



Défense
nationale

National
Defence

Revue du Génie maritime

juin 1997



Construction des NDC en photos

Plus :

- *Tribune libre : maintenir l'équilibre*
- *Rétrospective : le projet «Mermaid»*

Coin de l'environnement :



(M. Gingras Photo)

**Mario Gingras, ingénieur
en environnement à la DSN-4, près
du nouveau broyeur de déchets
du *Protecteur*.**



Revue du Génie maritime

Établie en 1982



Directeur général
Gestion du programme
d'équipement maritime
Commodore F.W. Gibson

Rédacteur en chef
Capitaine(M) Sherm Embree
Directeur - Soutien et gestion maritimes
(DSGM)

Conseiller à la rédaction
Cdr Don Flemming
Officier des projets spéciaux du DGGPEM

Directeur de la production / Renseignements
Brian McCullough
Tel.(819) 997-9355
Télécopieur (819) 994-9929

Rédacteurs au service technique
Lcdr Keith Dewar (Mécanique navale)
Lcdr Marc Lapierre (Systèmes de combat)
Simon Igici (Systèmes de combat)
Lcdr Ken Holt (Architecture navale)

Représentants de la Revue
Cdr Jim Wilson (FMAR A)
(902) 427-8410
PM1 G.T. Wall (Militaires du rang)
(819) 997-9342

Direction artistique par
USFC(O) Services créatifs

Services de traduction :
Bureau de la traduction
Travaux publics et Services
gouvernementaux Canada
M^{me} Josette Pelletier, Directrice

Juin 1997

DÉPARTEMENTS

Collaboration spéciale : Les installations de maintenance de la flotte sont prêtes à affronter le 21 ^e siècle <i>par le capt(M) Bert Blattmann</i>	2
Lettres	3
Chronique du commodore <i>par le cmdre F.W. Gibson</i>	4
Tribune libre : Personne ne m'a rien demandé, mais... <i>par le cdr P.J. Brinkhurst</i>	6
La résistance aux chocs des navires de guerre <i>par M. Z.J. Czaban</i>	7

ARTICLES

Construction d'un NDC : Une visite du chantier maritime Halifax Shipyard Ltd. <i>par le M1 Mike Syzek</i>	9
Quelques conseils utiles sur l'acquisition de logiciels expérimentaux <i>par le lcdr M. Tinney</i>	13
La préparation au déploiement vue par un ingénieur de systèmes de combat <i>par le lt(M) Jim McDonald</i>	16
Compte rendu : Séminaire sur le soutien naval de la Région du Centre <i>par le cdr Don Flemming</i>	18
Essai et démonstration d'une source d'alimentation à aluminium à forte densité énergétique dans des véhicules sous-marins sans équipage <i>par M. J.H. Stannard et le lcdr L.D. Clarkin</i>	19

COIN DE L'ENVIRONNEMENT : Le premier navire de la Marine canadienne équipé d'un système de traitement des déchets solides prend la mer <i>par le lcdr S.K. Dewar</i>	24
Mise à jour : Substances menaçant l'ozone (SMO) <i>par le lcdr Tom Shirriff</i>	25

RÉTROSPECTIVE : Le programme canadien de missiles Sea Sparrow <i>par M. Phil Munro</i>	26
--	----

CRITIQUE DE LIVRE : « Liberation — The Canadians in Europe » <i>conte rendu du lcdr Robert Jones</i>	29
--	----

BULLETIN D'INFORMATION	30
-------------------------------------	----

Photo couverture : Les deux tiers arrière du NCSM *Glace Bay*. L'échafaudage au premier plan chevauche les rails menant de la cale de lancement au port de Halifax. Il s'agit ensuite de sortir le module d'étrave, de le tourner et de le faire glisser en le centrant par rapport à la section arrière en vue de son assemblage par soudage. (HSC96-0721-03)

La *Revue du Génie maritime* (ISSN 0713-0058) est une publication des ingénieurs maritimes des Forces canadiennes. Elle est publiée trois fois l'an par le Directeur général - Gestion du programme d'équipement maritime. Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles. Le courrier doit être adressé au **Rédacteur en chef, La Revue du Génie maritime, DSGM, Quartier général de la Défense nationale, Ottawa (Ontario) Canada K1A 0K2**. Le rédacteur en chef se réserve le droit de rejeter ou modifier tout matériel soumis. Nous ferons tout en notre possible pour vous renvoyer les photos et les présentations graphiques en bon état. Cependant, la *Revue* ne peut assumer aucune responsabilité à cet égard. À moins d'avis contraire, les articles de cette revue peuvent être reproduits à condition d'en mentionner la source.



Collaboration spéciale

Les installations de maintenance de la flotte sont prêtes à affronter le 21^e siècle

Texte : le capitaine (M) Bert Blattmann

Ayant eu le plaisir de servir pendant trois années fécondes en événements à l'Unité de radoub (Pacifique) et à l'installation de maintenance de la flotte (IMF) *Cape Breton*, je prends quelques instants pour contempler ma boule de cristal dans l'espoir de mieux définir, à votre intention, l'avenir des chantiers maritimes. Les IMF comprennent parfaitement le sens de la maxime populaire selon laquelle le changement est la seule chose qu'on ne peut éviter. Les arsenaux maritimes ne craignent pas le changement. En fait, au cours des dernières années, nous avons vécu une transition sans précédent dans l'histoire des unités de radoub depuis la Deuxième Guerre mondiale. Je profite de l'occasion qui m'est offerte pour souligner brièvement certaines des idées innovatrices dont la mise en application a permis de préparer les IMF à affronter le 21^e siècle avec assurance et efficacité.

La création des IMF *Cape Breton* à Esquimalt et *Cape Scott* à Halifax, qui résulte de la fusion de trois unités distinctes - unité de radoub, unité de génie naval et groupe de maintenance de la Flotte - remonte à un an à peine. Les exigences de renouvellement établies dans le cadre de l'examen des activités du génie naval et du système de maintenance de 1994 ont en effet été remplies en 1996. Les principaux objectifs étaient les suivants :

- a. regrouper toutes les fonctions du génie naval en une seule structure de commandement;
- b. réduire les coûts de prestation des services de 20 %;
- c. intégrer le personnel militaire aux ateliers de production;
- d. adopter des méthodes de comptabilité analytique et de mesure de la productivité comparables à ce qu'on retrouve dans le secteur privé.

Les deux IMF ont finalement atteint ces objectifs. Toutefois, la fermeture du bureau de gestion du projet relatif au génie naval et au système de maintenance, en juillet 1996, n'a pas mis fin à la volonté d'apporter des améliorations continues. Après un an de fonctionnement, il est devenu évident qu'il

reste beaucoup de travail à faire pour transformer chaque IMF en une « organisation des plus efficace ». Les deux unités travaillent sans relâche pour pouvoir mériter ce titre bien avant la fin du siècle. Une telle tâche ne pourrait être menée à bonne fin sans le concours du milieu technique naval dans son ensemble (que l'on soit au service d'un IMF, de la flotte ou du QGDN à Ottawa). Il incombe à la marine de s'engager totalement pour que les arsenaux maritimes demeurent sous contrôle naval et soient utilisés à leur pleine capacité.

Je suis pour ma part optimiste quant à l'avenir des IMF. Certains signes indiquent que le milieu de la marine est finalement en train d'axer ses efforts sur un objectif unique : s'assurer que les services de maintenance, de logistique et de soutien technique sont offerts à la Flotte de la façon la plus rentable possible. Les IMF ont un rôle crucial à jouer pour que cet objectif soit réalisé, mais il en va de même pour le reste de la marine.

« Certains signes indiquent que le milieu de la marine est finalement en train d'axer ses efforts sur un objectif unique. »

Que me révèle ma boule de cristal ? D'ici à l'an 2000, échéance guère lointaine, les IMF auront atteint leur plus petite masse critique, soit la moitié de la taille qu'ils avaient au cours de l'exercice de 1994-95. Grâce à leur système informatique de gestion de pointe, les IMF seront en mesure de saisir, d'enregistrer et d'analyser avec précision le coût de toutes les activités et opérations quotidiennes, en utilisant des indices de rendement et des critères de productivité continuellement mis à jour. Le personnel du Chef d'état-major des Forces maritimes (CEFM) et de la division de la Gestion du programme d'équipement maritime (DGGPEM) auront entièrement accès à ces informations et effectueront

régulièrement des comparaisons entre la productivité des IMF et celle d'activités similaires dans le secteur privé. La marine s'assurera ainsi que les services fournis par les IMF demeurent rentables.

Avant l'an 2000, les services de génie et de maintenance seront assurés par un petit noyau talentueux et hautement spécialisé de gens de métier du secteur civil et de techniciens navals, complété par une main-d'œuvre temporaire et assisté par une banque de firmes privées. Les IMF auront atteint une souplesse (lire : efficacité) optimale grâce à laquelle ils pourront s'acquitter de la charge de travail extrêmement diversifiée qui est associée au radoub des navires de guerre. Ils recourront également dans une large mesure aux entreprises locales et régionales et s'assureront, grâce au jeu de la concurrence, de réduire au maximum le coût de prestation des services offerts à la flotte. Dans le cadre de cette nouvelle approche, le mandat principal des IMF se limitera à ce qu'on pourrait appeler le « soutien de base de la flotte », qui consiste surtout en des travaux de réparation, avec au besoin certaines tâches de réparation et de révision de troisième ligne pour balancer la charge de travail des ateliers. Grâce au profil de maintenance des Frégates canadiennes de patrouille (FCP), qui nécessite uniquement de courtes périodes de travail et des périodes de travail à quai, les IMF n'auront plus à effectuer d'importants travaux de radoub.

La DGGPEM n'a introduit que récemment la notion d'un plan de soutien de la flotte. Divers organismes participent à la réalisation de ce plan : des sociétés privées d'experts-conseils, des chantiers navals privés et les IMF, pour n'en nommer que quelques-uns. Le but de ce plan est de définir tous les besoins en soutien de la flotte et de rassembler ceux-ci en un seul document considéré comme un outil de planification essentiel. De par sa nature même, la charge de travail associée au soutien de base de la flotte change radicalement lorsque les navires sont en déploiement. Ainsi, en attribuant des tâches aux IMF en fonction du plan de soutien de la flotte dans le but de balancer la charge de

travail des unités, on garantirait l'emploi optimal et la stabilité du personnel des IMF. À mon avis, il est urgent que le milieu de la marine fasse sien le concept de plan de soutien de la flotte et s'attaque au problème, particulièrement en ce qui concerne la partie du soutien qu'il faut partager entre les différents organismes de prestation des services.

Nos arsenaux maritimes sont sans aucun doute des installations uniques au sein de la fonction publique. Faut-il les privatiser? À cette question, les Forces canadiennes ont répondu que « si les arsenaux sont administrés correctement, il est préférable de les maintenir au sein de la fonction publique afin qu'ils soient prêts à répondre instantanément aux besoins de la marine ». Compte tenu que les IMF représentent un actif stratégique reconnu pour la marine, ils doivent recevoir de notre part un traitement en conséquence.

Si vous n'avez pas encore été en relation avec les IMF, vous pouvez me croire sur parole lorsque je vous affirme que les installations de maintenance de la flotte comptent sur un groupe compétent d'hommes et de femmes, d'officiers et de matelots, de gestionnaires et de représentants syndicaux, de gens de métier et d'apprentis, qui consacrent tous leurs efforts à offrir le meilleur soutien possible à la flotte. Les IMF représentent une culture en soi et réunissent les meilleures conditions pour relever les défis techniques auxquels la marine sera confrontée pendant une bonne partie du 21^e siècle. Sur ce, j'invite tout le personnel naval à s'informer au sujet des IMF et à mettre ceux-ci à l'épreuve le plus souvent possible.



Le capitaine (M) Blattmann est le commandant de l'Unité de radoub (Pacifique) / l'installation de maintenance de la flotte Cape Breton depuis 1994. Il quittera ses fonctions cet été pour suivre un cours d'un an à l'École des langues des Forces canadiennes à Ottawa, afin de se préparer à occuper le poste d'attaché militaire à l'ambassade canadienne à Bonn, en Allemagne.

Lettres

Un autre regard sur le NCSM Bonaventure

Félicitations! L'article « Apport technique du Canada dans la conception et la construction du NCSM *Bonaventure* » était un excellent choix pour inaugurer la série Rétrospective de l'AHTMC publiée dans la Revue du Génie maritime. Je voudrais cependant vous faire part de certains commentaires à propos de cet article.

En premier lieu, la photo de la page 22, qui montre des opérations se déroulant sur le pont d'envol présumément en 1969, a de toute évidence été prise plusieurs années auparavant, car on peut clairement voir certains éléments qui datent d'avant la remise en état, dont les antennes UHF, qui ont été remplacées par des unités multivoies plus modernes, et le radar d'altimétrie, qui a été enlevé.

En deuxième lieu, les « caractéristiques du *Bonaventure* » à la page 24 indiquent que la lentille Fresnel a remplacé le dispositif d'atterrissage avec miroir. Le *Bonaventure* était doté à l'origine de deux miroirs; seul le système principal (à bâbord) a été remplacé durant la remise en état; l'autre est demeuré en place. Incidemment, lors de la mise hors service du navire, la lentille Fresnel a été revendue à la U.S. Navy, d'où elle provenait, apparemment pour le même prix!

En troisième lieu (et pour conclure!), en ce qui a trait aux L70 Bofors, un officier d'artillerie antiaérienne qui commandait une batterie en Europe, et qui était aussi l'officier d'état-major de défense aérienne des Forces canadiennes en Europe, m'a informé que ces canons n'ont jamais été utilisés en Europe. Les aéroports canadiens étaient «défendus» uniquement par les omniprésents L60 Boffin, auxquels on a donné une autre nouvelle vie à bord des NDC. Peut-être l'un de vos lecteurs saura ce qu'il est advenu des L70.

Bien à vous,

P.D.C. Barnhouse, Ottawa

Utilisation abusive du titre d'ingénieur

Il aurait fallu ajouter une note de bas de page à l'article par ailleurs très intéressant du Lt(M) Howard Morris intitulé « *Génie du logiciel - Plus que de la programmation* ». Au Canada (en vertu de lois provinciales), un ingénieur est une personne autorisée à exercer des fonctions de génie et qui peut utiliser la désignation Ing. En termes simples, si vous n'êtes pas autorisé à utiliser l'appellation Ing., vous ne pouvez pas dire que vous êtes un ingénieur. Les exceptions à cette règle (malheureusement, pour des raisons financières seulement) incluent des ingénieurs employés par le gouvernement fédéral (militaires et civils) qui autrement auraient le choix de chercher une reconnaissance professionnelle.

Les entreprises du secteur privé qui cherchent des programmeurs et utilisent le titre plus attrayant d'«ingénieur en logiciel» sans demander un diplôme d'Ing. contreviennent à des lois provinciales et s'exposent à des poursuites. Lorsqu'il obtient à contrat des services de génie logiciel sans s'assurer que la compagnie ou le personnel qui autorisent le produit sont supervisés par des Ing., le client risque d'obtenir un produit inférieur, et il bénéficiera d'un fondement juridique moins solide si jamais il est appelé à poursuivre la compagnie pour des défauts du logiciel.

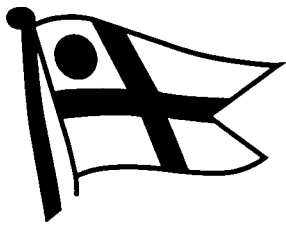
Lorsqu'elles s'opposent fermement aux utilisations abusives du titre d'ingénieur, les associations d'ingénieurs du Canada protègent le public et voient à ce que la profession maintienne tout son prestige et toute son imputabilité.

**Lcdr Christopher P. Tingle, CD, Ing.,
Groupe de recherche nucléaire, Département de chimie et de génie chimique,
Collège militaire royal, Kingston
(Ontario)**



Recevez-vous suffisamment de copies de la Revue?

Si vous désirez modifier le nombre de revues qui est livré à votre unité ou institution, veuillez s'il-vous-plaît nous en informer en nous indiquant par télécopieur le nombre requis de sorte que nous puissions continuer à vous offrir le meilleur service possible. Les télécopies peuvent être adressées à: **Éditeur, Revue du Génie maritime, (819) 994-9929.**



Chronique du commodore

Un aperçu de ce que nous faisons dans la Marine

Texte : le commodore F.W. Gibson, OMM, CD
Directeur général — Gestion du programme d'équipement maritime

Que dites-vous quand vous vous présentez à vos nouveaux voisins et qu'ils vous demandent ce que vous faites dans la vie? Donnez-leur la réponse classique « Je suis dans la Marine! », et ils vous imagineront à bord d'une corvette de la Deuxième Guerre mondiale esquivant des sous-marins allemands dans l'Atlantique Nord déchaîné. À ce point, il y aura probablement une pause, puisqu'ils se rappelleront que nous sommes maintenant en 1997, et vous verrez peut-être la lueur d'une étincelante frégate de patrouille toute neuve briller à l'horizon de leur esprit, leur vite estompée par le brouillard des comptes rendus médiatiques sur des bourdes de projets, des problèmes techniques, des cérémonies de passage de l'équateur et autres nouvelles dignes des tabloïdes.

Vous voyez apparaître des points d'interrogation, alors vous vous dépêchez de combler le vide : « Je suis un G MAR, vous savez, un ingénieur maritime », ou encore « Je suis un Électron N(Tactique), vous savez, un électronicien naval spécialisé en navigation, surveillance électronique active et passive et systèmes de conduite du tir ».

Ils ne comprennent toujours pas. Vous poursuivez, tentant désespérément d'éclairer leur chandelle en ajoutant : « Je suis un mécanicien naval et je travaille au centre de maintenance de la flotte en tant qu'officier des services techniques sur des navires à propulsion mécanique et des navires auxiliaires ». À ce stade, leurs yeux sont devenus vitreux, ils ont la bougeotte et espèrent que le réparateur Maytag fera son apparition afin qu'ils soient obligés, à regret, de vous laisser sur-le-champ.

Combien de fois sommes-nous tous passés par là, nous demandant après coup pourquoi il est si difficile d'expliquer ce que nous faisons? Les gens comprennent ce qu'est un comptable agréé. De même, ils ont une assez

bonne idée de la façon dont un employé des postes gagne sa vie. Alors, pourquoi ont-ils tant de difficulté à comprendre exactement ce que nous faisons?

La raison pour laquelle nous avons cette difficulté à comprendre est qu'il n'existe aucun domaine équivalent dans le secteur civil. Ce que nous faisons, à titre d'officiers du G MAR ou de techniciens navals, est en réalité une fusion de divers rôles et responsabilités qui sont uniques à notre métier. Nous avons fini par nous habituer aux étiquettes qui décrivent des regroupements, comme « G MAR » ou « TEC MEC NAV »,

carrières confinées à un bureau à Ottawa ou recruteur pour la Machine verte à Gaspé — nous faisons tout.

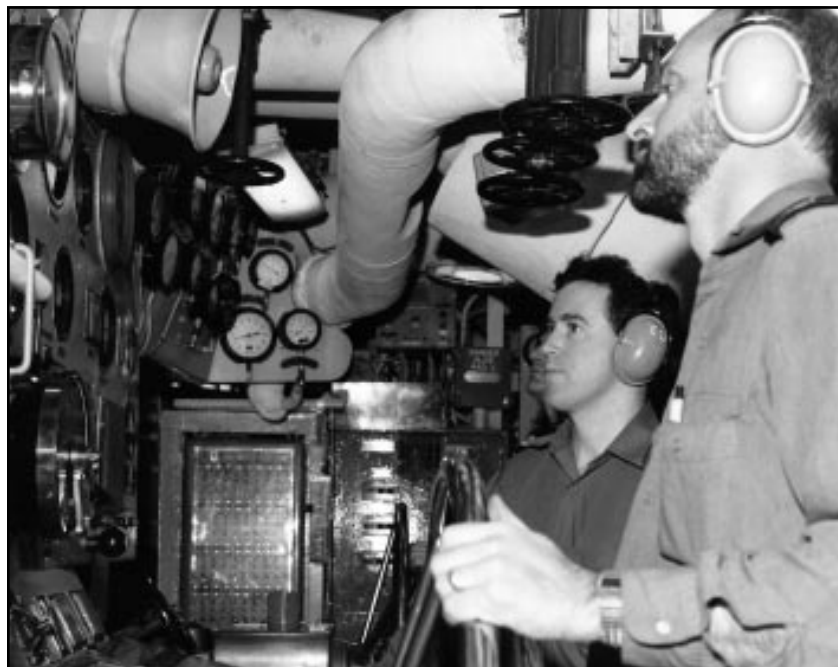
Comment pouvons-nous donc mettre en perspective ce que nous « faisons » dans la Marine?

Lorsque nous sommes en mer, nous faisons partie de la flotte. Comme le signalait le vauvau Mason quand il était commandant de la marine, « lorsque les forces navales partent en mer, tout le personnel défend le navire en tant que membres à part entière de l'équipe de combat, qu'il s'agisse des servants d'armes, des opérateurs de détecteurs, des électroni-

ciens, des techniciens en armement, des électriciens ou autres techniciens, du personnel de l'approvisionnement, des finances ou des services de soutien ». Quand nous revenons à terre, nous appuyons la flotte. C'est aussi simple que cela.

