu'on estimait que les niveaux de compétence technique des membres du personnel responsable des systèmes de combat ne leur permettaient pas d'exploiter la technologie utilisée. On a jugé que le niveau de compétence requis tant pour faire fonctionner les systèmes que pour les maintenir en bon état dépassait la capacité d'un seul militaire. En réalité, cette assertion est fondée dans la mesure où elle s'applique à notre flotte de destroyers à vapeur, lesquels sont équipés de systèmes peu perfectionnés tels le système de commandement et de contrôle SARAD (Système automatique de réception-affichage des données) et le radar de veille aérienne AN/SPS-503. Ces systèmes nécessitent toutefois beaucoup de maintenance et utilisent peu la maintenance automatisée et la détection automatique des défaillances.

Au moment même où nous devons utiliser des systèmes peu évolués qui exigent énormément de maintenance, nous sommes en train de perdre nos meilleurs spécialistes en maintenance. Ceux-ci quittent en grand nombre la Marine, surtout parce que leurs compétences



professionnelles en tant que techniciens des systèmes de combat ne sont pas reconnues à leur juste valeur.

## Niveaux de compétence exigés

Les niveaux de compétence qu'exige la maintenance des systèmes électroniques peuvent être répartis en trois catégories selon les connaissances et la formation technique nécessaire:

*Niveau de compétence peu élevé:* Il permet de remplacer des cartes ou des modules défectueux après qu'une défaillance a été découverte au moyen d'un processus automatisé qui comprend un équipement d'essai intégré (BITE) ou un équipement d'essai automatique (ATE). Les travaux de maintenance de ce niveau n'exigent qu'une connaissance limitée de l'électronique, et ils peuvent être exécutés

par l'opérateur du système sans qu'il soit nécessaire de lui donner une formation supplémentaire. Il y a maintenant des systèmes qui nécessitent peu de maintenance (on n'en exige pas), et qui préviennent l'opérateur et lui indiquent la carte ou le module fautif, de sorte qu'il n'a pas besoin d'avoir des connaissances techniques pour pouvoir s'en servir.

*Niveau de compétence moyen:* Il exige que le spécialiste de la maintenance possède une bonne connaissance technique du système, étant donné la nécessité possible de faire une interprétation ou une évaluation des données relatives à la détection automatique. Il correspond à celui de technicien qualifié, soit le niveau de formation actuel de nos techniciens en systèmes de combat.

PLANIFIÉS (Techniciens)		PROPOSÉS (Technologues)	
TACTIQUE	7	CAPTEURS	3
COMMUNICATIONS	4	ARMES	3
ACOUSTIQUE	3	COMMANDEMENT	
ARMES	9	CONTROLE ET	
		COMMUNICATIONS	3
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

Figure 1. FPC  
Équipe de soutien des systèmes de combat

*Niveau de compétence élevé:* Il exige que le spécialiste de la maintenance possède une excellente connaissance technique de l'ensemble du système, ainsi que des interactions de ses divers sous-systèmes ou composants. Il nécessite une formation de technologue du génie.

#### Structure proposée

La structure proposée pour permettre de répondre aux besoins de maintenance des frégates canadiennes de patrouille et des destroyers de classe Tribal modernisés mettrait à profit deux niveaux de compétence technique: le niveau de compétence peu élevé nécessaire pour utiliser des équipements d'essai automatiques (ATE), des équipements d'essai intégrés (BITE) et des moyens de détection des défaillances, et pour procéder au remplacement de dispositifs automatiques ou de cartes comme l'exige le système, et le niveau de compétence élevé permettant de s'occuper des défauts du système qu'il est impossible de détecter à l'aide de moyens automatiques. Compte tenu de la technologie mise en oeuvre dans les systèmes de nos nouveaux navires, le niveau de compétence moyen en matière de maintenance n'est plus nécessaire.

Les fonctions de maintenance qui correspondent au niveau de compétence peu élevé seraient accomplies par l'opérateur, qui deviendrait ainsi un utilisateur capable d'effectuer certains travaux de maintenance. À bord d'un navire, il arrive qu'à certains moments, les compétences des opérateurs sont très en demande, tandis que dans d'autres circonstances, ce sont les compétences des spécialistes de la maintenance qui sont très recherchées. En outre, ces compétences ne sont pas habituellement ou nécessairement en demande en même temps. Par exemple, lorsque le navire est dans un port, l'opérateur n'a que peu de travail à accomplir, mais il y a beaucoup à faire pour que toutes les tâches de maintenance prévues et nécessaires soient exécutées. C'est ainsi que l'opérateur serait en mesure de s'acquitter des travaux de maintenance qui exigent un niveau de compétence peu élevé lorsqu'il aurait la possibilité de le faire, étant donné que ces travaux n'exigent que des connaissances techniques limitées.