Le service en mer prépare les G MAR tout comme les techniciens navals aux exigences auxquelles ils devront faire face pour fournir un soutien technique efficace au commandant de la marine. Les connaissances et l'expérience que nous acquérons en mer, un des aspects de notre expertise, ne se trouvent pas dans le marché privé. Elles

doivent se développer au sein du service pour que la flotte puisse recevoir le soutien dont elle a besoin. À terre, nous appuyons la flotte de bien des façons, et non seulement pour le génie ou les rôles techniques. Le recruteur à Gaspé, le gestionnaire de carrières à Ottawa et le gestionnaire de GPM à Halifax sont également là pour soutenir la flotte, que ce soit directement ou par l'entremise d'un organisme à l'échelle des Forces.



mais pour les autres, ce n'est qu'un jargon incompréhensible. Ça ne facilite pas les choses, non plus, que nous nous adonnions à une si vaste gamme d'activités au cours de notre carrière. Quel que soit le travail que nous effectuons aujourd'hui, il est probable que nous ferons quelque chose de complètement différent dans trois ans, puis quelque chose d'encore complètement différent, trois ans plus tard. Capitaine au long cours, technicien supérieur, gestionnaire de

Lorsque nous revenons à terre, nous trouvons aussi que la nature et la structure des organisations au sein desquelles nous appuyons la flotte subissent des changements rapides. Les anciennes hiérarchies et façons de faire ont été modifiées ou remplacées. C'est tout particulièrement le cas du Quartier général du Commandement maritime, des installations de maintenance de la flotte et de la division de la GPEM. L'abolition du Quartier général du COMAR et la création de l'organisation du Chef d'état-major de la Marine à Ottawa nous a permis et obligés d'améliorer la nature du partenariat qui existait entre ces deux entités.

Côté personnel, les changements ne manquent pas non plus. Les examens de GPM et les analyses des groupes G MAR et TEC NAV nous ont aidés à repenser la façon dont nous structurons nos groupes professionnels et employons les gens qui y sont affectés.

L'analyse du groupe G MAR a été un exercice bénéfique, en dépit du fait que la principale recommandation de restructuration n'ait pas été acceptée. Il a fallu examiner le

groupe G MAR par suite de la mise en service de nos nouveaux navires et des changements organisationnels qui influaient sur l'emploi de personnel du G MAR dans des organisations sur les côtes et au QGDN. L'analyse des professions (AP) du G MAR a été, et est toujours, un élément clé de ce processus.

De nombreux changements importants, surtout dans la formation, ont été apportés à la suite de l'AP. Les changements de structure continueront de faire partie du processus

«Nous ne pouvons toutefois nous attendre à ce que les gens comprennent rapidement tous les... facteurs qui ont une incidence sur ce que nous faisons en tant qu'officiers du G MAR ou techniciens de marine.»

évolutif de contrôle du groupe G MAR et d'évaluation de la voie à suivre. Cependant, les ensembles de compétences navales et techniques utilisés durant la mise au point, l'acquisition et le soutien des frégates canadiennes de patrouille, des destroyers TRUMP et des navires de défense côtière ont donné d'excellents résultats, ce qui suppose que la structure actuelle du groupe G MAR fonctionne bien. Cependant, le groupe doit

continuer à s'adapter afin de demeurer aussi important dans le futur.

Les métiers de techniciens de marine ont également fait l'objet d'un réexamen minutieux, à la lumière des changements survenus dans les besoins. L'examen de tous les GPM purement maritimes, l'analyse des professions portant sur les métiers de mécanique navale ainsi que le document de réflexion sur le groupe de techniciens des systèmes de combat sont tous des facteurs importants à considérer pour déterminer comment la marine doit perfectionner et employer ses techniciens afin de répondre aux nouveaux besoins.

Donc, lorsqu'on vous posera la question « Qu'est-ce que vous faites dans la vie? », vous pourriez très bien répondre « Je suis dans la marine et je suis ingénieur à bord du NCSM *Truc-machin* » ou encore « Je suis dans la marine et je m'occupe du soutien de la flotte ». Vous pouvez ensuite étoffer si le niveau d'intérêt suscité le justifie, mais ne vous en faites pas si votre interlocuteur dit « Ah, c'est bien » et se met à vous parler des éliminatoires de la coupe Stanley.

Il faut continuer d'éduquer le public canadien afin qu'il comprenne le rôle et la nécessité de la marine. Nous ne pouvons toutefois nous attendre à ce que les gens comprennent rapidement tous les besoins, les rapports et autres facteurs qui ont une incidence sur ce que nous faisons en tant qu'officiers du G MAR ou techniciens de marine. Parfois, nous avons de la difficulté à les comprendre nous-mêmes.



Guide du rédacteur

En général, les articles soumis ne doivent pas dépasser 12 pages à double interligne. Nous préférons recevoir des textes traités sur MS Word, ou WordPerfect, et sauvegardés sur une disquette de 3.5", laquelle devrait être accompagnée d'une copie sur papier. La première page doit porter le nom, le titre, l'adresse et le numéro de téléphone de l'auteur. La dernière page doit être réservée aux légendes des photos et des illustrations qui accompagnent l'article.

Les photos et autres illustrations ne doivent pas être incorporées au texte, mais être protégées et insérées sans attache dans l'enveloppe qui contient l'article. Si possible, les copies électroniques de photographies et de dessins devraient être traités sur TIFF. Il est toujours préférable d'envoyer une photo de l'auteur.

La *Revue* fait bon accueil aux articles **non classifiés** qui lui sont soumis à des fins de publication, en anglais ou en français, et qui portent sur des sujets répondant à l'un ou l'autre des objectifs énoncés. Afin d'éviter le double emploi et de veiller à ce que les sujets soient appropriés, nous conseillons fortement à tous ceux qui désirent nous soumettre des articles de communiquer avec le **Rédacteur en chef, Revue du Génie maritime, DSGM, QGDN, Ottawa (Ontario), K1A 0K2, no de téléphone (819) 997-9355**, avant de nous faire parvenir leur article. C'est le comité de la rédaction de la *Revue* qui effectue la sélection finale des articles à publier. Nous aimons également recevoir des lettres, quelle que soit leur longueur, mais nous ne publions que des lettres signées.

Les objectifs de la Revue du G Mar

- 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'histoire 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.

Personne ne m'a rien demandé, mais...

Texte : le Cdr. P.J. Brinkhurst

Au cours des dernières années j'ai eu l'occasion d'observer la communauté navale de différents points de vue au sein du DGGPEM et du COMAR, et de voir en même temps en direction des quais et des installations de maintenance de la flotte et dans l'autre direction, vers le « centre ». Bien que nous ayons réussi à mettre en œuvre les changements qui s'imposaient pour nous adapter à notre environnement en pleine évolution, ce qui semble encore plus sensible est le conflit actuel qui nous empêche d'avancer au rythme que nous pourrions soutenir pour appuyer la marine. J'ai vu des conflits se répercuter entre les unités, entre les unités et les formations, entre les unités et le COMAR, entre les formations et le COMAR, et entre toutes ces entités et le DGGPEM. À vrai dire, ces conflits portent souvent sur des idées profondément enracinées, mais ce qui est surprenant c'est que ces idées semblent très disparates pour une seule et même marine. Bien souvent la prise d'une décision ne met pas fin au débat, mais son application est ralentie par des individus et des petits groupes qui, par des raisonnements créatifs, sont capables de modeler une décision finale pour l'adapter à leurs préférences initiales.

Comment en est-on arrivé là? Peut-être que cela découle en partie de l'indépendance de pensée bien normale que nous voulons inculquer aux officiers de marine. Peut-être sommes-nous tellement obnubilés par le leadership que nous ne n'acceptons pas facilement d'être dirigés. Peut-être. Je crois cependant que le problème est étroitement lié au cloisonnement de la communauté navale. Nous voulons trop faire valoir notre point de vue avant d'écouter et de comprendre celui des autres. On a tendance à aborder des questions entre spécialistes du génie, entre responsables de la logistique ou entre opérateurs avant de bénéficier de l'apport d'autres groupes. Cela veut dire que les individus d'un groupe doivent interpréter les besoins et les points de vue d'un autre sans écouter de vive voix ce qu'il pense. Je crois qu'une grande partie du débat interne de nos sous-groupes pourrait être moins fractionnée s'il y avait un apport d'opinions de tous les secteurs de la communauté d'appui à la marine.

Mais que pouvons-nous faire? Nous avons besoin de tribunes, au moins au niveau hiérarchique où elles peuvent être utiles pour la communauté dans son ensemble. Je crois que le groupe du génie devrait donner

l'exemple en faisant un plus grand effort pour mettre un nouvel accent sur la recherche de ce qui est meilleur pour la marine dans son ensemble et pas seulement pour notre unité.

Tout d'abord, nous avons eu tendance à nous isoler, et à mettre l'accent sur nous-mêmes en tant qu'ingénieurs et non en tant qu'officiers de marine. Une institution comme le conseil du G MAR, qui fonctionne sans la participation du MAR SS et du LOG (Mer), porte en soi le risque de faire un peu d'esprit de clocher. Si l'on considère les commentaires récents faits par nos dirigeants sur les possibilités d'implantation de syndicats ou d'associations similaires dans les Forces canadiennes, je crois que nous devons aller vers une élimination des organismes spécifiques GPM pour les remplacer par un véritable conseil d'appui à la marine au sein duquel nos trois communautés pourraient partager les problèmes, communiquer des idées valables et apprendre davantage les unes sur les autres. Un tel conseil ne devrait pas être composé uniquement d'officiers supérieurs, car cela tendrait à isoler le groupe des apports directs sur ce qui se passe dans la flotte. Il devrait y avoir des représentants sélectionnés et élus appartenant à toute la structure des grades et des professions de la flotte. Une telle tribune, similaire à celle d'autres groupes professionnels, fournirait un moyen d'accès raisonnablement direct pour les questions qui doivent être soulevées et débattues au sein de la communauté, plutôt que de dépendre d'un système divisionnel qui semble parfois faire obstacle aux idées novatrices. Si un tel conseil d'appui naval n'était pas accepté, le conseil du G MAR pourrait, comme minimum, faire un exemple en incluant des représentants des communautés du MAR SS et du LOG (Mer), avec une représentation directe des grades inférieurs.

Ensuite, au sein de la communauté d'appui, nous avons besoin d'une vision unificatrice qui aille bien au-delà des limites du SMA(Mat), du COMAR et d'unités particulières. La responsabilité de la fonction d'appui naval resterait partagée pour l'avenir prévisible, mais nous ne pouvons pas la laisser gérer de cette manière. Ce doit être un effort d'équipe. Tout ce qui a été entrepris dans le passé pour produire une vision unificatrice a échoué, peut-être parce qu'on cherché à mettre sur papier les questions qui semblaient nous diviser. Qui est responsable de la viabilité à long terme de la flotte? Et des problèmes immédiats? Quel rôle devons-nous

jouer pour assurer une structure d'appui industriel efficace? Quelles que soient les réponses, je pense que toutes exigent que nous travaillions en équipe. Mais nous devons atteindre cette compréhension conjointement et essayer de supprimer la méfiance qu'y s'est accumulée entre les côtes et le SMA(Mat) au fil des ans.

La vision que nous recherchons doit être suffisamment vaste pour que les individus puissent la comprendre dans leur propre contexte. Si elle est trop particulière, le groupe va penser qu'on le mène par le bout du nez. Si elle est trop vague, on va se retrouver dans une situation de conflit. Le défi qui se pose à notre conseil, dans sa forme actuelle, ou idéalement modifiée, est de trouver le juste équilibre qui permettra à la fois d'inspirer et de diriger. Ses chances de réussite seront bien meilleures, je crois, s'il adopte une approche plus ouverte et plus inclusive pour ses délibérations.

Finalement, nous devons tous décider si oui ou non nous voulons nous consacrer à l'amélioration de nos relations au sein et à l'extérieur de la communauté du G MAR, et si nous voulons agir d'une manière unifiée vers une vision commune de la signification du soutien matériel. Ce n'est pas facile. Il faut avoir la ferme volonté d'écouter des points de vue opposés, et une volonté encore plus forte de les appuyer si une décision va contre vous. Mais c'est ce qui est nécessaire si nous voulons continuellement démontrer que nous sommes des membres appréciés de l'équipe navale. De nos jours personne n'a de temps à perdre dans des luttes de clocher, il est temps de bouger.



Le Commander Brinkhurst est Chef d'État-major adjoint de la Gestion du Programme du Matériel du COMAR.

La résistance aux chocs des navires de guerre

Texte : Z.J. Czaban

Les préoccupations de M. Norminton sur la nécessité de poursuivre les essais de qualification de résistance aux chocs qui ont fait l'objet d'un article dans la *Revue du Génie maritime* de février sont bien fondées. Cela fait plaisir de voir que des membres du secteur commercial réalisent qu'il est important et nécessaire de maintenir les normes de conception des navires de guerre dans le monde moderne. Il n'y a pas de démarche dans la marine canadienne visant à alléger les exigences de surviabilité aux chocs pour les navires de guerre.

Depuis quelque temps déjà des efforts ont été entrepris pour permettre d'atteindre ces buts en utilisant de l'équipement commercial. La pratique canadienne en matière de conception a encouragé l'utilisation de supports souples pendant de nombreuses années. Ces supports anti-chocs ont démontré qu'ils étaient plus que satisfaisants pour protéger l'équipement fragile des effets dévastateurs des armements. Des essais récents ont démontré que des pompes et des moteurs électriques commerciaux convenablement montés pouvaient survivre à des essais de chocs de plein fouet. En bref, tout équipement qui doit être qualifié pour résister aux chocs, qu'il soit commercial ou militaire, doit tout simplement subir avec succès un essai de résistance aux chocs. Il n'est pas question de renoncer aux essais de qualification pour un équipement lié à la sécurité ou aux capacités de combat des navires de guerre.

L'équipement peut satisfaire aux essais de résistance aux chocs par des supports appropriés, mais il reste d'autres problèmes concernant le fonctionnement dans les conditions du combat naval. Une fois que l'équipement commercial est renforcé pour satisfaire aux exigences en matière d'EMI, de submersibilité de vibrations, de corrosion, de qualité du courant et d'autres conditions de l'environnement, pour n'en citer que quelques unes, il commence à changer quelque peu d'aspect.

Les navires de guerre canadiens et leur équipement sont conçus et qualifiés pour résister à des dommages causés par les explosions sous-marines. Cette exigence à elle seule place les normes de construction navale en dehors de la marine marchande. Alors que les moyens des navires de guerre modernes se sont accrus de façon astronomique tout au long du siècle, l'amélioration de leur résistance aux dommages par les armes n'a pas suivi en général.

Armada. Agissant seul dans une sorte de manœuvre d'arrière garde, le *Revenge* attaqua six galions qui lui infligèrent des coups pendant plus d'une journée mais qui ne furent pas capables de le couler. Il reçut plus de 1 500 projectiles de plein fouet, repoussa plusieurs tentatives d'abordage, mais réussit à conserver une capacité suffisante pour négocier un règlement. Aujourd'hui, suggérer qu'un navire pourrait survivre à une infime fraction d'une attaque aussi dévastatrice suscite le mépris et l'incrédulité.

Les effets des armes modernes sont habituellement classés dans la catégorie conventionnelle, nucléaire ou chimique et s'accompagnent souvent d'effets secondaires comme les incendies ou les radiations. Leur potentiel de destruction (qu'il s'agisse de coups de plein fouet ou de coups manqués de peu) dépend de l'aptitude d'un article à résister à des dommages résultant d'une combinaison de choc, de surpression du souffle, de fragmentation (éclats) et de chaleur.

Heureusement que les navires de guerre canadiens sont, de plusieurs façons, bien renforcés pour survivre et peuvent continuer à combattre tout en étant touchés. Leur capacité à résister à des surpressions du souffle produit par des explosions externes et internes est réalisée par des caractéristiques de conception et par la qualification de divers composants par des essais et l'analyse. De même, la résistance aux dommages par des fragments est assurée par des détails structuraux (par ex. blindage équivalent) qui suffisent pour protéger l'équipement et les espaces vitaux. Même si ces caractéristiques de conception ne peuvent pas protéger une frégate contre des coups de plein fouet à l'intérieur des espaces vitaux, elles constituent un excellent moyen de réduire l'étendue des dommages causés par les fragments et sont particulièrement efficaces contre les coups manqués de peu, les explosions externes et les tirs de petites armes.



Les essais de chocs lourds sont effectués sur une plateforme flottante.

Selon certains, il ne sert pas à grand chose de renforcer la surviabilité des navires à cause des effets dévastateurs des armes modernes. Cette attitude résignée ferait sûrement froncer les sourcils de nos ancêtres. Les navires étaient renforcés pour le combat, comme en atteste la dernière sortie du navire de guerre britannique *Revenge* contre l'Invincible

Étant la taille, la forme et le degré de compartimentage étanche normal des frégates, les dommages causés par détonation interne d'un missile anti-navires auront tendance à être limités à un compartiment étanche ou deux, en supposant que le navire ne sera pas coupé en deux. La conception des navires doit donc assurer une résistance longitudinale adéquate et un enclavement et une répartition suffisants des systèmes pour conserver leur capacité en dehors de la zone endommagée.

L'effet le plus destructeur, et de loin, pour un navire est le « choc » produit par la détonation des munitions. Qu'il s'agisse du souffle de l'air ou d'une explosion sous-marine, les effets sont similaires. Ils sont caractérisés par une onde de surface à grande énergie qui traverse la structure du navire avec une forte accélération de très grande amplitude suivie d'une décélération rapide et d'une excitation possible des supports de l'équipement et des structures du navire qui produit de grands déplacements. Les matériaux de construction qui ont des propriétés d'élongation insuffisantes (par ex. la fonte) subissent des fractures par fragilisation sous de telles conditions de charge. L'équipement qui n'est pas monté ou supporté correctement peut être déplacé ou endommagé.

Les structures des navires de guerre ne sont pas, et n'ont jamais été conçues *spécialement* pour résister aux chocs des explosions sous-marines. À l'instar des règles de conception pour assurer la résistance aux charges de mer dynamiques, mais non produites par des armes, la pratique dans la marine consiste à définir le potentiel de résistance aux chocs inhérente à une classe. Remplacer une exigence de résistance aux chocs par un ordre de grandeur dans un sens ou dans l'autre ne changera pas de façon significative la caractéristique fondamentale des structures des navires. Cependant, concevoir un navire pour résister aux chocs (de n'importe quel degré) n'exige pas de porter une attention particulière au détail pour éviter les dommages facilement évitables qui peuvent être causés par des saillies, des discontinuités et des assises fragiles. Les efforts d'analyse de la conception effectués pendant les programmes de construction navale sont généralement limités à la mise à l'épreuve des structures qui ne se déformeront pas au-delà des limites imposées par la conception, plutôt qu'à une optimisation de résistance aux chocs de façon particulière.

Notez qu'il est possible de créer des dommages encore plus importants avec une charge explosive relativement petite si elle est correctement placée qu'avec une charge importante placée n'importe où, même si elle peut produire un choc bien plus important. Il est déconseillé de trop pousser la conception en fonction de la résistance aux chocs. Par contre, il est obligatoire d'équilibrer la conception. Il ne sert pas à grand chose d'avoir

une coque intacte, ou même une coque endommagée mais qui flotte, si le navire est inapte au combat. Alors que les effets du souffle produits par des armes sous-marines peuvent être suffisants pour ouvrir la coque ou endommager des structures du navire, ce type de dommages tendent à être localisés. Les effets de choc de ces détonations touchent en général tous les systèmes et tous les équipements de bord.

Pour limiter les dommages à l'équipement, la caractéristique la plus importante en matière de renforcement de la surviabilité des navires est le Programme de qualification et de contrôle de la résistance aux chocs, qui s'applique à tous les programmes de construction des navires de guerre canadiens. En vertu de ce programme, tout l'équipement qui est nécessaire pour assurer la continuité de la capacité de combat d'un navire, et celui qui peut concerner la sécurité du navire, doit subir les essais de qualification aux chocs au niveau théorique intégral exigé par le programme de conception. Tout l'équipement des navires de guerre canadiens doit avoir cette qualification. Les essais exigent que la machinerie continue à fonctionner normalement pendant l'application des chocs.

La norme canadienne de résistance aux chocs (ITFC-D-03-003-007/SG-000) définit les critères des essais de chocs. Ils sont similaires à ceux de la Royal Navy et de la marine américaine. La procédure canadienne exige que l'équipement survive aux essais effectués sur des machines de chocs légères moyennes ou lourdes. Les machines légères et moyennes comportent un lit et un gros marteau articulé qui frappe l'équipement monté sur ses supports avec une force qui simule les chocs prévus à des niveaux mortels pour la coque. Les essais de chocs lourds sont effectués sur une plate-forme flottante qui peut recevoir de l'équipement d'un poids maximum de 15 tonnes et d'un encombrement maximum de cinq mètres par dix.

Les machines à marteau articulé existent au Canada depuis de nombreuses années. La principale se trouve au Centre d'essais techniques (Mer) (CETM), à Montréal. En 1989, le CETM a reçu une plate-forme flottante d'essais de résistance aux chocs pour la qualification de composants qui dépassaient les capacités des petites machines. L'obligation de faire des essais au lieu d'une qualification par analyse est fondamentale pour assurer que les systèmes continueront de se comporter de façon satisfaisante en situation. Les méthodes analytiques peuvent montrer si des composants structuraux peuvent être surchargés pendant l'application d'un choc, mais elles sont assez limitées pour ce qui est de leur aptitude à modéliser le rendement de l'équipement.

Contrairement à l'opinion populaire, les essais de chocs de l'ITFC ne produisent pas

de gros dommages physiques en général. Le mode opératoire exige que l'équipement survive à une série de coups de force croissante. La manifestation d'une défaillance est notée aux niveaux des chocs les plus légers, ce qui fait que les défaillances catastrophiques et coûteuses sont évitées. Les analyses de chocs élémentaires faites par les fabricants de l'équipement sont en général suffisantes pour permettre aux principaux composants de survivre à l'essai. Le principal avantage de ce mode opératoire est de permettre de trouver les détails potentiels du composant et de ses sous-ensembles qui, pour une raison quelconque, peuvent introduire une caractéristique transitoire pendant qu'ils subissent les charges de chocs qui limitent le rendement de l'équipement et des systèmes qu'il dessert. C'est pour cette raison qu'on a porté une attention particulière à la bonne méthode de chargement et à la simulation de la tenue en service de l'unité soumise aux essais. Dans une certaine mesure, c'est l'exigence de rendement opérationnel qui distingue les essais de choc effectués selon les méthodes canadienne et américaine de ceux des autres nations.

Les procédures sont en place pour assurer que les modifications apportées aux navires après leur construction sont conformes à ces critères sévères pour éviter toute dégradation de la conception. Tous les changements apportés au navire sont passés en revue par le responsable de la conception qui s'assure que les exigences de qualification aux chocs stipulées par l'ITFC sont respectées intégralement. Notez aussi que sur toutes les normes et spécifications de la marine américaine qui ont été récemment abrogées pour adopter des méthodes « commercialisées » plus simples, la spécification MIL-S-901 sur la qualification de résistance aux chocs de l'équipement naval a été conservée à titre d'exigence essentielle.



Jan Czaban est DMSS 2-5, chef de la Section de surviabilité navale au QGDN.

Construction d'un navire de défense côtière : Une visite du chantier maritime Halifax Shipyard Ltd.

Texte : le M1 Mike Syzek, Chef mécanicien du NCSM *Glace Bay*
Photos des Forces canadiennes par la section de photographie de la base Halifax

Alors que je travaillais avec le détachement du BP NDC pendant la construction du NCSM *Glace Bay* (MM-701) au chantier de la Halifax Shipyard Ltd., de très nombreuses personnes m'ont contacté afin de visiter le chantier et plus particulièrement mon navire. Toutes ces personnes ne pouvaient cependant pas visiter le chantier, car la plupart ne se trouvaient même pas à Halifax (elles étaient dans l'ouest, dans un endroit au climat plus doux où de nombreux matelots canadiens semblent se la couler douce). Le présent

document illustré donne un aperçu général des installations de production de NDC à la Halifax Shipyard Ltd. (HSL).

La plus grande partie des activités de production à la HSL se déroule dans deux bâtiments rectangulaires adjacents. Une ouverture de 20 mètres au centre du mur mitoyen des deux bâtiments permet la circulation du matériel et du personnel. Les installations de production sont aménagées en fonction de la stratégie de construction; ainsi,

un rapide survol de la stratégie de construction des NDC permettra de mieux apprécier ces installations.

La stratégie de construction

La stratégie de construction des NDC élaborée par le chantier HSL comprend neuf étapes. Dans certains cas, des étapes se chevauchent et peuvent ne pas toujours suivre l'ordre normal, selon la bâtiment en construction.



La machine de plasmacoupage fonctionne au moyen d'un arc électrique et d'oxygène et dégage une chaleur intense pour produire une coupe extrêmement précise. La tolérance de la machine est de l'ordre de un à deux millimètres comparativement à la tolérance de 3 à 6 mm dans le cas d'un chalumeau oxyacétylénique CNC. La machine de plasmacoupage exécute une coupe nette et la tôle peut être soudée immédiatement sans aucune autre préparation. Le bain d'eau est rempli et recouvre la tôle d'acier. La bain d'eau assure le refroidissement du métal pour empêcher la déformation attribuable à la chaleur et il atténue le rayonnement dangereux que produit la machine de plasmacoupage de manière à éliminer le besoin d'une installation de blindage coûteuse. (HSC95-0840-05a)

Les neuf étapes de la construction sont décrites ci-dessous.

Étape un (**préparation des pièces d'acier et du matériel de pré-armement**) — Les barres et les tôles d'acier sont coupées et mises en forme, les supports de tuyaux, les colliers, les assises et les gaines sont fabriqués et le matériel d'armement est regroupé en vue de son installation ultérieure.

Étape deux (**assemblage mineur**) — Les pièces sont assemblées et soudées pour former de petits éléments.

Étape trois (**assemblage de panneaux plats et courbes**) — Des raidisseurs sont soudés aux panneaux pour former les cloisons, les ponts et les bordés de murailles.

Étape quatre (**assemblage des sous-éléments et des éléments**) — Les panneaux sont soudés ensemble pour former des éléments plus volumineux.

Étape cinq (**pré-armement à chaud des éléments**) — Parachèvement des éléments comme les supports de tuyaux et de câbles, les assises de matériel et tous autres éléments exigeant des travaux à chaud (soudure).

Étape six (**assemblage des modules**) — Les éléments assemblés sont réunis pour former des modules (ou sections) distincts qui seront réunis pour former l'ensemble du NDC. Les trois sections sont à peu près de taille équivalente et comprennent la section de l'étrave, la section milieu et la section arrière. Le mât est installé séparément une fois le navire sur la cale de lancement.

Étape sept (**pré-armement deux**) — Installation du matériel, de l'isolant des cloisons, des fausses cloisons et des bordés supérieurs, des tuyauteries, des câbles électriques, des panneaux de distribution électrique, etc. À l'exception du matériel monté transversalement aux points d'assemblage (aboutements) des modules, tout le reste du matériel est installé avant que le module quitte le bâtiment.

Étape huit (**assemblage des modules**) — Les modules (ou sections) sont amenées de la nef de montage à la cale de lancement et sont soudées aux points d'assemblage en vue du lancement du navire. (Les NDC quatre à douze ont été construits seulement à partir de deux modules principaux, le module d'étrave étant relié au reste du navire sur la cale de lancement.)

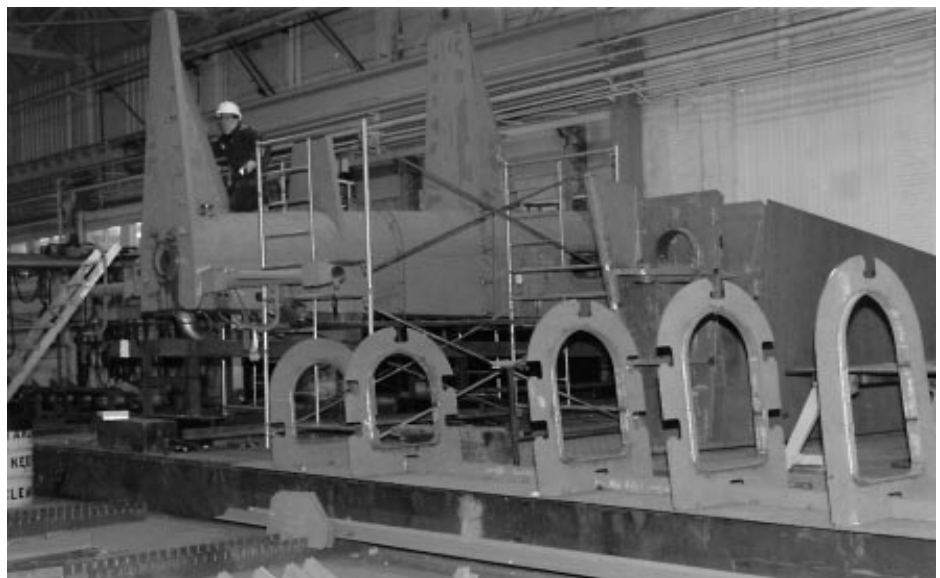
Étape neuf (**travaux de finition**) — Parachèvement des raccords de câbles et travaux finaux d'armement et de finition des compartiments du navire; préparation des systèmes du navire en vue des essais en mer et de l'acceptation finale du navire par la marine.



Chaque pièce est identifiée au moyen d'un numéro de pièce ainsi que du numéro du navire et du numéro d'élément. Les pièces sont ensuite placées dans des caissons ou sur des palettes pour en faciliter l'assemblage. (HSC95-0840-07)



Rectification des pièces du module central de la coque du NCSM Edmonton. (HSC95-0840-09/10)



Un élément de mât pratiquement terminé du NCSM *Glace Bay*. Des éléments de soutien du mât du NCSM *Nanaimo* sont visibles en avant-plan. (HSC95-0840-11)



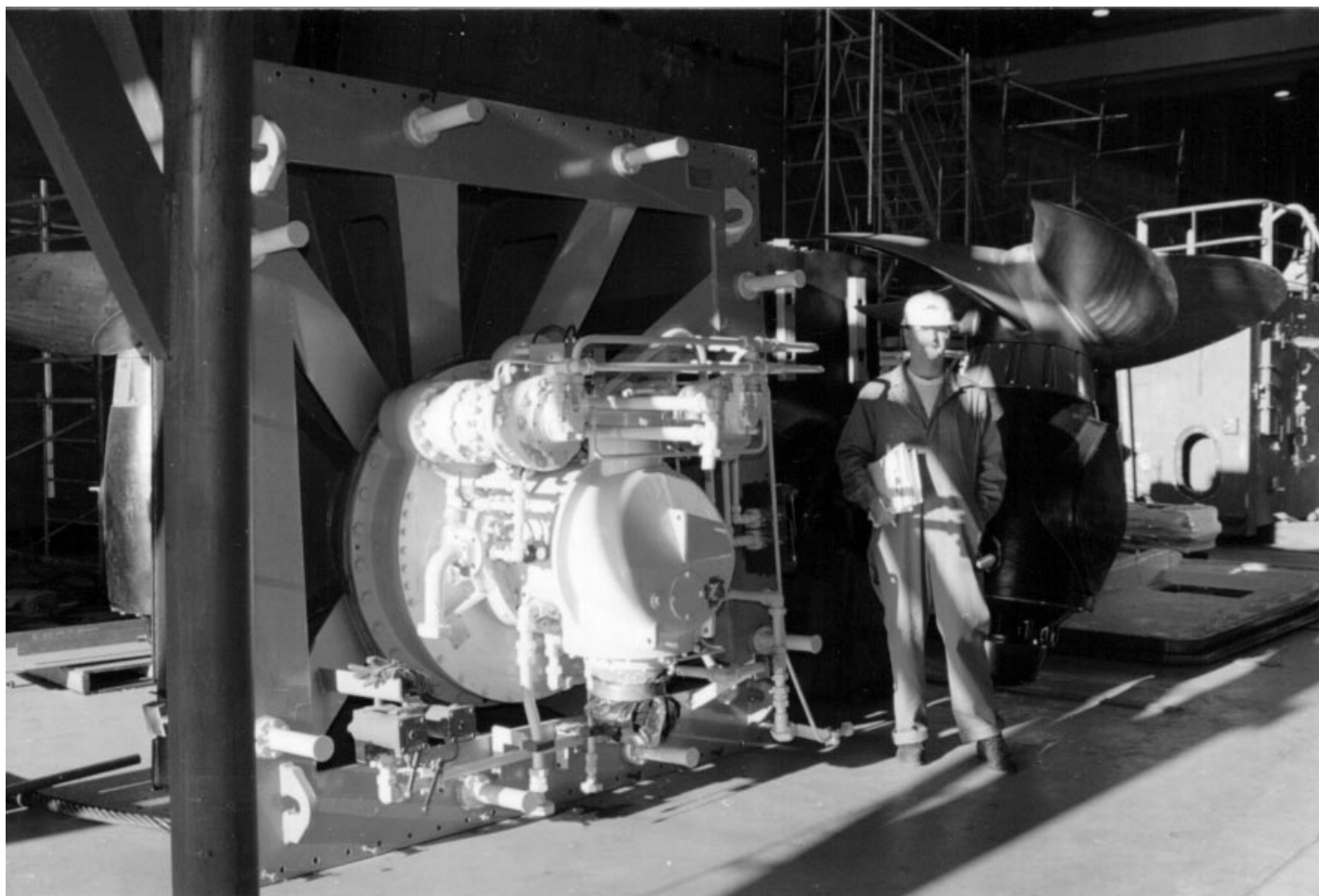
Module d'étrave du NCSM *Nanaimo*. Les éléments sont à l'envers pour en faciliter le soudage selon la technique à plat. Les éléments terminés sont ensuite remis à l'endroit avant l'assemblage des modules. Compte tenu de la cadence de construction et de l'espace restreint au chantier de HSL, les modules d'étrave des NDC 04 à 12 sont construits au chantier East Isle Shipyards (EISL) de Georgetown (I.-P.-É.). Les pièces sont amenées au chantier EISL sur des semi-remorques plateau et sont ensuite ramenées par barge une fois le module d'étrave assemblé. (HSC95-0840-13)



On reconnaît facilement les salles des machines avant et arrière du NCSM *Nanaimo* par la présence des deux grosses génératrices à diesel. À l'avant de la salle des machines avant se trouve le compartiment du tableau de distribution principal. (HSC96-0721-11)



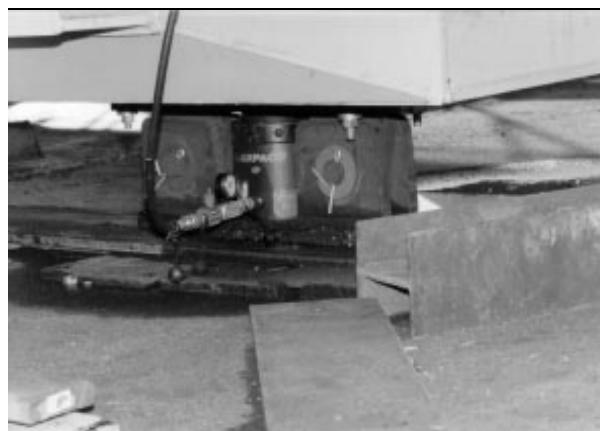
Pré-armement de la salle des moteurs du NCSM *Nanaimo*. Les travaux de peinture, de tirage des câbles et de pose de l'isolant sont déjà en cours. L'armement de cet élément est beaucoup plus avancé que dans le cas du *Kingston* et du *Glace Bay* à la même étape de construction. HSL continue à perfectionner ses procédés de construction afin de réduire le plus possible les coûts et les travaux de reprise. (HSC95-0840-16)



L'auteur qui mesure 185 cm (six pieds un pouce) se tient à côté des deux transmissions en Z du NCSM *Nanaimo*. Les transmissions en Z sont conçues pour pouvoir être déposées pendant que le navire est à flot. Des plaques amovibles sur la plage arrière donnent accès aux transmissions en Z qui peuvent être soulevées d'un seul bloc. (HSC95-0840-18)



Le module d'étrave du NCSM *Glace Bay*. Tout juste derrière, se trouvent les modules central et arrière du *Nanaimo*. (HSC96-0721-05)



Plaque de téflon sur laquelle repose le berceau qui maintient le navire droit. Tous les déplacements des modules sont exécutés à l'aide de vérins hydrauliques. (HSC95-0840-19)

Survivre dans la fosse bitumineuse : Quelques conseils utiles sur l'acquisition de logiciels expérimentaux

Texte : le lcdr M. Tinney

Dans un article écrit il y a plusieurs années, on établissait une analogie entre les équipes de développement de logiciels et les énormes bêtes enlisées dans les fosses bitumineuses préhistoriques.

« Au cours de la dernière décennie, la programmation des grands systèmes a constitué une vraie... fosse bitumineuse, et nombreuses sont les bêtes gigantesques et puissantes qui s'y sont violemment précipitées. La plupart s'en sont sorties avec des systèmes qui fonctionnaient; cependant, peu d'entre elles ont respecté leurs objectifs, leurs calendriers et leurs budgets ». ^[1]

La comparaison avec la fosse bitumineuse s'applique encore de nos jours. Tous les projets expérimentaux comportent des risques, et encore davantage, ceux qui se rapportent au développement de logiciels. La question de la gestion des projets de logiciels est vaste et compliquée et il est impossible d'en discuter tous les aspects pertinents dans le présent document.

J'aimerais tout simplement partager quelques idées sur certains aspects du développement de logiciels; pour ce faire, je me fonde sur ce que j'ai appris au MDN à un cours d'établissement des coûts en matière de cycle de vie. Je souhaite que cela aide les équipes de projets de développement de logiciels à s'orienter dans la bonne direction.

Définition et justification des exigences

Comme dans le cas de n'importe quel projet de développement, pour les logiciels, il faut se fonder sur la définition précise et complète des exigences par l'utilisateur. Au cours de la définition du projet, il faut absolument éviter de tomber dans le piège qui consiste à ajouter des fonctions inutiles au logiciel. L'augmentation des fonctions accroît la complexité, les coûts, la durée du développement ainsi que la probabilité d'échec du développement. Les exigences doivent être « définitives » avant que les demandes de proposition (DDP) officielles ne soient envoyées. Il ne faut autoriser de changement ultérieur que lorsque ses répercussions auront été entièrement évaluées. Sinon, il peut arriver que l'équipe du projet se retrouve à courir dans toutes les directions pour aboutir dans une de ces fausses bitumineuses, après avoir largement dépassé les coûts et les délais, et même avoir constaté l'échec du projet.

Lorsque les exigences ont été définies, il faut les justifier. L'équipe du projet doit évaluer chaque exigence au regard des critères suivants :

- Sont-elles réalisables, compte tenu des possibilités pour le logiciel de contrôler le matériel?
- Sont-elles définies avec précision et non sujettes à interprétation?
- Les produits logiciels fournis sont-ils clairement indiqués?
- Sont-elles en harmonie avec les autres exigences et avec d'autres systèmes utilisés aux niveaux supérieurs et inférieurs suivants?
- Sont-elles vraiment nécessaires?
- Peut-on les tester?

Toute exigence qui ne respecte pas ces conditions devrait être modifiée ou supprimée parce qu'elle n'est pas réalisable.

Analyse des risques

Les projets de développement de logiciels tendent à présenter des risques lorsque la complexité du projet est sous-estimée en raison de lacunes dans l'ingénierie et les pratiques de gestion. Malgré le fait que la rédaction du programme d'application ne compte que pour une petite partie de l'effort total de développement du logiciel, (Fig. 1), l'estimation des coûts, la durée et la complexité du développement du logiciel sont apparemment fondées, d'habitude, sur ce seul aspect. Par conséquent, il est essentiel de comprendre toute la portée du projet pour l'administrer de façon appropriée et pour comprendre tous les risques possibles.

L'analyse des risques suppose la définition des risques, leur évaluation et l'établissement de plans d'urgence en la matière. Le secret de la réussite consiste à garder à jour l'évaluation des risques ainsi que les plans d'urgence en surveillant de près l'avancement des travaux en général et les secteurs à risque en particulier. Lorsqu'on évalue le niveau de risque lié à un événement défavorable, il importe de comprendre la probabilité que cet événement se produise ainsi que les conséquences connexes.

Pour illustrer facilement le risque, il faut concevoir la probabilité et la gravité de divers risques (fondées sur les hypothèses les plus vraisemblables de l'équipe du projet) sur une carte « d'isorisques » (Fig. 2). ^[2] Lorsqu'il est établi, le niveau de risque associé à chaque

événement est quantifié en fonction de la proximité des isolignes et de la valeur accordée à la ligne.

L'étape suivante consiste à déterminer s'il y a une façon rentable de réduire le risque. Par exemple, dans un cas où il est probable qu'un programme logiciel soit livré en retard, l'équipe du projet pourrait choisir de réduire le risque en ajoutant des gens à l'équipe de développement. Mais cela pourrait rendre le projet trop compliqué (et ainsi entraîner des retards) et plus coûteux. Par ailleurs, l'équipe pourrait décider d'accepter le risque de retarder tout le projet et s'accommoder de tous les effets désagréables que cela pourrait avoir sur le projet. Par conséquent, l'évaluation des risques suppose l'analyse des coûts que représente la réduction ou l'élimination du risque par rapport aux coûts ou aux conséquences de son acceptation.

Estimation des coûts du projet

Estimer l'effort requis pour développer un logiciel n'est pas une mince tâche, mais il faut l'exécuter au tout début du projet afin de prévoir les fonds nécessaires au financement du projet. Cela peut se faire manuellement ou par l'utilisation d'un progiciel conçu spécialement à cette fin.