Les travaux de maintenance qui exigent un niveau de compétence élevé seraient confiés à un Technologue — Génie des systèmes de combat (TGSC). En raison de la diversité et de la complexité des systèmes modernes, les Technologues — Génie des systèmes de combat devraient être répartis en trois spécialités: les TGSC (Capteurs) recevraient une formation spécialisée en traitement des signaux, les TGSC (Armes), une formation spécialisée en électromécanique, et les TGSC (Commandement et contrôle (Communications)), une formation spécialisée touchant les réseaux de données et leur architecture.

À bord d'un navire, l'effectif de TGSC varierait selon la quantité d'équipement propre à la classe à laquelle appartient ce navire. Par exemple, on évalue à neuf le nombre de Technologues — Génie des systèmes de combat qui feraient partie de l'équipage de la frégate canadienne de patrouille, par rapport à l'effectif prévu de 23 techniciens (Tableau N° 1).

Les Technologues — Génie des systèmes de combat (TGSC) seraient recrutés de deux façons: Le plus souvent, ils auraient reçu une formation subventionnée dans des établissements d'enseignement techniques civils; ils s'enrôleraient dans la Marine en qualité de matelots-chefs après l'obtention de leur diplôme. Il y aurait aussi un programme d'enrôlement direct en qualité de matelot-chef dans le cas des civils qui détiennent un diplôme de technologue. Les TGSC enrôlés directement suivraient une courte période de formation pratique qui correspondrait à l'emploi spécialisé prévu pour eux.

Au contraire de la situation actuelle où les techniciens reçoivent une formation d'opérateur assez poussée, les TGSC, tout au long de leur carrière, n'accompliraient que des tâches de techniciens. Les opérateurs de systèmes de combat, par contre, tout en exerçant principalement des fonctions propres aux opérateurs, auraient à exécuter certains travaux de maintenance exigeant un niveau de compétence peu élevé.

Les groupes professionnels relatifs aux opérateurs de systèmes de combat seraient modifiés et deviendraient les suivants: Radio,

Conduite du tir, Guerre électronique, Radar et Sonar. Le nombre d'opérateurs de systèmes de combat resterait le même à bord des navires, mais tout l'entraînement de ces groupes professionnels serait modifié de manière à y incorporer une formation en matière de maintenance, que cette maintenance exige une compétence peu élevée ou une compétence moyenne.

La Marine royale étudie présentement la possibilité de restructurer ses groupes professionnels de combat à la lumière de l'expérience acquise pendant le conflit des îles Malouines. Selon cette nouvelle structure, tous les opérateurs de systèmes de combat suivraient un entraînement de spécialistes de la maintenance pour des travaux exigeant un niveau de compétence moyen. La maintenance de ces systèmes serait effectuée par des technologues qui seraient enrôlés en vertu d'un programme d'enrôlement indirect, en qualité de mécaniciens de systèmes de combat.

#### Conclusion

Les frégates canadiennes de patrouille et les destroyers modernisés de la classe Tribal seront équipés d'une foule de systèmes perfectionnés, à la fine pointe de la technologie. Il faut donc restructurer les groupes professionnels relatifs au combat pour qu'ils correspondent davantage à la réalité et nous permettent une utilisation maximale de nos ressources humaines limitées.



Le commandeur Cyr est Chef de la section des techniques informatiques navales (DSCN 8) au QGDN.



# Rétrospective:

## La cloche du *Kapuskasing*

*L'histoire d'une ville du nord de l'Ontario et d'un navire de la marine canadienne qui portaient le même nom, il y a près de 50 ans.*

*Par le lcdr Brian McCullough*

La ville de Kapuskasing (Ontario) se montre digne de sa devise: *Oppidum Ex Silvis* — « Ville née de la forêt ». Un souvenir de la Marine royale canadienne est bien la dernière chose que l'on s'attendrait à trouver dans cette région boisée qui s'étend à 800 km au nord de Toronto.

Pourtant, c'est exactement ce qu'on y découvre. Et dans un train, s'il vous plaît!

Le train ne va jamais nulle part. Depuis 1971, il abrite le musée de la ville. Mais parmi les objets qui sont exposés dans l'un des wagons, il y en a un qui surprend: la cloche de bronze gravée d'un dragueur de mines de la marine canadienne en service durant la Deuxième Guerre mondiale.

L'objet jette une note insolite dans cette région forestière. Mais curiosité ou non, la cloche du NCSM *Kapuskasing* est tout à fait à sa place.

C'est en 1943 que l'association du navire et de la ville a commencé. Au début de cette même année, le gouvernement fédéral avait offert aux localités d'« adopter » des navires de la marine canadienne. La ville de Kapuskasing sauta sur l'occasion et présenta une demande en ce sens au quartier général de la Défense. Peu de temps après, la ville se voyait accorder la permission d'adopter un dragueur de mines de la classe *Algerine* alors en construction à Port Arthur (maintenant Thunder Bay).