Un outil très répandu pour l'estimation des coûts de développement de logiciels est le modèle de coûts constructif (MOCOCO). Ce qui rend cette tâche particulièrement difficile, c'est qu'il est nécessaire d'avoir une estimation du nombre de lignes de codage de développement qui doivent être écrites. Une façon de l'établir consiste à se fier à l'expérience acquise au cours du développement de programmes précédents d'une complexité semblable. Lorsque le nombre de lignes de codage a été évalué, il est possible de faire une estimation du nombre de mois-personnes nécessaires au développement du programme ainsi qu'à l'établissement d'un calendrier.

Il y a des coûts associés au soutien du logiciel durant tout son cycle de vie. En général, environ un tiers des coûts du cycle de vie du logiciel sont dépensés au cours de l'étape du développement et le reste est dépensé sur la maintenance associée à la correction des erreurs, à l'amélioration des fonctions existantes ainsi qu'à l'addition de nouvelles fonctions. Il est possible de prévoir les coûts de chacune de ces activités de

manière à les inclure dans l'estimation des coûts du cycle de vie.^[3] Bien sûr, il y a d'autres coûts types comme ceux de la formation et de la documentation qu'il faut prendre en compte.

Erreurs

Dans le cadre du développement de logiciels, on peut classer les erreurs selon les catégories suivantes : erreurs liées aux exigences, à la conception ou au codage. Chaque projet de développement de logiciels évalue chacune de ces catégories. Pour l'équipe du projet, le défi à relever consiste à veiller à ce que les erreurs d'exigences soient maintenues à un minimum absolu. Les exigences définies de manière incorrecte ou inappropriée peuvent conduire à une conception erronée et partant, à un programme qui ne fonctionne pas comme prévu. Des exigences bien établies qui ne sont pas bien transmises à l'entrepreneur peuvent également entraîner une conception erronée. Donc, le fardeau qui repose sur les épaules des membres de l'équipe du projet consiste à définir les exigences de manière appropriée et à veiller à ce que l'entrepreneur comprenne ce qui est nécessaire.

Supposons que les exigences ont été bien définies et que l'entrepreneur les comprend parfaitement et qu'il a fait une conception appropriée, il peut encore y avoir un problème d'erreurs de codage. En général, à mesure que la taille du programme de logiciels augmente, il en va de même de la probabilité des erreurs. Pour minimiser les répercussions des erreurs de codage, il faut tenter de les dépister le plus tôt possible au cours du projet. Lorsque des erreurs sont dépistées tard au cours d'un

projet, les exigences sont évaluées de nouveau, la conception adaptée, le logiciel modifié et testé de nouveau et la documentation fait l'objet d'une nouvelle rédaction.

Le prototypage rapide est un processus utilisé pour valider les exigences liées à l'interface utilisateur et pour prouver le bien-fondé des concepts. Le processus permet à l'utilisateur de participer plus activement à l'évaluation d'un produit et cela, le plus tôt possible, et de faciliter le dépistage rapide des erreurs d'exigences. Au cours du prototypage rapide, l'entrepreneur doit livrer un logiciel prototype de non-production aux diverses étapes du développement afin que le client puisse l'essayer, préciser ses exigences et suggérer des améliorations.

Pour l'entrepreneur, plus le client participe rapidement à l'évaluation du produit, plus il est vraisemblable qu'il sera enchanté du produit fini et mieux il l'acceptera. Lorsqu'il participe à chaque étape du développement du produit, le client aide l'entrepreneur à maintenir l'orientation voulue, à repérer les problèmes rapidement et à réduire les risques.

Soutien de la maintenance

Dans la DDP, il importe de demander aux soumissionnaires de fournir un prix supplémentaire sur leurs coûts afin d'assurer la maintenance du logiciel pendant une période déterminée. Cela indique bien à l'équipe du projet dans quelle mesure les développeurs ont confiance en leurs propres capacités de programmation. Cela leur permet également de s'engager à soutenir le logiciel pendant une période raisonnable et les incite à viser un produit de qualité supérieure et fiable étant donné qu'une qualité moindre grugera leur

marge de profit. Toutefois, le client doit connaître ses besoins en matière de maintenance. Sinon, il risque de faire d'importantes dépenses en pure perte.

Paielements contractuels

La plupart des entrepreneurs préfèrent être payés d'abord et livrer la marchandise ensuite. Ils aiment à tout le moins recevoir des paiements échelonnés. Cependant, les projets de logiciels mal administrés ont tendance à avancer rapidement jusqu'à l'exécution de 90 pourcent des travaux, puis, ils semblent stagner pendant une éternité. Si l'entrepreneur déclare que le codage est terminé, et que le projet est par conséquent achevé entre 90 et 95 pourcent, en réalité, l'achèvement du codage ne représente qu'environ entre 30 et 40 pourcent de l'effort total. Le travail qu'il reste à faire pour épurer le logiciel et tester le système nécessitera encore beaucoup de temps et de ressources. Si l'on verse à l'entrepreneur la majorité des fonds lorsque seul le codage est terminé, il y a vraiment un risque que le projet dépasse les crédits prévus. Les calendriers de paiements liés aux projets devraient être conçus de manière à placer le risque financier sur les épaules de l'entrepreneur si tous les aspects du projet ne sont pas entièrement achevés à la livraison. Certains recommandent des paiements échelonnés correspondant à des versions progressives pour le développement de logiciels complexes.

Essais, signalement des problèmes et contrôle de la configuration

Une équipe de projet bien organisée fera tout en son pouvoir pour procéder à des essais du logiciel en fonction de son application

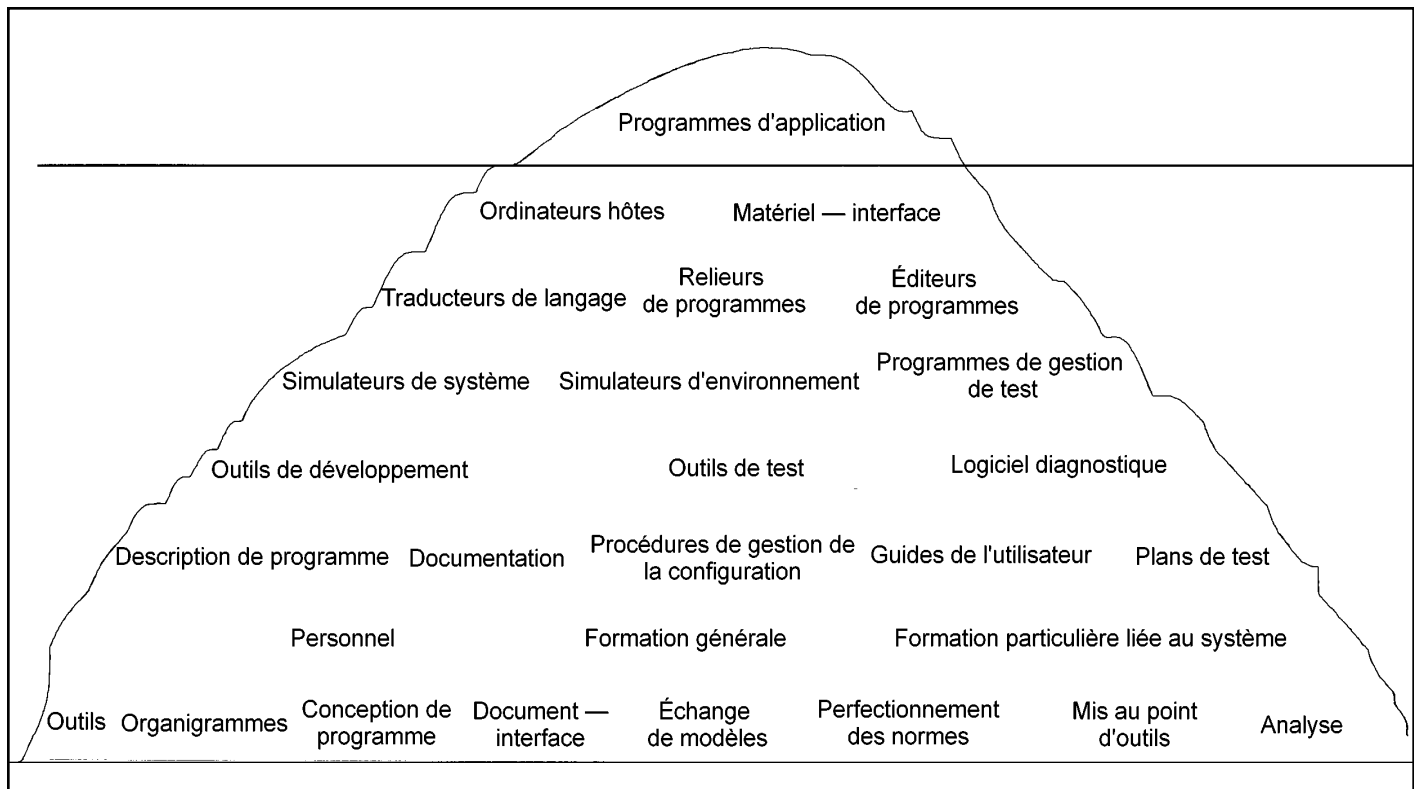


Fig. 1. La banquise logicielle

prévue, le plus tôt possible après la livraison et continuera de surveiller son rendement tout au long de l'intégration. L'équipe du projet devrait également mettre en place une procédure de signalement des problèmes. Si des problèmes sont signalés et s'il est évident que des changements doivent être apportés, il est essentiel d'exercer un certain contrôle sur la façon dont l'entrepreneur rectifie la situation. (Cela fait habituellement partie du processus de développement de l'entrepreneur, et devrait faire l'objet d'une évaluation minutieuse au cours des soumissions. Les objectifs qualitatifs doivent être indiqués à l'avance). Sinon, on peut rapidement perdre le contrôle de la configuration du logiciel si l'entrepreneur repère et règle un problème sans en avoir tout d'abord analysé les répercussions, sans avoir mis le changement à l'essai et avoir modifié la documentation en conséquence. Il incombe à l'équipe du projet d'établir un système de gestion de la configuration afin de corriger les problèmes qui se présentent.

Conclusions

Le secret d'un projet de logiciel qui démarre du bon pied consiste à exercer un contrôle sur les exigences, à les définir de manière appropriée et suffisamment détaillée pour éviter tout malentendu avec l'entrepreneur. Le temps consacré à cette étape peut jouer un rôle capital dans le succès d'un projet.

L'équipe du projet doit également procéder à l'analyse des risques pour chaque aspect du projet et mettre au point des plans de secours pour faire face aux événements non souhaités. La DDP doit être conçue de manière à permettre à l'utilisateur de participer activement à l'évaluation du produit de l'entrepreneur à chaque étape du développement. On recommande également toujours de veiller à ce que le programme soit mis à l'épreuve de façon minutieuse au regard de son application envisagée, le plus tôt possible, après la livraison.

Il faut également prendre en compte les exigences relatives à la maintenance du logiciel. Il faut en outre évaluer le niveau d'efforts et de coûts et les ajouter aux estimations des coûts liés au cycle de vie. Il faut aussi organiser les paiements contractuels en fonction du niveau d'efforts et rendre l'entrepreneur responsable du soutien de la

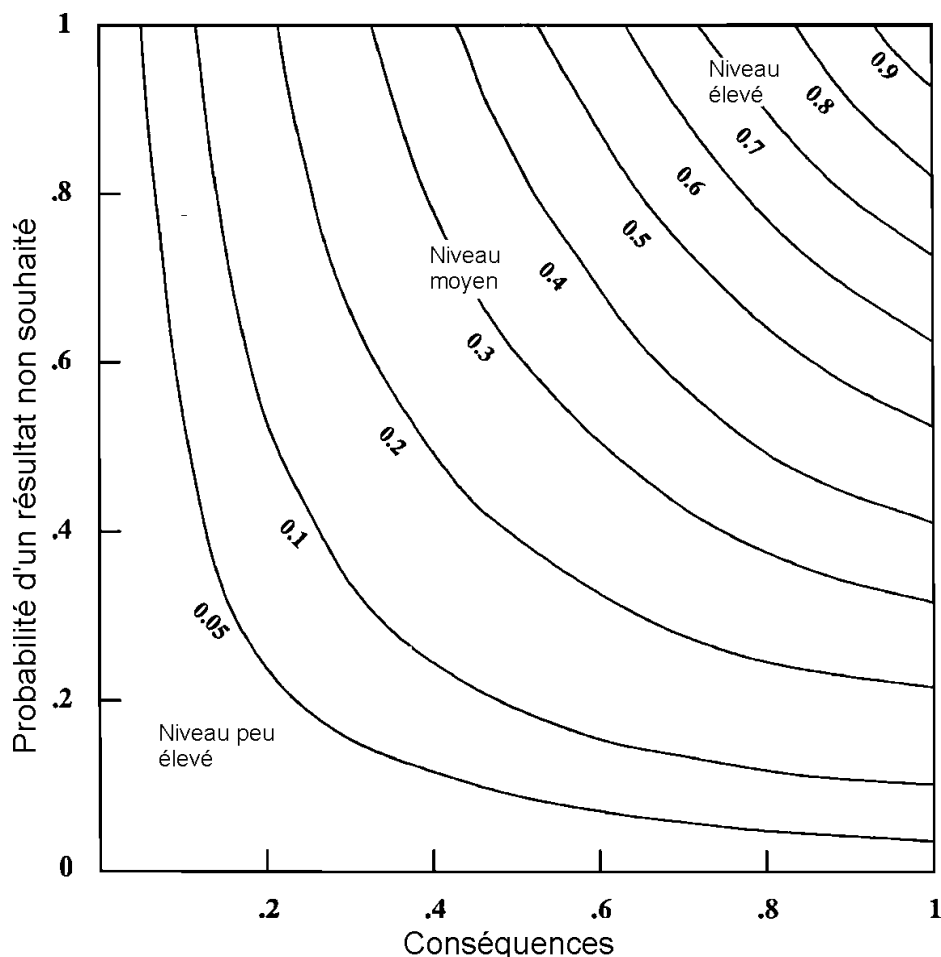


Fig. 2. Carte des isorisques

maintenance du logiciel. En dernier lieu, il convient d'établir une procédure de signalement des problèmes, appliquer la gestion de la configuration logicielle et veiller à ce que l'entrepreneur analyse, teste et justifie tous les changements.



[2] Life Cycle Costing Course: Student Manual, Centre d'instruction et de gestion du matériel, Ottawa, présenté par M.. B. Hough, Computer Sciences Canada, 1996.

[3] Boehm, Barry W., *Software Engineering Economics*, Prentice Hall, 1981.

Le lcdr Tinney est un ingénieur de projet DSN 5 au QGDN.

Bibliographie :

[1] Brooks, F.P. Jr., *The Mythical Man-Month*, Software Engineering Project Management Tutorial, Computer Society Press of the IEEE Editorial Board, 1988.



NCSM Fredericton : La préparation au déploiement vue par un ingénieur de systèmes de combat

Texte et photos : le Lt(M) Jim McDonald

Vous arrive-t-il de partir en camping sans tente ou sans allumettes? Bien sûr que non, car vous risqueriez de vous attirer des ennuis.

Les bons campeurs planifient soigneusement leur trajet, s'assurent d'apporter tout le matériel essentiel et ne voyagent qu'en bonne compagnie. Les mêmes principes s'appliquent aux grands déploiements navals, comme celui du NCSM *Fredericton* (FFH-337), qui s'est rendu en mer Adriatique dans le cadre de l'Opération Sharp Guard à la fin de 1995.

Avant le départ, une de nos grandes priorités a été de réunir un équipage suffisamment nombreux et possédant les compétences voulues pour assurer la maintenance du matériel. Ensuite, nous avons vérifié l'opérabilité du matériel, nous nous sommes procuré toutes les pièces de rechange possibles et, avant de constituer nos stocks, nous avons tout examiné avec nos techniciens en approvisionnement. Comme il était hors de question de partir sans être bien préparés, l'équipage et le matériel ont été mis à l'épreuve environ un mois avant le départ.

Tout comme les campeurs qui font route vers des conditions extrêmes, nous devons être autonomes et transporter tout le matériel dont nous pourrions avoir besoin. Après l'installation du matériel de mission pendant une période courte (étape préparatoire essentielle au cours de laquelle nous avons aussi effectué de la maintenance corrective et préventive), le temps était venu de procéder aux essais. Nous avons donc passé une journée en mer afin de réhabituer l'équipage à la vie à bord et de résoudre certains problèmes. Nous avons aussi profité de l'occasion pour réaliser un essai à plein régime qui s'est révélé très utile, puisque la présence à bord des responsables des essais et des besoins de la flotte en matière de logiciels nous a permis de procéder à un étalonnage et à une mise au point finale de notre matériel et de nos systèmes.

Avant de partir pour cinq mois, il nous fallait tenir compte de deux facteurs importants :

- Nous serions situés à une

distance de 5 000 milles marins de notre soutien logistique, ce qui signifie que les pièces de rechange ne seraient pas facilement disponibles et que nous devions apporter toutes les pièces allouées;

- Nous serions déployés dans un théâtre d'opération où nos systèmes devraient être maintenus dans un état de préparation élevé — nous savions qu'il fallait prendre de l'avance sur notre programme de maintenance, particulièrement dans le cas de la maintenance semestrielle, parce qu'il serait pratiquement impossible de l'effectuer pendant le déploiement. Le seul temps où nous pourrions effectuer de la maintenance préventive serait en cours de route, au moment où les exigences opérationnelles seraient moindres, ou durant une de nos escales dans les ports étrangers (alors que nous préférons tous faire autre chose). Nous avons découvert que le Système intégré - Maintenance, administration et approvisionnement (SIMAA) qui sert à générer des fiches d'entretien, des rapports d'état non satisfaisant (RENS) et, dans une moindre mesure, des contrôles d'état, ne répartit pas correctement les tâches semestrielles. Soyez donc prévenus et ne comptez pas sur le SIMAA pour répartir votre maintenance préventive en tâches facilement réalisables.

Les difficultés qu'il a fallu surmonter

Comme toujours, les problèmes n'ont pas tardé à se manifester. Le 9 décembre 1995, jour où nous quittions notre premier port d'escale (Gibraltar) pour nous diriger vers la zone d'opérations, un de nos techniciens d'armes navales s'est blessé en remplissant un réservoir d'air comprimé déjà chargé. L'extrémité du réservoir est entrée accidentellement en contact avec le levier de sécurité, ce qui a provoqué l'expulsion de l'air comprimé. Le réservoir a suivi le trajet de moindre résistance et a heurté le technicien au-dessus du genou. Onze points de suture ont été nécessaires pour fermer la plaie.

Après s'être assuré que le blessé était entre bonnes mains, les techniciens ont évalué la situation et établi que le levier de sécurité ne s'enclenchait pas sur la pipe d'échappement du tube lance-torpilles. Ils ont alors replacé le levier sur le raccord de la pipe d'échappement à l'aide d'un maillet en caoutchouc. Ensuite, ils ont effectué un essai avec de l'azote comprimé et divers tuyaux et raccords provenant du hangar pour vérifier si le levier se déclenchait à la pression voulue.

Suivant les procédures prévues en cas de défaillance opérationnelle, nous avons transmis le problème et la solution et présenté



un RENS aux autorités à terre, qui nous ont rapidement déconseillé l'emploi du maillet, sauf en cas de nécessité opérationnelle (ils croyaient que le raccord de la pipe d'échappement, et non le levier de sécurité, était à l'origine du problème). Comme nous nous dirigeons vers une zone d'hostilité potentielle et que notre expérience avait réussi, nous avons assujéti les autres leviers à l'aide du maillet.

Environ deux mois plus tard, nous étions à quai à Valence en Espagne, amarrés à côté du USS *Simpson* (FFG-56), qui est aussi équipé de torpilles Mk 46. Les américains nous ont offert d'essayer nos leviers de sécurité sur leurs torpilles. Comme les deux étaient incompatibles, nous en avons déduit que le problème était dû à nos leviers. Nous avons alors adressé un message à notre base de soutien lui demandant de nous expédier des nouveaux leviers par l'intermédiaire de l'unité de soutien logistique avancé de Grottaglie en Italie. Les leviers de remplacement que nous avons reçus fonctionnaient à merveille.

La difficulté suivante a été une défaillance intermittente du boîtier de modem de notre équipement terminal de traitement de données (ETTD) Link-11. Nous faisons route vers une zone d'opérations et nous étions incapables de transmettre ou de recevoir des données sur la situation tactique. Nous en étions très surpris, car l'ETTD avait bien fonctionné au cours d'un exercice récent et pendant les activités de maintenance semestrielle effectuées pendant la période courte. Ce matériel avait même satisfait aux critères d'une évaluation fonctionnelle opérationnelle programmée (EFOP) au cours de la traversée de l'Atlantique.

Nous avons alors commandé un nouvel ETTD, qui nous a été expédié à titre de besoin opérationnel immédiat (BOI). Il a fallu demander un ensemble complet, parce que certaines cartes à circuits — celles qui semblaient être défectueuses — ne sont pas disponibles séparément. Malheureusement, le nouvel ETTD était configuré pour un navire à vapeur et non pour un navire de classe *Halifax*. Une équipe de réparateurs débarquée plus tard à Athènes avec le matériel d'essai approprié nous informait qu'un ETTD de la configuration voulue était en route.

Les réparateurs ont attribué la défectuosité à une mauvaise soudure du panneau arrière du boîtier. Entre temps, ils ont reconfiguré la version vapeur du modem (BOI) et effectué une EFOP. Le Link-11 a bien fonctionné par la suite. Les réparateurs et l'équipage ont célébré l'événement par des visites de Rome et de Pompéi.

L'innovation et l'ingéniosité

L'innovation et l'ingéniosité étaient à l'ordre du jour au cours du déploiement. Lorsqu'une presse-étoupe défectueuse a mis hors service un système de dessalement par osmose inverse, les chauffeurs ont rapidement trouvé une solution. Ils ont obtenu des cuisiniers une planche à découper en Téflon avec laquelle ils ont fabriqué un joint

Les 10 principales choses à faire avant le déploiement

1. Inspecter le matériel d'artillerie navale
2. Étalonner le matériel d'essai
3. Prendre de l'avance sur le calendrier de maintenance
4. Vérifier la quantité de pièces de rechange allouées à bord
5. Se renseigner auprès d'une autre unité et lire les rapports des déploiements précédents
6. Régler tous les problèmes personnels
7. Exécuter les essais de rendement essentiels
8. Discuter du déploiement avec les chefs d'autres services
9. Entreprendre la planification environ deux mois à l'avance
10. Travailler en équipe

d'étanchéité qui a permis de rétablir l'approvisionnement en eau.

Une autre manifestation d'ingéniosité a permis d'éviter un danger potentiel lié à la précision du canon de 57 mm à courte portée. Une limitation du logiciel de contrôle de tir nous empêchait de prévoir la chute de l'obus avec suffisamment de précision; par conséquent, si nous avions eu à tirer des coups de semonce pendant une manœuvre d'abordage en mer Adriatique, nous aurions pour ainsi dire tiré à l'aveuglette. Il nous était simplement impossible de prévoir le résultat d'un tir en travers de la proue d'un navire. Pour tenter de résoudre ce problème, nous avons repéré des tirs d'étalonnage au moyen du système radar STIR jusqu'à ce que nous puissions prévoir la vitesse initiale nécessaire pour atteindre une cible donnée. Nous avons ensuite informé le commandement à terre des résultats de l'expérience.

Les missiles n'étaient pas les seuls dangers auxquels nous étions exposés. Le mauvais temps (normal à cet endroit) a également joué un rôle. À un moment donné, l'entrée d'eau de mer a compromis le fonctionnement du canon — d'abord, les tapes ne restaient pas en place sur la bouche du canon (les manoeuvriers ont fabriqué un couvercle de vinyle), puis l'eau a pénétré à l'intérieur de la tourelle, de la base avant et de la soute de la pièce de 57 mm (par les monte-charge).

En prévision du prochain voyage...

Attendez-vous à éprouver des difficultés et soyez prêts à les résoudre. Malgré tout, le déploiement du NCSM *Fredericton* a été une grande réussite. Nous avons effectué 52 abordages, dont 34 en l'espace de 12 jours à titre de vaisseau amiral. Le navire s'est extrêmement bien comporté par rapport aux navires de certains autres pays.

Les principaux facteurs de notre réussite ont été le talent, l'ingéniosité et la

détermination des membres d'équipage. Suivez mon conseil et ne partez pas sans avoir pris connaissance des autres défis et difficultés que nous avons dû surmonter au cours de la mission et qui sont consignés dans le rapport sur le déploiement du NCSM *Fredericton*.



Le Lt(M) McDonald est l'adjoint de l'ingénieur de systèmes de combat du NCSM *Fredericton*.

Compte rendu :

Séminaire sur le soutien naval de la Région du Centre

Texte : le cdr Don Flemming

Le deuxième séminaire annuel sur le soutien naval de la Région du Centre s'est tenu à l'édifice des Archives nationales, à Ottawa, le 14 avril. Auparavant axé sur le G MAR et le génie naval, le séminaire s'adresse maintenant à un plus vaste auditoire. En effet, il est destiné à tous les membres de l'Équipe de la Défense qui, dans la région de la capitale nationale, s'efforcent de satisfaire aux besoins de la marine en matière de génie, de maintenance et de soutien logistique intégré.

Cette année, le séminaire avait pour thème « Partenariats pour le soutien de la flotte », le mot clé étant « partenariats ». On voulait ainsi examiner comment le Commandement maritime (Chef d'état-major de la Marine), le DGGPEM et les installations de maintenance de la flotte conjuguèrent leurs efforts pour appuyer la flotte. L'élaboration de ces rapports est toujours en cours et doit demeurer un processus dynamique jusqu'à la mise en place, plus tard cette année à Ottawa, de l'organisation du Chef d'état-major de la Marine (CEMM).

Dans son allocution d'ouverture, le **cmdre Wayne Gibson** (Directeur général - Gestion du programme d'équipement maritime) soulignait que d'excellents progrès avaient été réalisés dans l'exploration et l'établissement de rapports entre le SMA(Mat) et le CEMM, mais qu'il restait encore beaucoup de travail à accomplir. Nous devons continuer d'améliorer la façon dont nous utilisons les ressources pour offrir à la flotte le plus haut niveau possible de soutien à court, à moyen et à long terme. Le séminaire ne visait pas à trouver des solutions aux problèmes. Il devait plutôt servir de forum où les membres de l'Équipe de la Défense dans la région de la capitale nationale pourraient se renseigner sur les changements survenus et sur les défis à relever. On espérait en outre que le séminaire permettrait de solidifier les partenariats.

Les conférenciers ont été choisis de manière à représenter un large éventail d'intérêts et de besoins typiques du partenariat au sein de l'Équipe de la Défense. Le **capt(M) Dan Murphy** (Directeur - Besoins de la marine) a ouvert le bal en abordant un élément clé, c'est-à-dire la gestion des attentes en fonction de la définition des besoins. Or, la définition des besoins et l'établissement des priorités de la flotte constituent la première étape du processus qui consiste à déterminer

la nature et le niveau du soutien nécessaire. Étant donné que nous vivons dans un monde de besoins déterminés par les budgets et non de budgets déterminés par les besoins, il faut établir les priorités et les coûts des besoins de la marine de façon globale, et non seulement dans le cadre de catégories traditionnelles et rigides comme Immobilisations, Approvisionnement national, Fonctionnement et entretien, etc. Une fois que la voie à suivre est approuvée, la satisfaction d'un besoin doit être entreprise jusqu'à ce que la mise en oeuvre définitive soit réalisée.

Ensuite, le **capt(M) Sherm Embree** (Directeur - Soutien et gestion maritimes) a examiné le Plan de soutien de la Flotte – le ciment qui soude les rapports du COMAR et du SMA(Mat). Les deux organisations doivent coopérer et se concentrer sur le soutien de la flotte pour que celle-ci puisse recevoir l'appui requis. Le DGGPEM doit répondre aux besoins du COMAR, selon les ressources allouées et les règlements en vigueur, et il est nécessaire de révéler, à tous les niveaux, le soutien que le COMAR et le SMA(Mat) apportent à la flotte, y compris les coûts d'un tel soutien. Le cadre qui permet de satisfaire à ces besoins est le Plan de soutien de la Flotte.

Des exposés ont également été présentés par le **cdr Larry Olsen** (représentant l'IMF Cape Breton) et le **capt(M) Gerry Humby** (commandant de l'IMF Cape Scott). Ces officiers ont donné un aperçu des changements qu'ont subis récemment leurs organisations, des défis qu'il reste à relever et de la façon dont les IMF ont « haussé les critères » en améliorant leur rendement en tant que fournisseurs de services à la flotte. À titre d'exemple concret, **M. Les Boudreau** et **M. Norm Kempt** (IMF Cape Scott) ont expliqué à l'auditoire le passage à des équipes auto-dirigées au sein de l'organisation. Puis, sur un ton un peu plus léger, **M^{me} Sandra Wardell** (Direction - Administration du programme de l'équipement du soldat) a relaté « A Modern DND Clothing Tale », un récit humoriste sur les récents changements apportés au processus d'approvisionnement.

La dernière partie de la journée a été consacrée à un débat libre au cours duquel les membres de l'auditoire ont eu l'occasion de poser des questions et d'exprimer leurs préoccupations. Le **cmdre Gibson**, ses

directeurs et les conférenciers invités ont répondu aux questions. Ce fut là, probablement, la partie la plus intéressante du séminaire, et il n'est pas étonnant qu'on ait manqué de temps. Néanmoins, les gens ont pu poursuivre leurs discussions à une réception mixte organisée en soirée au mess combiné des adjudants et sergents/premiers maîtres et maîtres du QGDN.



Le cdr Flemming est l'officier des projets spéciaux du DGGPEM.

Essai et démonstration d'une source d'alimentation à aluminium à forte densité énergétique dans des véhicules sous-marins sans équipage

Texte : J.H. Stannard¹ et le lcdr L.D. Clarkin²

(¹ Fuel Cell Technologies Ltd., Kingston, Ont.; ² Ministère de la Défense nationale, Ottawa, Ont.)

Introduction

Fuel Cell Technologies Ltd. vient de terminer un programme pluriannuel visant à développer une source d'alimentation à semi-pile à combustible à aluminium pour véhicules sous-marins sans équipage (UUV) pour le compte du ministère canadien de la Défense nationale (MDN). Lors de la dernière phase du travail, une source d'alimentation de 2,3 kW pour le véhicule sous-marin téléguidé autonome (ARCS) a été construite et essayée au banc, et des essais en mer ont été effectués au large de Vancouver en janvier et février de cette année. La source d'alimentation a fonctionné pendant plus de 50 heures sous l'eau à une puissance de sortie nominale de 2 kW, ce qui correspond à une capacité en énergie globale d'environ 80 kWh.

Le système est monté dans un compartiment en aluminium réservé de la coque, de 175 cm de longueur et de 68,6 cm de diamètre. Avec tous les réactifs, le système a une densité équivalente à celle de l'eau. On a atteint une densité énergétique de 250 Wh/kg, et de simples améliorations ponctuelles porteront cette valeur à 330 Wh/kg à court terme. Une série exhaustive d'essais au banc effectués sur les lieux de Fuel Cell Technologies (FCT) comprenait des essais pour étudier l'effet du tangage et du roulis sur les performances. Sur le plan de la R&D, de la recherche autofinancée et effectuée par FCT donne lieu à une puissance potentielle nettement supérieure, avec de petits empilements de cellules fonctionnant à l'équivalent de jusqu'à 6,0 kW pour un empilement de cellules de même taille que celle utilisée à bord de l'ARCS. Ce résultat est obtenu grâce à des améliorations de la cathode à oxygène.

Le présent document décrit une méthode d'amélioration de la tenue sous l'eau de l'UUV grâce à l'utilisation de la semi-pile à aluminium-oxygène. Cette technologie a été mise au point sur une période de plusieurs années par Fuel Cell Technologies Ltd. pour le compte du MDN⁽¹⁾. Le résultat de ce programme est un système de 2,0 kW capable d'alimenter l'ARCS UUV pendant jusqu'à 50 heures. Les résultats d'essai du programme sont présentés ici.

Historique

Depuis les années 1980, le MDN a effectué une série d'études de technologies prometteuses qui pourraient être utilisées pour l'alimentation électrique pour des utilisations terrestres et maritimes jusqu'au prochain siècle. Les qualités recherchées comprenaient : indépendance de l'atmosphère, rendement amélioré du système, augmentation de la densité énergétique, réduction des émissions dans l'environnement et réduction des signatures acoustique et infrarouge. Les technologies étudiées comprenaient :

- nouveaux concepts de batterie
- moteurs thermiques à cycle fermé (diesel, Stirling)
- piles à combustible

D'après la conclusion de ces études, la meilleure technologie pour satisfaire aux exigences ci-dessus avec le moins de risques techniques et le plus grand nombre d'applications était celle de la pile à combustible.

Au contraire de la batterie, qui est un dispositif de stockage d'énergie, une pile à combustible est un dispositif de conversion d'énergie. La pile à combustible est alimentée en combustible (hydrogène) et en oxydant (oxygène) venant de l'extérieur et convertit l'énergie chimique directement en énergie électrique. Cette conversion directe signifie des émissions beaucoup moindres ainsi qu'un rendement du système dépassant 50 pour 100, qui est supérieur à celui obtenu d'un groupe électrogène équivalent à moteur thermique. Cette technologie était considérée comme l'idéal pour les applications sous-marines; un tel dispositif aurait des signatures acoustique et thermique moins évidentes, et les contraintes mécaniques et thermiques moins grandes pourraient entraîner une réduction des frais d'entretien.

Ces qualités constituent une option attrayante qui pourrait être la base d'une source d'énergie écologique pour les groupes

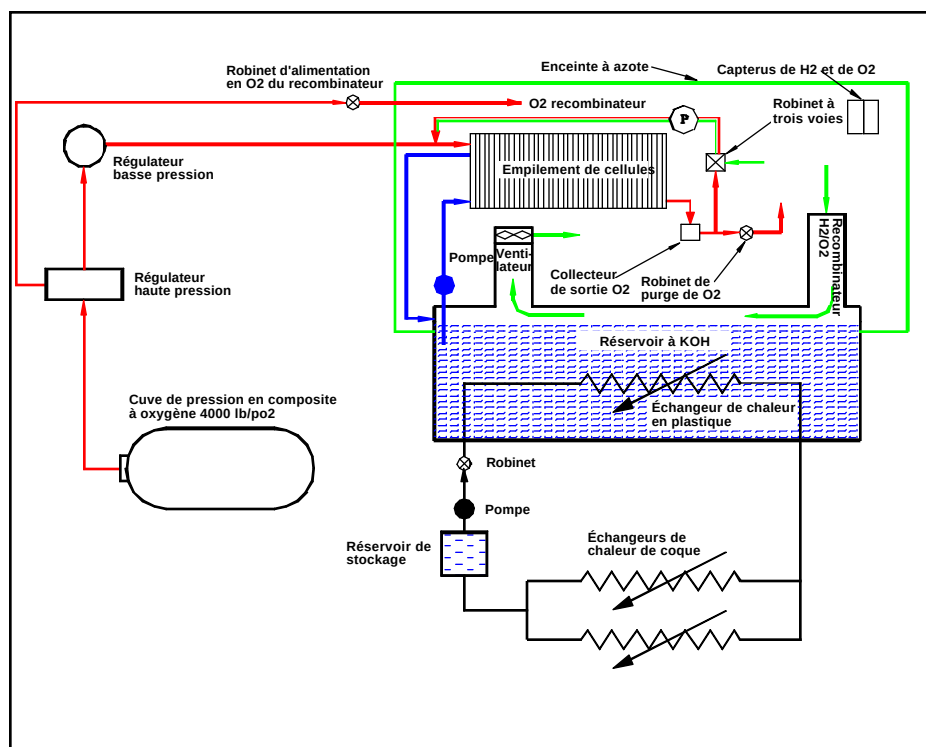


Fig. 1. Schéma simplifié de la source d'alimentation à aluminium-oxygène

générateurs tant fixes que mobiles tout en offrant une réduction éventuelle des frais d'accès à la propriété. En conséquence, la Direction générale de la recherche et du développement du MDN, CR Dév, a participé au développement d'une technologie canadienne des piles à combustible qui a le meilleur potentiel de satisfaire à ces exigences. Cette technologie est celle de la semi-pile à aluminium-oxygène (PSFC Al-O₂)

Semi-pile à combustible à aluminium-oxygène

Comme il ne s'agit pas d'une vraie pile à combustible, on l'a désignée semi-pile à combustible. Il s'agit en fait d'un dispositif qui est en partie batterie et en partie pile à combustible. Comme dans une batterie, un des éléments, le combustible, est consommé à l'intérieur de la pile. L'élément à combustible est l'anode faite d'un alliage breveté d'aluminium et immergée dans un électrolyte liquide (hydroxyde de potassium). Comme dans une pile à combustible, l'oxydant est stocké à l'extérieur de la pile et est apporté à l'anode au besoin. De l'énergie électrique est produite à la suite de deux réactions chimiques : la première, entre l'oxygène et l'électrolyte qui consomme des électrons pour produire des ions hydroxydes, et la seconde, entre les ions hydroxydes et l'anode en aluminium pour libérer les électrons. Le sous-produit principal de cette dernière réaction est de l'hydroxyde d'aluminium, qui est emporté par l'électrolyte en circulation.

Mettant en valeur les densités énergétiques nettement supérieures offertes par le système Al-O₂, FCT développe des sources d'alimentation de pointe indépendantes de l'atmosphère destinées aux applications sous-marines. Dans l'application sur l'UUV, l'entreprise a démontré qu'on peut réaliser des améliorations considérables de la densité énergétique par rapport aux accumulateurs (d'un facteur de dix par rapport aux accumulateurs au plomb et d'un facteur de jusqu'à cinq par rapport aux accumulateurs argent-zinc)^[2,3].

Description du système d'alimentation

La figure 1 représente un schéma simplifié d'une source d'alimentation à aluminium-oxygène générique. En principe, il y a six sous-systèmes majeurs à considérer. Le système comprend un empilement de cellules génératrices d'énergie contenant des anodes pleines en aluminium, un volume d'électrolyte à l'hydroxyde de potassium qui est pompé dans ces cellules, le moyen de stockage et de régulation de l'alimentation en oxygène de l'empilement de cellules, un système de gestion d'hydrogène, un système de régulation thermique et un système de commande électronique.

L'empilement de cellules se compose de un ou de plusieurs jeux de cellules, généralement entre 12 et 150, montées en série ou en parallèle pour obtenir la combinaison voulue de puissance et de tension d'empilement. Chaque cellule est munie d'ouvertures d'entrée et de sortie pour l'électrolyte et l'oxygène.

Des collecteurs sont formés par des ouvertures des cellules, et l'ensemble est scellé au moyen de joints toriques et serré entre des plaques d'extrémité rigides. Dans la configuration unipolaire utilisée, la superficie anodique est d'environ 500 cm², et dans toutes les conceptions de production jusqu'à date, elle n'a pas dépassé les limites de la gamme de 350 à 1000 cm². Les densités de courant de fonctionnement à la puissance de sortie nominale sont habituellement sélectionnées dans la plage comprise entre 20 et 100 mA/cm². Le système de l'ARCS a 44 cellules d'une superficie de 590 cm².

Une étude comparative détaillée effectuée dans le cadre d'un contrat pour le programme ARCS du ministère canadien de la Défense Nationale^[4] a mené à la sélection d'oxygène sous une pression de 4000 lb/po² dans une cuve haute pression enveloppée de composite comme moyen de stockage d'oxydant pour le système de l'ARCS en cours de développement. Un régulateur haute pression, suivi d'une soupape proportionnelle à commande électronique, alimente la pile à une pression constante de quelques pouces d'eau. Le système sélectionné a une densité énergétique extrêmement élevée, comparable en volume à 50 % des systèmes à peroxyde d'hydrogène et à bougie de chlorate et il est beaucoup plus facile à utiliser que le LOX. La conception globale est compatible avec n'importe quel moyen de stockage d'oxygène, qui peut varier selon l'application.

Le système de gestion d'électrolyte comprend un réservoir en acier inoxydable qui contient l'électrolyte et une pompe de circulation. Ce système relativement simple est généralement conçu pour épouser la forme de la coque du véhicule. Règle générale, le réservoir à électrolyte représente 40 % du volume total du système et fournit la structure mécanique intégrant les autres sous-systèmes.

Une faible quantité d'hydrogène est produite à l'anode par une réaction d'oxydation entre l'aluminium et l'électrolyte aqueux. Cette quantité d'hydrogène est évacuée en continu par un système de recombinaison et une atmosphère de recyclage à l'azote. Une faible quantité d'oxygène est recombinée avec l'hydrogène, ce qui forme de l'eau, qui est retournée au réservoir à électrolyte. L'enceinte contenant l'azote et entourant l'empilement de cellules, les éléments du recombinateur et la boucle de circulation sont normalement tous conçus pour épouser la forme de la coque du véhicule, ce qui augmente la densité d'intégration^[5,6].

Le système de régulation thermique règle la température de l'électrolyte, typiquement à 60 °C, au moyen d'un échangeur de chaleur électrolyte-fluide de refroidissement, d'un circuit de circulation de fluide de refroidissement à base d'eau et de panneaux d'échangeur de chaleur conformes en aluminium collés à l'intérieur de la coque.

Le système de commande électronique et le logiciel sont génériques et basés sur l'utilisation de micro-ordinateurs industriels et d'éléments électroniques commerciaux tels que des alimentations et des capteurs. On utilise typiquement jusqu'à 48 voies de données et de commande, mais ce nombre sera réduit à mesure que le besoin de données de développement technique diminue.

Le système complet développé pour l'ARCS pèse 388 kg et occupe un volume de coque d'environ 425 L.