Le comité d'adoption du navire, présidé par le conseiller municipal Angus Anderson, lança une campagne de souscription. La campagne permit de recueillir quelque 2 300 \$ pour offrir à l'équipage des agréments qui devaient rendre la vie plus facile à bord. C'était une contribution généreuse si l'on pense que la ville ne comptait que 3 700 habitants à peu près en 1943.

En juillet de la même année, plusieurs membres du comité se rendirent à Port Arthur pour assister au baptême et à la mise à l'eau du navire qui s'appelait comme leur ville. Treize mois plus tard, le 17 août 1944, le NCSM *Kapuskasing* était mis en service au sein de la Marine royale canadienne sous le numéro d'enregistrement officiel J326.

Le navire arriva à Halifax au début de septembre et on lui fit immédiatement subir des modifications pour le service d'hiver dans l'Atlantique Nord. Le 1<sup>er</sup> octobre, le bâtiment



La cloche du *Kapuskasing*. (photo Laura Wallace).

quittait Halifax à destination des Bermudes pour entreprendre un programme de préparation, mais pendant qu'il était dans ces parages, il eut la malchance d'entrer en collision avec la frégate NCSM *Hallowell*. Le navire fut réparé aux Bermudes, puis revint au Canada en novembre pour devenir le bâtiment principal du groupe d'escorte W-1 de la Force d'escorte de l'Ouest.

Comme le *Kapuskasing* était entré en scène plutôt tardivement dans les opérations de guerre, sa contribution à l'effort allié a été forcément modeste. Mais il était indispensable, tout comme les autres bâtiments de classe *Algerine* et les corvettes du groupe d'escorte W-1.



Le NCSM *Kapuskasing* en 1944. Les bâtiments de la classe Algerine étaient des dragueurs de mines, mais les bâtiments canadiens n'étaient pas dotés d'appareils de dragage. (photo M-1259 MDN)

Pendant huit mois, il escorta surtout des convois côtiers entre Halifax, New York et St. John's. Mais il a aussi assuré la sécurité de convois océaniques en provenance et à destination de points de rendez-vous au large de Terre-Neuve. Pendant tout ce temps, les citoyens de Kapuskasing (Ontario) se tinrent au courant des activités du navire et fournirent diverses commodités.

Le *Kapuskasing* était en mer le jour de la victoire en Europe et il continua son service jusqu'à ce que tout danger d'action ennemie soit écarté. Lorsque la Force d'escorte de l'Ouest fut dissoute, en juin 1945, le navire fut mis en réserve pour entretien à Sydney où il passa cinq mois avant de regagner Halifax pour y subir des travaux de radoub. Le 27 mars 1946, le service naval actif du *Kapuskasing* étant terminé, la marine désarma le bâtiment pour l'affecter à la réserve disponible.

Un an et demi plus tard, la cloche du navire fut présentée à la ville de Kapuskasing. Une garde d'honneur constituée de vétérans de la marine sous le commandement du lieutenant (ingénieur-mécanicien) Dick défila pour la cérémonie au club social de la ville. Un matelot de 1<sup>ère</sup> classe sonna la cloche huit fois pour marquer la fin de la carrière de la cloche dans la marine, puis le maire d'alors, M. Alex Stevenson, sonna un coup pour annoncer le début de sa carrière civile.

Le maire, acceptant la cloche au nom des habitants de la ville, exprima sa fierté de ce qu'un navire de la marine canadienne ait porté le nom de sa ville. « La cloche nous rappellera le souvenir des nombreux jeunes Canadiens qui ont servi dans la marine, et en particulier ceux qui ne sont pas revenus. »

En 1949, le *Kapuskasing* était cédé au ministère des mines et des ressources. Il fut modifié pour la recherche océanographique et il fut utilisé dans ce rôle pendant plus de 20 ans



Le *Kapuskasing* après sa transformation en navire océanographique. (W.R. Crosby/MDN/Archives nationales du Canada/PA-171393).





Le *Ron Morel Memorial Museum*, à Kapuskasing, où est conservée la cloche du navire. Pour les mordus du chemin de fer, la locomotive 5107 du CN était la plus grosse locomotive à vapeur dans le nord de l'Ontario, et elle a fait son dernier service entre Cochrane et Kapuskasing en 1961. (photo *Laura Wallace*)

sur la côte Atlantique et dans le golfe Saint-Laurent. En 1972, il fut déclaré excédentaire et remis à la marine. Six ans plus tard, le 3 octobre 1978, il était remis en mer pour servir de cible et être coulé.