Programme d'essai de l'ARCS

Ce projet de R-D qui vient de se terminer a commencé en novembre 1994 par une série de quatre essais au banc terminés en décembre 1996 et suivis du programme d'essai en mer de la côte Ouest terminé en février 1997. Ce

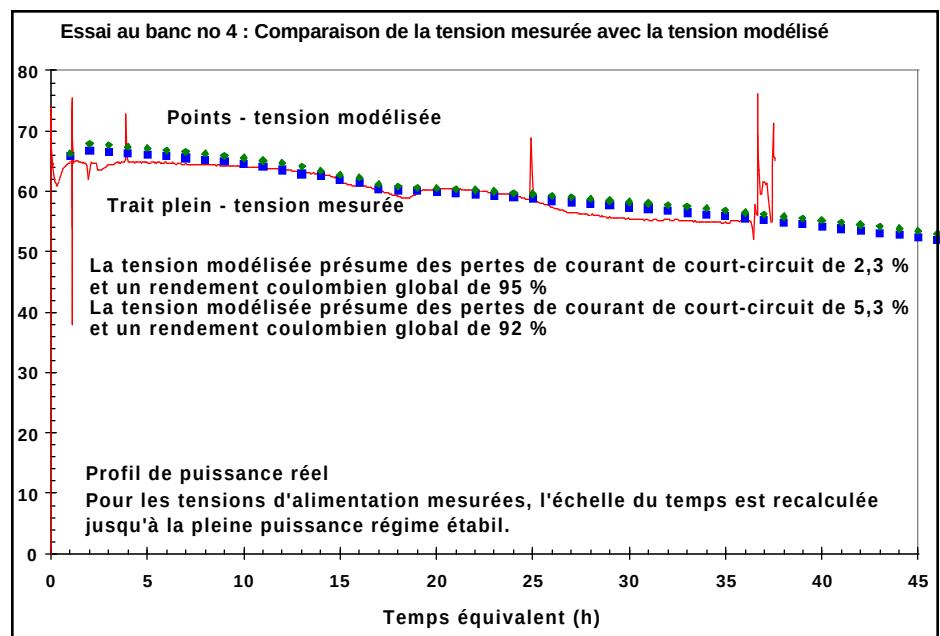


Fig. 2. Comparaison de la tension modélisée avec la tension mesurée de l'essai au banc n° 4

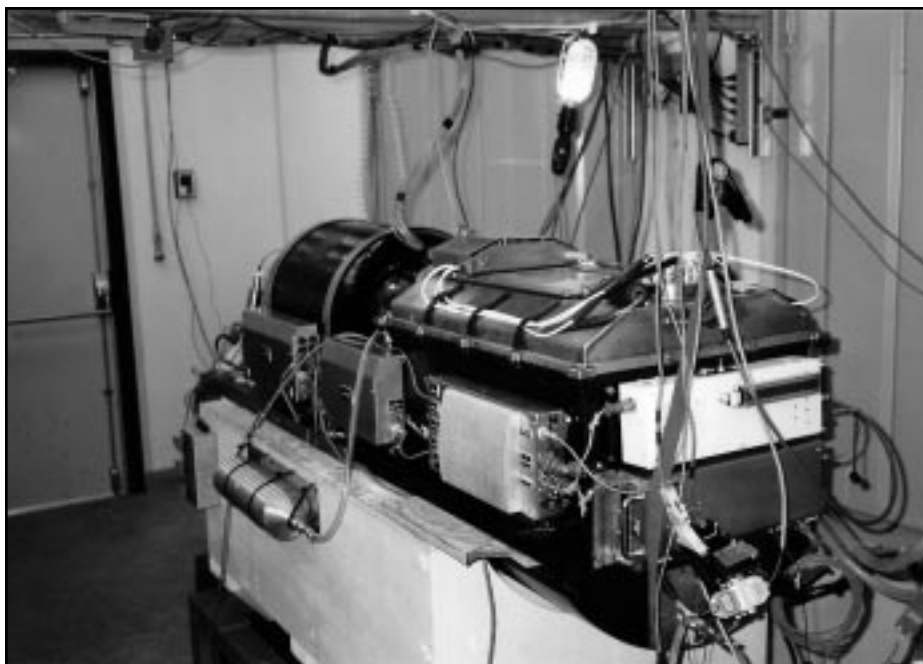


Fig. 3. Source d'alimentation à pile à combustible (FCPS) soumise au dernier essai au banc

programme comptait une série d'essais de complexité croissante, décrite ci-dessous.

Développement des sous-systèmes

Une série d'essais de développement a été effectuée sur tous les sous-systèmes majeurs. Un des objectifs du programme était d'obtenir des niveaux accrus de fiabilité et de maintenabilité du système d'aluminium-oxygène avec un objectif initial d'une probabilité de 90 % de réaliser avec succès une mission de 50 heures sous l'eau. On a construit un banc d'essai de fiabilité et on a réalisé jusqu'à 21 cycles complets de 48 heures sur bien des éléments clés tels que les pompes et la robinetterie. On a également effectué la mise au point des capteurs, car ceux-ci avaient constitué un des domaines de problèmes majeurs de fiabilité lors d'essais en mer antérieurs.

Essais au banc

Le programme d'essais au banc comprenait quatre essais de complexité croissante. Le premier essai était un rodage dans lequel tous les sous-systèmes étaient utilisés ensemble pour la première fois. L'essai au banc numéro 4 comprenait les effets du tangage et du roulis et un profil réaliste de la mission. Le résultat net de toutes les améliorations était des performances nettement améliorées lors de l'essai numéro 4, avec une longue période ininterrompue de fonctionnement autonome.

Voici les résultats d'essai :

Énergie totale (globale)	88,0 kWh
Énergie totale (nette)	80 kWh
Temps de fonctionnement total	47,0 h
Temps pour atteindre la pleine puissance	50 min.

Les anodes étaient généralement à plat après la décharge, et le rendement coulombien était nettement supérieur à 87,2 %. Une comparaison de la tension modélisée avec la tension réelle est illustrée à la Fig. 2. Un autre résultat de l'essai était les excellentes

performances du système de purge de l'empilement de cellules et les tensions de cellule uniformes.

Un certain nombre des améliorations résultait de l'analyse des résultats. L'équilibre de l'écoulement entre l'empilement et les boucles de circulation a été modifié. Cette modification était basée sur l'observation que l'électrolyte de l'empilement de cellules avait une trop grande concentration de solides, entraînant un certain bouchage des cellules après 40 heures de fonctionnement et la perte de plusieurs cellules à l'heure 43. L'autre amélioration majeure était la mise en oeuvre d'un système de correction du décalage du capteur d'hydrogène qui compensait les mesures du capteur en fonction de la stabilité de la température du recombinateur.

Les essais de tangage et de roulis étaient fondamentalement réussis et, règle générale, tous les sous-systèmes, y compris le mécanisme d'alimentation, étaient satisfaisants. Le résultat du programme d'essais au banc était un système qualifié pour les essais en mer. La figure 3 représente la FCPS qui subit son dernier essai au banc (n° 4) aux installations de FCT à Kingston (Ontario), avant l'intégration à l'ARCS à Vancouver.

Trois essais en mer du système ont été effectués dans le passage Indian Arm Inlet (C.-B.) (près de Vancouver) en janvier et février 1997 : un de 30 heures et deux de 50 heures. Ces essais ont été effectués conjointement avec I.S.E. Research Ltd. (ISER), à l'aide de leur navire d'essai, le *Researcher*. Le véhicule ARCS appartenant au MDN fonctionnait en autonomie, tout en étant surveillé de la surface au moyen d'une liaison de télémesure acoustique à débit réduit.

Intégration au véhicule

Après une série d'essais au banc de la FCPS, le système complet a été transporté à

ISER, ou une équipe mixte de personnel de FCT et d'ISER a réalisé l'intégration mécanique et électrique du système au véhicule ARCS. Cela comprenait les tâches suivantes :

- Préparation d'installations pour le stockage et le mélange de l'électrolyte, ainsi que d'un moyen de transport de l'électrolyte en direction et en provenance du navire de recherche;
- Adaptation finale du berceau de la FCPS, et ajustement, pour fins d'essai, de la FCPS à son compartiment spécial dans la coque;
- Assemblage final de la FCPS, y compris montage du système d'oxygène à haute pression sur le réservoir de la FCPS;
- Assemblage et installation du système de refroidissement de la FCPS;
- Installation de la tuyauterie de purge d'azote sur le véhicule ARCS pour assurer la purge tant du véhicule que de la FCPS, le véhicule étant ouvert ou fermé;
- Conception et assemblage d'un système de purge d'azote liquide à bord du *Researcher*;
- Pesage et ballastage du véhicule ARCS pour assurer une flottabilité nulle;
- Élaboration de procédures d'utilisation du véhicule, de la FCPS et de l'équipement de soutien durant toutes les phases des essais en mer.

Les travaux d'intégration mécanique de la FCPS au véhicule et la préparation de l'équipement de soutien nécessaire se sont déroulés sans problème. L'intégration de l'équipement électronique et électrique de la FCPS portait sur le matériel suivant :

- *Câble d'alimentation principale.* Ce câble alimentait le véhicule ARCS à partir de la barre omnibus c.c. principale de la pile à combustible. Sa fiche était compatible avec les batteries ni-cad existantes;
- *Connexion d'alimentation externe.* Un câble était acheminé d'une traversée existante de la coque de l'ARCS vers la barre omnibus principale de la FCPS. Cela permettait d'alimenter le véhicule et l'équipement électronique de la FCPS en tout temps à partir d'une source d'alimentation de quai, ce qui éliminait le risque d'épuiser les batteries de secours durant des périodes prolongées de stockage ou de débogage;
- *Batteries de secours.* Cinq batteries au plomb de 12 V ont été installées dans le compartiment FCPS de la coque;
- *Câble de communications série.* Ce câble reliait l'ordinateur du véhicule ARCS à l'ordinateur principal du FCPS;
- *Câble de signaux de santé et de sécurité du FCPS.* Ce câble reliait l'ordinateur du véhicule ARCS à l'ordinateur principal du FCPS.

L'intégration électrique de la FCPS s'est déroulée de façon ordonnée et sans problèmes techniques.

Essai en mer n° 3 « Deuxième mission en autonomie »

Les objectifs de l'essai en mer n° 3 étaient de faire fonctionner la FCPS dans un véhicule ARCS évoluant en autonomie en mode de gestion des solides pendant un minimum de

PARAMÈTRE	OBJECTIF	RÉALISATION	COMMENTAIRE
Masse	400 kg	384 kg	Plusieurs améliorations de la conception détaillée.
Volume (longueur spécifiée)	1,8 m maximum	1,75 m	Exige encore du ballast. Il y a lieu d'améliorer la densité d'intégration de 75 %.
Temps de fonctionnement	50 heures	50 heures (essai en mer n° 2)	Plus long fonctionnement ininterrompu en autonomie : 37 h, essai au banc n° 4
Puissance	2,0 kW (régime continu) 2,3 kW (valeur de crête)	2,0 kW 4,5 kW	>30 h (essai en mer no 2), 37 h (essai au banc n° 4) Momentanément lors de l'essai au banc n° 1. 3,0 kW atteinte couramment
Capacité en énergie	100 kWh	75,0 kWh (essai en mer n° 2) 80,0 kWh (essai au banc n° 4)	Compromise par des arrêts subits - jugés extrêmement rares dans un système mature.
Densité énergétique	250 Wh/kg	195 Wh/kg 208 Wh/kg	Essai en mer n° 2. Essai au banc n° 4.
Temps de ravitaillement	2 heures	16 heures	L'évacuation des boues du réservoir est encore laborieuse.

Tableau 1 - Comparaison des performances avec les objectifs du projet

50 heures. Le 17 février 1997, la FCPS a été mise en marche, et le véhicule, lancé avec succès. Après environ 9 heures de fonctionnement, le véhicule a connu des problèmes de commande d'une surface de manoeuvre. À l'heure 12,7, le véhicule a été récupéré à bord du *Researcher*, et la commande de la surface a été réparée pendant que la FCPS demeurait active. À l'heure 14,3, le véhicule a été relancé et il a fonctionné jusqu'à ce que le moteur de la pompe à électrolyte tombe en panne à l'heure 23,7. Le moteur a été remplacé, puis le véhicule, relancé.

Les performances de la FCPS étaient beaucoup moindres après cette défaillance de moteur. La défaillance du moteur a arrêté subitement l'écoulement de l'électrolyte dans l'empilement de cellules. Cet écoulement est le seul moyen de refroidissement de l'empilement de cellules; lorsque l'écoulement est interrompu en fonctionnement, l'empilement

surchauffe généralement, ce qui a un effet nuisible sur les cathodes. À l'heure 32, le temps s'est gâché, et on a décidé de récupérer le véhicule pour des raisons de sécurité. Le véhicule a été récupéré, et la FCPS a été gardée en ligne avec le véhicule prêt au lancement une fois que le temps se soit calmé. À l'heure 36,9, le véhicule a été lancé, et l'essai s'est poursuivi jusqu'à ce que la FCPS ne soit plus en mesure de fournir la tension minimale au système à la vitesse pratique minimale du véhicule.

Une comparaison du fonctionnement avant et après l'arrêt dû à la défaillance de la pompe montre que la tension de l'empilement à 34 A avait été réduite d'une valeur très adéquate de 64 volts à seulement 56,5 volts (voir *figure 4*). Cela indique des dommages assez généralisés des cathodes. Le résultat final de 82,5 kWh (énergie globale) n'est que de 75 % de l'objectif. Il est à noter que, lors de cet essai,

des 7 arrêts du véhicule, 2 seulement résultaient de la FCPS, et 5 résultaient de problèmes opérationnels ou liés au véhicule. FCT est d'avis que, basé sur les performances prouvées de l'empilement jusqu'à l'heure 23,7, l'objectif de 100 kWh (énergie nette) aurait pu être atteint.

Discussion des résultats

Malheureusement, la plupart des programmes de développement sont limités par leur budget et leur échéancier, et le système à développer commence à peine à atteindre un certain degré de maturité vers la fin du programme, lorsqu'il ne reste presque plus d'argent ni de temps. Dans un monde idéal, la FCPS serait soumise à 20 essais successifs pour résoudre tous les problèmes de fiabilité et opérationnels, ce qui permettrait d'effectuer une évaluation exacte de la capacité et des performances. Dans l'étendue limitée du programme d'essais en mer réels, on a recueilli des données importantes, et la FCPS et l'ARCS commençaient à bien fonctionner, avec des périodes prolongées d'autonomie.

Le tableau 1 est le résumé d'une comparaison des performances de la FCPS avec les objectifs du programme et indique la raison principale de la non-atteinte de tout objectif. Il est clair que le principal problème influant sur les mesures de performance était le manque continu de fiabilité. De nombreuses améliorations ont été apportées lors du programme d'essais au banc, et on a attaqué les problèmes détectés au début des essais en mer. Il est ironique que la seule défaillance principale lors du dernier essai en mer était celle de la pompe principale à électrolyte. Cet appareil avait été remplacé par un neuf qui avait été rodé avec soin au banc, tel qu'il avait été recommandé par le programme de fiabilité, mais il est quand même tombé en panne de façon imprévisible en fonctionnement sous l'eau. D'après les données d'essai et leur analyse, cette défaillance serait une occurrence extrêmement rare. Les données d'essai indiquent que virtuellement toutes les autres améliorations des capteurs, des circuits de circulation, de l'étanchéité de l'empilement de cellules, etc., ont fonctionné tel que prévu et ne posaient aucun problème lors du dernier essai.

Les sous-systèmes suivants ont fonctionné à la perfection lors du dernier essai en mer :

- Système de commande électronique
- Système de régulation thermique
- Système de gestion d'hydrogène
- Système de batteries de secours
- Système structural
- Système de stockage d'oxygène et d'alimentation en oxygène
- Lancement et récupération
- Mise en marche et mise à l'arrêt

Par conséquent, l'équipe du projet est convaincue que, si l'on avait disposé de suffisamment de temps opérationnel, on aurait pu atteindre l'objectif de 100 kWh (250 Wh/kg).

Conclusions et recommandations

On a acquis beaucoup d'information et d'expérience pratique en effectuant les essais

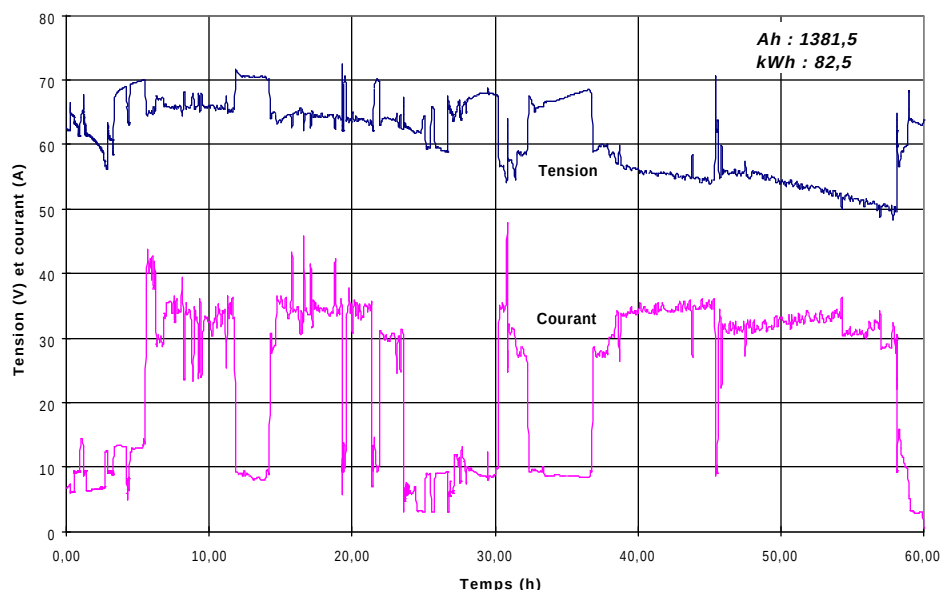


Fig. 4. Courbe de tension et de courant de la « deuxième mission en autonomie » des essais en mer

au banc et en mer. Les performances globales étaient proches des objectifs de ce projet de R-D parrainé par le CR Dév, et virtuellement tous les sous-systèmes ont fonctionné à la perfection lors du dernier essai en mer, ce qui confirme que la semi-pile à aluminium-oxygène est une solution viable pour l'utilisation comme source d'alimentation sous-marine. Les limitations du temps et du budget à la fin du programme étaient les seuls obstacles à l'atteinte d'une décharge complète de 100 kWh en autonomie à bord d'un véhicule ARCS en fonctionnement.

Voici un résumé des changements qui pourraient être apportés au système pour le rendre plus convivial et plus fiable dans une version de production :

- Étudier la pompe à électrolyte et la remplacer par un modèle plus efficace. La pompe actuelle représente plus de la moitié de la charge auxiliaire totale de la FCPS et bien que la pompe soit robuste, son moteur s'est avéré peu fiable lors du dernier essai;
- Rendre le système plus facile et moins laborieux à ravitailler au moyen d'un contenant non réutilisable d'électrolyte et de boues;

- Il faut davantage de développement au niveau des capteurs de gaz pour augmenter la fiabilité de la mesure de la concentration d'oxygène à l'intérieur de l'enceinte à azote et il faut raffiner les capteurs d'hydrogène par conductivité thermique.

- Il faudrait incorporer un régulateur plus rapide pour l'alimentation en oxygène pour améliorer la réponse aux transitoires.

- Une cathode améliorée à performances supérieures a été développée et testée à même des fonds de R-D de FCT. L'adoption de cette cathode améliorerait encore les performances de la FCPS de 20 à 25 %. Tout projet futur devrait incorporer cette amélioration.

Toutes ces recommandations devraient être exécutées dans le cadre d'un programme ayant pour objectif principal d'effectuer des essais en mer sur une période beaucoup plus longue sur une source d'alimentation plus fiable et rentable qui répond aux exigences de l'utilisateur final. Comme les tâches de l'intégration mécanique et électrique de la FCPS au véhicule ARCS ont été exécutées avec succès, des essais en mer ultérieurs d'un produit plus fiable et convivial pourraient être effectués avec beaucoup moins de risques techniques et à un coût global beaucoup moindre.

Initiatives ultérieures de R-D

Le programme canadien d'essai de l'ARCS a démontré une progression réussie du stockage d'énergie dans une semi-pile à combustible indépendante de l'air pour la propulsion électrique. Il s'agit non seulement d'un

dispositif de stockage à grande densité énergétique, mais aussi d'une solution de rechange économique, écologique et sûre avec possibilité d'une grande réduction des frais d'accès à la propriété.

La recherche financée par FCT et portant sur des cathodes à oxygène améliorées a donné lieu à des tensions de pile considérablement augmentées (voir figure 5). Des empilements de quatre cellules ont été essayés avec cette technologie et ils produisent une puissance équivalant à 6,0 kW au moyen d'une configuration identique à celle du système de l'ARCS. D'ici trois ans, des améliorations du système en cours de développement donneront lieu à une densité énergétique comprise entre 400 et 500 Wh/kg.



Références

- [1] Lcdr R. Wall, "Canadian Fuel Cell Development - Military Application." *Sea Technology*, vol. 37, No. 7, July 1996.
- [2] K. Collins, J.H. Stannard, R. Dubois et G.M. Scamans, "An Aluminum-Oxygen Fuel Cell Power System for Underwater Vehicles." *Underwater Intervention*, New Orleans, January 1993.
- [3] G.M. Scamans, D.K. Creber, J.H. Stannard et J.E. Tregenza, "Aluminum Fuel Cell Power Sources for Long Range Unmanned Underwater Vehicles." *International Power Sources Conference*, Cherry Hill, NJ, 1994.
- [4] J.H. Stannard, D.C. Stockburger et J.E. Tregenza, "Oxygen Storage and Supply System Trade-off for UUV Propulsion by Aluminum Semi-fuel Cell". 9th International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology. University of New Hampshire, September 1995.
- [5] G. Deuchars, J.R. Hill, J.H. Stannard, et D.C. Stockburger, "Aluminum-Hydrogen Peroxide Power System for an Unmanned Underwater Vehicle." *Oceans '93 Conference*, Victoria, B.C., October 1993.
- [6] J.H. Stannard et G.D. Deuchars, "A Modular Approach to UUV Propulsion Using Aluminum/Oxygen Semi-fuel Cells". *Oceans '95 Conference*, San Diego, CA, October 1995.
- [7] E.R. Levine, D.N. Connors, R. Shell et T. Gagliardi, "Oceanographic Mapping with Navy's Large-Diameter UUV". *Sea Technology*, Volume 36, No. 6, June 1995.

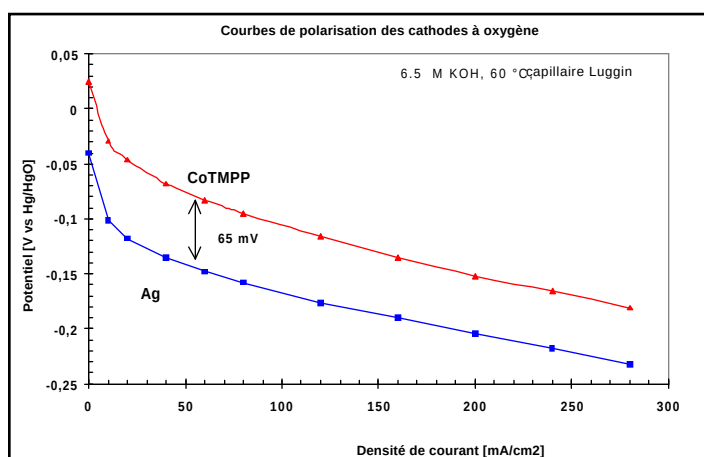


Fig. 5. Performances améliorées des cathodes grâce à l'utilisation de CoTMPP

Coin de l'environnement

Le premier navire de la Marine canadienne équipé d'un système de traitement des déchets solides prend la mer

Texte : le lcdr S.K. Dewar

Photos : courtoisie de Mario Gingras

Le premier système de traitement des déchets solides produit dans le cadre du Projet de protection du milieu marin (PPMM) a été installé récemment à bord du navire de ravitaillement de la flotte NCSM *Protecteur* (AOR-509). Il se compose d'un broyeur de déchets solides fabriqué par Hobart, d'un compacteur ultra-robuste fabriqué par Strachan et Henshaw (fabricant britannique des tubes lance-torpilles) ainsi que d'un dispositif de traitement des matières plastiques conçu par la US Navy qui sera livré au milieu de l'année.

Le système de traitement des déchets solides rendra les bâtiments de guerre du Canada conformes aux dispositions des conventions MARPOL de 1973 et de 1978 et de la Loi sur la marine marchande du Canada. L'équipement a été conçu pour traiter les flux de déchets produits à bord des navires et tous ses composants ont été éprouvés par d'autres marines.

Le compacteur ultra-robuste est exempt des lacunes que les systèmes commerciaux existants ont montrées en mer. Il est en mesure de réduire d'environ 15 fois le volume des déchets, performance nettement supérieure à celle de la plupart des compacteurs commerciaux qui réduisent le volume des déchets de 3 fois. Au cours de sa première utilisation à bord du *Protecteur*, le compacteur a avalé des bidons



Dave Richards, représentant de Strachan and Henshaw (à gauche), et Dave Sigrist alors qu'ils procédaient à la mise en service du compacteur ultra-robuste, à la fin de mars. Le compacteur montré sur la photo, dont le couvercle avant est enlevé, est en mesure d'avalir toutes sortes d'articles comme des pièces de 4 sur 4 et des garde-rats et de réduire leur volume de 15 fois.

de peinture, des canettes d'aérosol, des pièces de 4 sur 4, des garde-rats et du tuyau à vapeur renforcé de fil métallique sans rechigner, alors que ces déchets seraient venus à bout des autres types de machines. Les déchets traités sont stockés dans des seaux de 20 litres qui sont

scellés par la suite pour empêcher les fuites de liquide et le dégagement d'odeurs nauséabondes. Le compacteur comporte diverses caractéristiques de sécurité qui l'empêchent de traiter des articles incompatibles (un second, par exemple!).

Pourquoi ne pas avoir retenu l'incinération?

Nombreux sont ceux qui se demandent pourquoi l'incinération n'a pas été retenue pour le traitement des déchets en mer, particulièrement du fait que cette solution a été appliquée avec succès aux trois navires de classe *Halifax*. Le raisonnement qui a entraîné l'abandon de l'incinération mérite quelques brèves explications parce qu'il illustre la complexité de la situation en ce qui concerne la réglementation en matière d'environnement.

On sait, depuis un certain temps, que la communauté maritime internationale songe à édicter une réglementation en matière de lutte contre les émissions atmosphériques. Les émissions d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de composés organiques volatils et de

particules sont toutes très néfastes pour l'environnement. Plusieurs pays ont réglementé ces émissions et des juridictions à l'intérieur de certains pays ont même adopté leur propre réglementation. La Californie en est un exemple. Tous les règlements en vigueur évoluent constamment, mais il n'y a pas encore de consensus à l'échelle de la planète sur la façon de régler le problème. Les dispositions provisoires contenues dans l'Annexe VI de la Convention MARPOL renferment d'importantes restrictions à l'usage des incinérateurs. Ces dispositions sont contestées par de nombreux pays, mais on ne sait pas encore comment la situation tournera.

La Marine canadienne doit disposer d'un matériel permettant à ses navires d'avoir accès

aux ports et aux secteurs d'opérations sans restrictions indues. Plus simplement, la viabilité à long terme du procédé classique d'incinération est incertaine et, pour cette seule raison, les responsables du PPMM ont opté pour une technologie qui répondra à nos besoins à long terme. Par ailleurs, il est évident que la solution retenue respecte davantage l'environnement que l'incinération qui, en fait, consiste simplement à rejeter les déchets dans l'air plutôt que dans l'eau, en utilisant du carburant qui pourrait servir à d'autres fins.— S.K.D.





Le nouveau broyeur de déchets du *Protecteur*. Ce matériel fait partie du système de traitement des déchets dont seront équipés les autres navires de la flotte dans le cadre du Projet de protection du milieu marin.

Le broyeur a été conçu pour traiter des déchets qui sont de nature organique pour la plupart, notamment de la nourriture, du papier et du carton. Il réduit les déchets en fines particules qui peuvent être rejetées à la mer sous la forme d'une bouillie dans la plupart des secteurs où ont lieu des opérations navales. En traitant de la manière appropriée les déchets organiques qui comptent pour 60 pour 100 de

est maintenant largement répandu aux États-Unis où la loi exige que les bâtiments de guerre en soient équipés avant 1998. Le dispositif fond les rebuts de plastique et les écrase pour produire des galettes d'un mètre diamètre; le volume est réduit d'environ 30 fois. Il est en mesure de traiter des matières plastiques fortement contaminées par de la nourriture et des essais ont démontré que les déchets ainsi

la production quotidienne de déchets à bord d'un navire en mer, il est possible de traiter les autres déchets simplement et efficacement. Les broyeurs sont largement utilisés à bord des paquebots de croisière et des traversiers et ils équipent la plupart des bâtiments de guerre de surface de la US Navy.

Le dispositif de traitement des matières plastiques est le premier du genre et son usage

traités demeurent hygiéniques et exempts d'odeurs pendant une période pouvant atteindre deux ans. La US Navy dispose même d'un programme de recyclage des matières plastiques traitées qui sont transformées en piles de quai (le Canada pense aussi à recycler ces matières plastiques).

Le compartiment qui loge le système est peut-être aussi important que le système même. À bord du *Protecteur*, un compartiment réservé spécialement au traitement des déchets a été aménagé dans le coin arrière tribord de l'ère de stockage de manière à faciliter le tri, le stockage et le traitement des déchets. À l'étape de la conception, une attention toute particulière a été apportée à la facilité de nettoyage, à la ventilation et à l'évacuation des eaux résiduaires.

La Marine canadienne commencera à installer le système de traitement des déchets solides à bord d'autres navires de la flotte au cours de l'été. Grâce à ce matériel, elle sera en mesure de se conformer à la réglementation en matière d'environnement et elle deviendra un chef de file en matière de gestion de l'environnement.



Mise à jour : Substances menaçant l'ozone (SMO)

Le Protocole de Montréal et la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE) interdisent la production et l'importation des CFC. Cela signifie que nos besoins en réfrigérants et en halon ne peuvent être satisfaits que dans la mesure où nous en avons en stock. Outre notre engagement à la gestion responsable de l'environnement, du point de vue logistique la marine n'a pas le choix, elle doit convertir ses navires avec des produits moins dommageables pour l'environnement.

La nouvelle réglementation fédérale sur les halocarbures en est à sa troisième version et elle devrait être promulguée d'ici la fin de l'année. Cette réglementation obligera tous les ministères fédéraux à se conformer à la LCPE. L'Ordre COMAR G-19 est en cours de mise à jour en fonction de cette réglementation. La modification la plus importante sera l'obligation de déclarer à Environnement Canada toute libération de SMO. De plus, les pertes de fréon et de halon devront être corrigées dans les sept jours suivant leur détection.

Fréon

Des unités de purge hautement efficaces ont été achetées pour l'entretien des systèmes frigorifiques de 75 tonnes actuellement en service. À compter du 1er janvier 1999, l'utilisation de ces nouvelles unités de purge sera obligatoire. Après cette date, la libération maximale permise de R11 sera de 0,1 kg de fréon par kg d'air.

De nouveaux systèmes frigorifiques seront installés sur le *Preserver* (AOR-510) pendant la

refonte en cours, et sur l'*Algonquin* (DDH-283) lors de sa prochaine refonte. Non seulement ces systèmes seront moins dommageables pour l'environnement, mais leur exploitation devrait être également plus facile.

La conversion du système de réfrigération des frégates de patrouille devrait commencer cet été. Les compresseurs en place sont construits pour utiliser le R134a, un réfrigérant acceptable pour l'environnement, ce qui fait que l'essentiel du système restera inchangé. Des travaux de développement sont en cours pour le remplacement des compresseurs de réfrigération des navires de classe *Iroquois*, par des compresseurs de la même série que ceux des frégates.

Halon

La réglementation fédérale exige que tous les travaux sur les systèmes à halon soient faits en conformité avec les ULC. Pour cela, tout le personnel chargé de l'entretien des systèmes à halon devraient recevoir une formation sur les pratiques qui conviennent. Les cours de formation seront approuvés par les ULC. On prévoit de donner deux cours sur chacune des côtes pendant la prochaine année.

La plupart des extincteurs de premier secours à halon ont été remplacés par des extincteurs à CO₂ ou à produit sec. Les seuls extincteurs à halon qui resteront en service sont ceux des avions et des sous-marins.

Une analyse des risques d'incendie sur les frégates de patrouille a confirmé qu'avec le halon elles sont surprotégées. Dans les espaces

électroniques, un incendie dans une enceinte ne dégage pas suffisamment de chaleur pour déclencher le détecteur d'incendie, ce qui fait qu'il n'y aura pas de libération automatique de produit. En enquêtant immédiatement sur toute alarme d'un détecteur de fumée on pourra intervenir rapidement et éteindre le feu. On travaille à l'amélioration des systèmes de détection de la fumée pour qu'il soit plus facile d'injecter du CO₂ dans les enceintes électroniques.

Le premier lot de cartes modifiées pour le déclenchement de la libération du halon a été reçu et elles sont en cours d'installation. La modification élimine le risque de libération accidentelle de halon du fait d'une mise à la masse des deux circuits d'alimentation électrique.

On prévoit de remplacer le système à halon qui protège les salles de machines des frégates par un système de pulvérisation d'eau douce et d'air qui donne un aérosol à très fines gouttelettes capable d'éteindre le feu. C'est efficace, sans risques pour l'environnement et le produit est facilement remplacé par le personnel de bord. Le système sera utilisé pour protéger le groupe électrogène diesel de 1000 kilowatts installé à bord des navires de classe *Iroquois*.

— le *lcdr Tom Shirriff*, DSN 4, QGDN.



Projet Mermaid : Le programme canadien de missiles Sea Sparrow

Texte : Phil R. Munro

Cet article a été rédigé sous l'égide de l'Association de l'histoire technique de la marine canadienne.

L'initiative canadienne dans le domaine du missile Sea Sparrow s'est articulée autour du programme DDH-280, après l'abandon du projet de construction de frégates polyvalentes, en 1963. Ces frégates polyvalentes avaient été conçues pour recevoir les missiles surface-air à moyenne portée Tartar, ainsi que, selon toute probabilité, le missile à courte portée Sea Mauler, variante de l'US Navy du missile Mauler en service au sein du US Marine Corps. Mais le Sea Mauler fut abandonné presque au même moment que le programme des frégates polyvalentes.

Alors que le programme des destroyers de la classe Tribal DDH-280 prenait forme, le Directeur - Besoins de la marine faisait état de la nécessité de disposer d'un système de missile de défense ponctuelle. Malheureusement, le programme DDH-280 n'autorisait que la construction de navires armés de canons. Essentiellement, l'armement devait se limiter à du matériel offert sur le marché et, à ce moment, il n'existait aucun système de missile à courte portée.

En ce qui concernait le système de conduite du tir, l'attention se portait sur le système antiaérien Mk 87 que Ford Instruments (qui allait devenir Sperry) fabriquait alors pour l'US Navy. Ce système était une variante du système de conduite de tir hollandais M22 rendu conforme aux normes américaines (ce qui a causé de grandes difficultés puisque les roulements de rechange des antennes, produits selon les normes américaines et non pas suivant les normes SI d'origine, entraînaient un déséquilibre du système d'antennes). Ford a produit seulement deux exemplaires de présérie qui furent tous deux mis en service.

Vers cette époque (février 1965), la société Hollandse Signaalapparaten présentait son système de conduite de tir mixte surface-surface et surface-air; ce système comportait

une antenne de détection servant à la fois à l'acquisition et à la poursuite des bâtiments de surface, et ce en cours de balayage. La poursuite des objectifs aériens était assurée par une antenne spéciale montée sur le même support, le tout étant installé sous un radôme. Un grand avantage du M22 était qu'il avait, simultanément, des capacités surface-air et surface-surface en employant que deux opérateurs pour effectuer toutes les étapes d'un engagement, depuis la détection à l'évaluation du tir en passant par la mise en oeuvre de l'armement. Tous les autres systèmes exigeaient plus de personnel.

J'avais commencé ma participation dans le programme en rendant une équipe canadienne à la base navale hollandaise de Den Helder pour se renseigner sur le M22. L'expérience fut probante et les membres de l'équipe ont profité de l'occasion pour visiter l'usine de Hengelo afin d'obtenir plus de détails. Ils apprirent ainsi que les paramètres associés au système M22 étaient identiques à ceux du système Mk 87, sauf que le M22 coûtait bien

moins cher. Il fallait donc faire un choix difficile entre un système qui avait fait ses preuves et qui était proposé à prix attrayant et un système nord-américain, ce qui était avantageux du point de vue logistique (obtention de pièces de rechange en temps de guerre) est avantageux. Un autre point suscitant l'intérêt concernait l'élimination des échos fixes; cette caractéristique n'existait pas sur le M22 ni sur le Mk 87, mais la société Signaal indiqua que ce sous-système pouvait être ajouté moyennant un supplément.

La décision finale fut en faveur du M22; nous voulions un système de conduite de tir pour missiles, mais nous n'avions aucun mandat. L'état-major de la Marine exigeait que l'on puisse engager simultanément deux objectifs aériens, ce qui supposait deux systèmes de poursuite par navire. Aussi, nous nous sommes penchés sur les coûts associés au matériel requis pour quatre bâtiments ainsi que sur le bien-fondé de cette acquisition.

Par ailleurs, en septembre 1965, le cdr E.R. (Ray) Ross, nouvellement promu, devint



Le NCSM Athabaskan. Quand les quatre DDH-280 entrèrent en service, au cours des années '70, ils furent les premiers bâtiments canadiens armés de missiles. (Photo des Forces canadiennes)

Directeur adjoint - Systèmes d'armes (Surface et air) et dirigea les efforts visant à obtenir des systèmes de missiles. À cette époque, l'US Navy travaillait sur un système de missile de défense ponctuelle de base comportant un lanceur à huit caissons pouvant être rechargés manuellement (environ 30 minutes par caisson). Bien que les exigences de l'état-major canadien spécifiaient un chargement tactique supérieur; DWS(SA) avait reçu un montant de 200 000 \$ et nous avons demandé à Sperry Canada et Raytheon Canada d'étudier la viabilité d'un système de missile Sparrow rechargeable et de déterminer le coût du programme de développement subséquent.

En raison du délai de production de 30 mois, un seul système de conduite de tir M22 fut commandé et une entente fut conclue avec la société Signaal pour que le délai de production soit ramené à 24 mois : un système qui se trouvait sur la chaîne de montage et qui était destiné à la Suède fut « emprunté ». Le contrat fut passé au milieu de 1966 (projet M22-18CA) et il fut immédiatement suivi d'un second contrat portant sur la livraison de trois systèmes supplémentaires (M22-19CA), sur la base des navires autorisés. Avec cette commande, le programme était vraiment lancé.

L'étude, appelée « projet Mermaid », commença à la fin de 1965 et dura presque jusqu'à la fin de l'année. Signaal fournit une maquette du système M22 qui fut en vedette dans un film de promotion tourné par la Marine. Nous nous sommes rendus chez Sperry et Raytheon pour filmer; nous avons ainsi produit un film de dix minutes qui fut utilisé dans le cadre de briefings à l'intention des autorités supérieures. Le cdr Ross prépara un exposé d'une heure à l'Intention du Directeur général - Systèmes maritimes, du Chef des services techniques et du Directeur général - Besoins, successivement.

L'enveloppe d'un missile d'exercice devait servir d'accessoire au cours des briefings. Toutefois, Raytheon livra un missile d'exercice complet long de près de deux mètres et pesant plus de 250 kg. Nous avons monté deux étages avec cet engin dans les bras, puis nous avons dû retirer la porte de la salle de briefing pour pouvoir y faire entrer le missile en vue des deux premiers exposés. (Cet accessoire ne fit plus partie des briefings ultérieurs).

Nous ne fûmes pas surpris de constater que les briefings étaient de plus en plus courts à mesure que nous progressions dans la hiérarchie, jusqu'au vice-chef d'état-major et au chef d'état-major de la Défense. Quand le temps fut venu de faire notre présentation au ministre de la Défense, Paul Hellyer, l'affaire était expédiée en dix minutes, y compris un film très raccourci d'une durée de deux minutes. Au début de chaque briefing, le cdr Ross présentait le projet Mermaid comme le

dernier-cri en matière de bilinguisme : « Mer » - terme français et l'acronyme anglais « maid » signifiant « Missile Air Intercept Defence » (Missile d'interception aérienne de défense). Naturellement, cela était sans doute un peu ridicule, mais il s'agissait d'un bon début pour un briefing.

En août 1966, le Ministre approuva un programme de développement de missile de 2,5 millions de dollars, budget incluant un



Le commodore Ray Ross fut à la tête du programme canadien de missiles Sea Sparrow, comme commander - ingénieur des systèmes de combat (ISC) au milieu des années '60, puis devint ingénieur en chef à la DGGMM (1977 - 1980). Il est mort en 1987 à l'âge de 56 ans alors qu'il était à la retraite. (Photo - gracieuseté des Forces canadiennes)

prototype de lanceur. Simultanément, l'acquisition de neuf lanceurs de série, d'un nombre approprié de missiles Sparrow et de six autres systèmes de conduite de tir M22 fut approuvée. Le matériel devait être réparti comme suit :

Huit systèmes de série M22-19CA installés à bord de quatre destroyers DDH-280 (lanceurs doubles).

Un prototype M22-18CA et un système de série M22-19CA installés à bord de navires de soutien (lanceurs uniques). Ces systèmes ne furent jamais installés, mais attribués aux écoles navales de Halifax (18CA) et d'Esquimalt (19CA) aux fins d'instruction.