#### *Remerciements*

Je tiens à manifester ma gratitude à Mme Veronica Duzcek, conservateur du *Ron Morel Memorial Museum*, à Kapuskasing. Mme Duzcek m'a aimablement permis de voir l'exposition de la cloche et de consulter les archives trois semaines avant la date d'ouverture annuelle du musée, et elle m'a par la suite fourni des détails historiques sur la cloche auxquels je n'avais pas eu accès au cours de ma visite de mai.



## Bulletin d'information

### *Simulation d'une explosion nucléaire*

Le premier juin, des ingénieurs de la DGGMM ont assisté, au polygone de White Sands (Nouveau-Mexique) à la détonation d'explosifs chimiques lors de la simulation d'une explosion nucléaire. Ils ont pu alors constater les effets d'une telle explosion sur des installations et de l'équipement navals.

L'essai, qui porte le nom de *Miser's Gold*, était le cinquième d'une série de simulations d'explosion nucléaire mené par la *U.S. Defense Nuclear Agency* depuis 1976; la DGGMM participait pour la quatrième fois à l'expérience. Plus de 2 440 tonnes de nitrate d'ammonium et de fuel-oil, soit l'équivalent d'une charge nucléaire d'une puissance de quatre kilotonnes, ont été utilisées lors de cet essai.

Dans le cadre de *Miser's Gold*, la DGGMM a parrainé 18 expériences, qui pour la plupart ont servi à évaluer les effets de l'onde de choc et de la secousse terrestre sur l'équipement des superstructures et à éprouver la nouvelle technologie dans le domaine des superstructures. Un système d'enregistrement numérique que la marine doit employer pendant les essais de la FCP a aussi été évalué et jugé satisfaisant.



## Évaluation intérimaire du DEVAL du NaMMs

Les premières indications de l'évaluation du *Naval Maintenance Management System* pour les destroyers, qui est présentement en cours à bord du NCSM *Huron*, sont que la DEVAL est un succès. L'évaluation intérimaire qui a débuté en mars dernier a tenu compte d'informations obtenues par voie d'entrevues, d'études et de données d'emploi.

Le système consiste en un réseau de dix postes de travail munis de micro-ordinateurs plus un serveur de fichiers de Digital Equipment/Rugged Micro-VAX II. Les logiciels de gestion d'entretien ont été écrits, en dBase III, par Fleetway Consulting Services Inc. Dans l'ensemble, le Système de gestion des équipements s'occupait de trois activités dans la gestion d'entretien: le Registre de données des équipements; les Fiches d'exécution d'entretien et le Contrôle de fonctionnement des équipements.

Malgré quelques problèmes initiaux de démarrage, l'estimation a fait ressortir l'accueil chaleureux du système de la part de l'équipage, qui a adapté sa routine de travail en faveur du système automatisé d'enregistrement. Certains éléments du système, comme le Registre électronique de données des équipements (le Kalamazoo), ont reçu une approbation enthousiaste de plus de 90 % du personnel pour la façon dont ils font économiser travail et temps.

## La phase de définition de projet pour les navires de défense côtière

Deux entreprises ont été retenues pour établir les plans de la phase de définition de ce projet. Cette phase, d'une durée d'un an, a pour but de choisir les plans d'une de ces deux compagnies pour la construction et le support de douze navires pour la défense des côtes canadiennes. Ces deux entreprises sont Canadian Shipbuilding & Engineering Ltd. et Fenco Engineers Inc. (une filiale à part entière de Lavalin). Elles auront jusqu'au mois de juillet 1990 pour soumettre au gouvernement leurs propositions.

Les navires de défense côtière, qui seront acquis sous le Projet d'acquisition de systèmes anti-mines pour la Réserve navale (PASARN), fourniront à la marine des navires capables de patrouiller et de surveiller nos côtes en assurant, de plus, une défense anti-mines adéquate. L'équipage de ces navires sera principalement composé de membres de la Réserve navale canadienne. La livraison du premier navire est prévue pour le mois d'avril 1993.

En plus des douze navires de défense côtière, le PASARN obtiendra séparément l'équipement de dragage de mines pour les navires auxiliaires de défense anti-mines *Moresby* et *Anticosti*, qui ont été mis en service en mai dernier. Le PASARN obtiendra également des mines d'exercice et de l'équipement de support de plongée.

## Bravo!

Toutes nos félicitations au Lcdr Kevin Woodhouse et au Cdr Darryl Hansen.

L'article du Lcdr Woodhouse intitulé « Le mystère du carter d'engrenages du *Saguenay* » (RGM, janvier 1989) a en effet été repris dans le numéro d'avril de la Revue technique maritime; quant à l'article du Cdr Hansen intitulé « Frégates canadiennes de patrouille — Qui s'intéresse à l'assurance de la qualité? » (RGM, avril 1989), il paraîtra de nouveau, cette fois dans le numéro de la *Revue de l'assurance de la qualité* qui sera publié à l'automne.