Résultats du projet Mermaid

La solution de Sperry

Sperry proposa un lanceur à huit caissons (deux étages de quatre) qui serait fixé au pont et qui pourrait être orienté en site et en azimut. La position de chargement retenue était parallèle à l'axe longitudinal du navire et l'angle du lanceur était alors de 30 degrés par rapport au pont. Derrière le lanceur, un

panneau coulissant motorisé, découpé dans le pont, permettrait de dévoiler une ouverture assez grande pour que quatre missiles provenant de la soute inférieure puissent être poussés dans quatre caissons du lanceur.

Un deuxième groupe de quatre missiles suivrait le premier et le lanceur se serait entre-temps élevé de façon que les quatre caissons supérieurs soient bien alignés avec le mécanisme de chargement. Le positionnement vertical serait assuré par un système hydraulique apparenté à celui de la « chaise d'un coiffeur ». Le principal inconvénient de cet agencement était que de l'eau de mer pouvait pénétrer dans la soute par mauvais temps. La durée de rechargement du lanceur était raisonnable, mais 16 missiles au maximum pouvaient être emportés.

La solution de Raytheon

Raytheon conçut un lanceur à huit caissons qui serait situé sur le pont, juste devant la soute. La cloison avant de la soute s'escamoterait et quatre missiles placés sur leurs râteliers seraient saisis par un bras de préhension horizontal; le bras se déplacerait ensuite vers l'avant, de sorte que les autres missiles seraient introduits dans les quatre caissons correspondants. Le bras de préhension pourrait se déplacer transversalement et verticalement pour saisir les missiles et se déplacer longitudinalement pour le rechargement du lanceur.

Une fois les quatre premiers missiles en place dans les caissons du bas, le bras répétait la manœuvre et rechargeait les quatre caissons du haut. Raytheon avait conçu le bras pour traiter une charge donnée (jusqu'à quatre missiles) afin de satisfaire à des besoins précis en matière de chargement. Cet agencement était considéré supérieur à celui de Sperry, mais le tout était complexe.

La solution de la Marine

Le cdr Ross indiqua que l'idéal serait que le lanceur et le système de chargement soient réunis pour former un seul ensemble, ce qui réduirait le poids et la complexité. Cette approche réduisait à quatre la quantité de missiles prêts au tir, de sorte que Raytheon offrit d'installer deux lanceurs côte à côte, chacun étant placé devant la soute et orienté vers l'avant. Le cdr Ross reprit immédiatement cette idée et conçut un système composé de quatre missiles de part et d'autre, chaque lanceur étant aussi un système de chargement et étant commandé par son propre système de conduite de tir M22. Le système Sea Sparrow propre aux destroyers DDH-280 était né.

La configuration retenue incluait 12 missiles de chaque côté : quatre dans le lanceur, quatre munis de leurs ailettes et prêts à être introduits dans le lanceur et quatre autres placés sous ces derniers et prêts à recevoir leurs ailettes. Si la situation tactique l'exigeait, jusqu'à 24 missiles pouvaient être

R 131241Z juin 1974

DE ATHABASKAN
À QGDN OTTAWA
QG COMAR HALIFAX

BT
SANS CLASS
OBJET : ESSAIS DE TIR MISSILE CANADIEN
COURTE PORTÉE SEA SPARROW
1. PREMIER TIR MISSILE CANADIEN SEA
SPARROW SUR OBJ AS REMORQUÉ PAR DRONE
BQM-36A EFFECTUÉ 12 JUIN DANS POLYGONE
TIR FLOTTE ATLANTIQUE PORTO RICO. TIR
ENTIÈREMENT SATISFAISANT.
2. FÉLICITATIONS SPÉCIALES À TOUS LES
DESTINATAIRES POUR LEUR APPORT ET LEUR
AIDE QUI ONT PERMIS CE REMARQUABLE
SUCCÈS
BT

mise au point. Dans ce cas, toutefois, la MRC ne disposait d'aucune donnée technique et la société Signaal (appartenant en partie au gouvernement hollandais) élaborait d'ailleurs les spécifications pour le compte de la marine hollandaise. Par conséquent, l'entente prévoyait que Signaal conserverait tous les droits sur le produit. En 1968, le système d'élimination des échos fixes (MTI) et le système de poursuite Doppler pulsé (PDT) étaient opérationnels et furent intégrés aux systèmes de conduite de tir M22. Signaal vendit assez de ces systèmes dans le monde pour que l'objectif fixé soit atteint; les sommes investies furent donc

et, enfin, des essais en mer. Le message à gauche illustre le point culminant d'un programme canadien de développement couronné de succès.



Phil Munro entrant dans le RCNVR en 1942 comme opérateur du télégraphe sans fil. Il a participé au programme canadien Sea Sparrow entre 1963 et 1967, et comme gestionnaire du programme durant les deux dernières années.

tirés. Aucune autre Marine ne posséda l'équivalent avant l'apparition du système de lancement vertical, dix ans plus tard. Huit missiles supplémentaires étaient stockés verticalement dans la soute et pouvaient être mis en position manuellement en prévision d'un engagement final. Il n'était pas prévu que ces missiles soient utilisés, sauf dans des circonstances exceptionnelles.

À compter de l'approbation du projet, en 1966, la liaison avec Raytheon Canada et la société Signaal de Hollande constituait le cœur du programme. Alors que la production du système de conduite de tir se déroulait au rythme du programme de développement, les paramètres modifiables furent limités au système de lancement et à son interface avec un système connu de conduite de tir. Comme le Sparrow était un missile à guidage semi-actif, l'objectif devait être constamment éclairé par un illuminateur continu; il devint donc nécessaire d'ajouter un radar d'illumination, dont l'antenne était concentrique par rapport à celle du radar de poursuite monopulsé, ainsi qu'une antenne de référence arrière pour assurer la sélection et la synchronisation du missile. Pour améliorer l'acquisition et la poursuite des objectifs, une entente fut conclue : Signaal devait mettre au point le système d'élimination des échos fixes et un système de poursuite Doppler pulsé. Ces travaux furent financés par le gouvernement du Canada, qui devait être remboursé à même les sommes provenant de la vente de ces produits partout dans le monde.

Cela était quelque peu inhabituel. Normalement, le gouvernement du Canada aurait dû préciser ses spécifications, assurer le contrôle technique et aurait ainsi conservé ses droits sur tout produit dont il aurait financé la

remboursées, comme convenu.

Le développement portait sur le système en soute, le système de manipulation des missiles et le lanceur et il comprenait certaines modifications au système de conduite du tir, dont l'inclusion de l'antenne du radar d'illumination dans celle du radar de poursuite. Cet ajout se révéla quelque peu délicat car le poids et l'équilibrage de l'antenne étaient des éléments cruciaux pour les servomécanismes d'entraînement; certaines modifications techniques durent être apportées. De la même façon, les antennes de référence arrière requises pour la synchronisation des missiles devaient être montées de part et d'autre de la superstructure, à l'arrière des lanceurs (les missiles étaient synchronisés une fois les lanceurs en position allongée).

Le maintien du câble ombilical du missile posait un autre problème. Dans le système de l'US Navy, le raccord était rompu au moment du tir et un nouveau cordon devait être mis en place, mais cette façon de procéder était incompatible avec un rechargement rapide. Raytheon a résolu le problème en concevant un système de raccords rapides.

Le premier système de conduite de tir M22/5-18CA fut envoyé aux installations de Raytheon Canada de Waterloo en Ontario par transport militaire canadien au printemps de 1968. Le système resta à cet endroit pour servir de banc d'essai jusqu'à la fin du programme de développement.

Mes activités directes dans le cadre du programme canadien Sea Sparrow prirent fin au moment de ma retraite, le 31 décembre 1967, alors que nous en étions aux étapes de la production, des essais, de la mise en place

« Liberation — The Canadians in Europe »

Compte rendu du lcdr Robert Jones

«*Liberation — The Canadians in Europe*» de Bill McAndrew, Bill Rawlings et Michael Whitby, Montréal, Éditions Art Global Inc., en collaboration avec le Ministère de la Défense nationale, 1995. Relié, illustré, 170 pages. ISBN 2-920718-59-2

Au cours de ma carrière, il m'a été donné à maintes occasions d'éprouver un vif sentiment de fierté (mêlé, je l'avoue, d'une certaine gêne) lorsque des Britanniques et des Hollandais m'ont personnellement manifesté leur gratitude simplement parce que j'arbore le mot « CANADA » sur mon uniforme. Ces témoignages spontanés de reconnaissance pour les sacrifices que les militaires de la génération de mon père ont consentis pendant la Deuxième Guerre mondiale et dont ils ont bénéficié font certes chaud au coeur, mais ils donnent également à réfléchir.

En effet, plus de 100 000 Canadiens ont fait le sacrifice suprême de leur vie pour défendre la liberté au cours du siècle qui s'achève. Les pierres tombales blanches ne portant aucune inscription, seulement une feuille d'érable, qui s'alignent, rangée après rangée, dans de nombreux cimetières du Commonwealth partout en Europe témoignent du coup terrible que la guerre a porté aux familles canadiennes.

Nous ne devons jamais oublier le sacrifice qu'ils ont fait et, fidèle à ce principe sacré, la Direction de l'histoire et du patrimoine, au Ministère de la Défense nationale, a récemment publié trois nouveaux ouvrages portant sur la contribution du Canada dans les théâtres d'opérations européens durant la Deuxième Guerre mondiale, notamment la campagne d'Italie, l'invasion du jour J et la percée en Normandie, ainsi que la libération du nord-ouest de l'Europe. Les trois livres, dont le format s'inspire du livre-cadeau/album de découpages, utilisent des photographies et des anecdotes personnelles pour illustrer les faits saillants de la Deuxième Guerre mondiale.

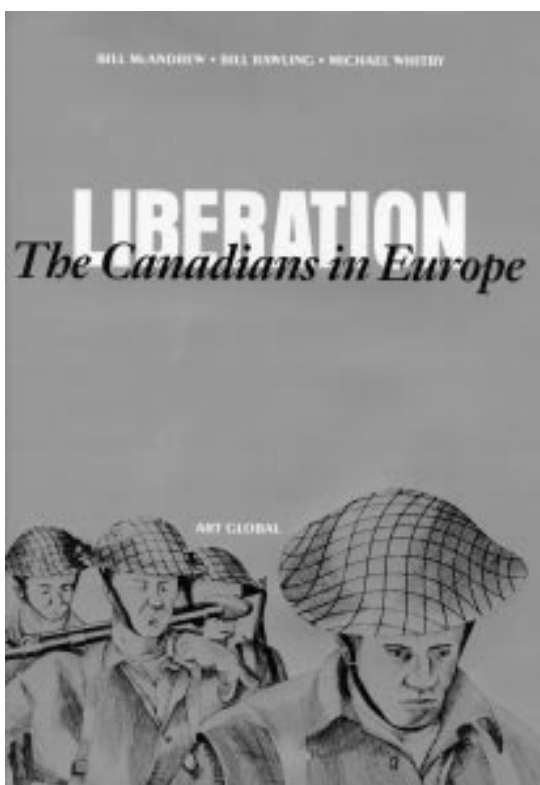
«*Liberation — The Canadians in Europe*» (La Libération : Les Canadiens en Europe), de

Bill McAndrew, Bill Rawlings et Michael Whitby, couvre la période qui s'étend de la fin août 1944, moment où la 7^e Armée allemande est décimée en Normandie, et le jour de la Victoire en Europe, en mai 1945. Les auteurs se concentrent principalement sur le rôle de l'Armée canadienne dans la poursuite de la

marins et aviateurs font des événements sert à situer l'histoire qui s'écrivait à cette époque.

Le livre relate de façon vivante toute la gamme des expériences vécues dans le nord-ouest de l'Europe, depuis les assauts sous le feu jusqu'à l'augmentation des unités d'infanterie en faisant appel à des troupes de services non entraînées, en passant par les duels d'artillerie, les combats de nuit en MTB, les combats aériens contre des Me-262 et les périodes de repos bien mérité à Bruxelles entre deux périodes de service au front.

Quelques détails irritent cependant, notamment la petite taille des photographies et le manque de dessins techniques et de descriptions d'emploi à l'égard du matériel dont il est question dans le livre. Peut-être l'éditeur a-t-il pensé que cela jurerait avec le «look» livre-cadeau/album de découpages. Quoi qu'il en soit, ce livre trace un portrait crédible des événements tels qu'ils se sont produits, et j'en recommande fortement la lecture. Par-dessus tout, il nous rappelle les sacrifices consentis par tant de Canadiens dans la fleur de l'âge et il nous fait réfléchir sur l'héritage qu'ils ont contribué à façonner pour que notre génération puisse en profiter.



15^e Armée allemande jusqu'à la frontière entre la Hollande et l'Allemagne, la tâche peu enviable de dégager l'estuaire de l'Escaut à l'automne de 1944 (ouvrant la voie vers le port d'Anvers, qui était d'une importance vitale), le long hiver passé sous la pluie et la neige et dans la boue, et enfin la libération de la Hollande et la poussée en Allemagne vers la fin du printemps de 1945.

Ils y font état du rôle important qu'ont joué la Marine royale du Canada et l'Aviation royale du Canada (dite Corps royal d'aviation canadien). Le récit que fantassins, sapeurs, infirmières, membres des troupes blindées et du personnel de l'Intendance, artilleurs,

Le lcdr Jones est un officier de mécanique navale qui travaille à la DAQ, à Ottawa. Il est l'auteur de l'article intitulé Les mécaniciens du Titanic : héros d'une catastrophe, paru dans le numéro d'octobre 1996.

Bulletin d'information

Refonte à mie-vie du NAFC Quest

La grande nouvelle pour la flotte auxiliaire est la modernisation du navire de recherche scientifique NAFC Quest. Pendant plus de 20 ans, ce navire a joué un grand rôle dans le domaine de la recherche en acoustique sous-marine. Pour faire ce travail, il avait été conçu avec de nombreuses particularités intéressantes pour amortir le bruit. Par exemple, la machinerie est installée sur un faux-plancher de 100 tonnes, fixé à la coque par des supports flexibles. Sous la ligne de flottaison, tous les compartiments sont revêtus à l'intérieur de carreaux acoustiques formant une masse absorbante.

Ce projet entre dans le cadre d'un contrat de « conception et construction » avec l'industrie, en vertu duquel l'entrepreneur fait la conception, puis devient responsable de la réalisation de la phase de construction. Le contrat, évalué à près de 43 millions de dollars, a été attribué à Marystown Shipyard Ltd., de la péninsule de Burin, à Terre-Neuve, en juin 1996.

Pour la phase de conception, Marystown a choisi d'installer ses bureaux à Bedford, en Nouvelle-Écosse. Cela lui permet d'avoir facilement accès aux principaux sous-traitants dans le domaine de la conception. Parmi ceux-ci, citons : Lockheed Martin Canada (communications et navigation), Bolt, Beranek et Newman (acoustique), Donelad Hydronautics (le maître d'oeuvre de la conception) et Westinghouse Canada Inc. (système de commande des machines).

La phase de conception tire maintenant à sa fin et le navire devrait arriver à Marystown le 16 juin pour les travaux de refonte. Ceux-ci devraient se terminer en août 1998. — **Malcolm P. Wall, gestionnaire du projet Quest, QGDN.**

Les articles de la Revue sont utiles aux autres

D'autres agences ont choisis quelques articles de la *Revue du Génie maritime* pour inclusion dans leurs publications.

« Exigences influant sur la conception des réducteurs à engrenages destinés à la Marine canadienne, » par D.K. Nicholson (avril 1988) était prévu pour réimpression dans le *CSME Bulletin*, d'avril 1997.

« Incident en mer : Explosion du circuit d'alimentation en oxygène à bord du NCSM *Cormorant*, » écrit par le lcdr Jim Muzzerall, Stephen Dauphinee et le lcdr Kevin Woodhouse (juin 1995) présentement utilisé comme cas pratique par le American Society of Test

Prix Mack Lynch Memorial



Le slt Dave St. Cyr a reçu le prix Mack Lynch Memorial de 1996 pour sa moyenne élevée et pour avoir affiché, aux yeux de ses pairs, des qualités d'officier supérieures dans le cours théorique de G MAR 44C, à Dal-Tech (anciennement TUNS). Mme Jennifer Lynch, CR, a présenté le prix : un exemplaire du livre *Orion, Mighty Warrior*, dédié à la mémoire de son père, le capitaine Mack Lynch, MRC, un officier de radar qui a servi à bord du HMS *Orion* pendant la Seconde Guerre mondiale. (Nouvelles des prix G MAR : le lt (M) R.A. Duff. Photos : BFC Halifax par le cplc L. Morin.)

Materials aux installations de la NASA à White Sands au Nouveau-Mexique (E.-U.).

« Vérité ou loyauté? » par le PM1 Bob Steeb (oct. 1996) a été réimprimé dans le numéro de janvier 1997 du *Lucana News* de l'Agence OTAN d'entretien et d'approvisionnement.

« À la défense des cours martiales canadiennes, » par le capt(M) D.V. Jacobson (fév. 1997) est prévu pour réimpression dans le *JAG Journal* ainsi que dans le *Defence Association National Network News*.

Prix Northrop-Grumman Canada



Depuis 1973, le prix Northrop-Grumman Canada est remis au candidat qui se distingue par sa compétence professionnelle, ses qualités d'officier et son classement dans le cours pratique de G MAR 44C. Le classement est fondé sur les résultats de l'évaluation par les pairs. En 1996, ce prix a été décerné au lt(M) Alain Dupuis (cours 9601) et au slt Peter Angel (cours 9602). M. John Murray, de Northrop-Grumman Canada, a présenté le prix, qui consiste en une plaque et une paire de jumelles, aux deux gagnants.

PFUOR/promotion 1972 : Réunion 25^e anniversaire sur la côte ouest, 1-4 août 1997

Fidèles à leur promesse, les gars de la côte ouest ont organisé une Réunion 25^e anniversaire pour les diplômés de 1972 du Programme de formation universitaire - Officiers de réserve (PFUOR). Ce week-end familial commencera par une réception à la Naden Wardroom, à Esquimalt, le vendredi 1^{er} août à 19 h. Les organisateurs sont en train de préparer, pour les participants, une visite guidée du port et la visite de deux navires : un navire de défense côtière et le NCSM *Cape Breton* (le « Fred »!).

Le dimanche 3 août, la fête se poursuivra sur le continent. Les participants prendront le traversier de l'après-midi à destination de Vancouver (buffet à bord), puis ils auront droit à une soirée libre dans la grande ville. Au programme du lundi, il y a d'abord le petit déjeuner, puis une croisière en bateau dans le port et les approches de Vancouver. La réunion se terminera par un barbecue l'après-midi au NCSM *Discovery*, et par un dîner en ville pour ceux qui pourront rester.

Communiquez avec King Wan et faites-lui savoir si vous avez l'intention d'assister à la réunion. Si vous ne pouvez pas vous libérer,

vous pourriez peut-être envoyer un message de salutations sur bande vidéo. (N'oubliez pas de prévenir les membres de la promotion 1972 dont vous connaissez l'adresse.) King peut être joint par téléphone au (604) 222-1788 (maison) ou au (604) 432-3806 (travail), ou par courrier électronique à l'adresse suivante : king_wan@bctel.com. Il vous donnera tous les détails sur la réunion, y compris sur l'hébergement. — **Brian McCullough (PFUOR/promotion 1972), chef de production, Revue du Génie maritime, DSGM, QGDN.**

IMLA Congrès sur l'enseignement dans le domaine maritime 7-11 septembre 1997

Du 7 au 11 septembre 1997, l'International Maritime Lecturers' Association tiendra son congrès qui aura pour thème « The New World of Maritime Education: Meeting Challenges, Seizing Opportunities, Managing Change », à St. John's, à Terre-Neuve.

L'hôte en sera le Fisheries and Marine Institute de la Memorial University. C'est l'une des nombreuses conférences du « Summit of the Sea » soulignant le 500^e anniversaire de la découverte de Terre-Neuve

par Jean Cabot. Le congrès permettra de se pencher sur les défis qui surgiront au cours du prochain millénaire, au niveau de l'enseignement et de la formation dans le domaine maritime.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec : **Phillip Bulman, Conference Chair, Fisheries and Marine Institute of Memorial University of Newfoundland, P.O. Box 4920, St. John's, Nfld., A1B 5R3. (Telephone: 709-778-0648/Fax: 709-778-0659/E-mail: imla97@gill.ifmt.nf.ca/ URL: <http://www.ifmt.nf.ca/~imla97>).**

Gestion des configurations microprogrammées

Imaginez que votre klaxon se déclenche lorsque vous écrasez le frein pour éviter une collision, ou que votre micro-ondes démarre lorsque vous allumez votre stéréo. L'époque où tout était commandé par des mécanismes simples est révolue. Maintenant, les ordinateurs, ou du moins des appareils améliorés par l'ordinateur, touchent à tous les aspects de notre vie. Cela rend critique la gestion de la configuration des logiciels de commande. C'est particulièrement vrai pour les systèmes microprogrammés où les logiciels sont stockés sur des circuits intégrés appelés « mémoire morte reprogrammable » ou REPROM.

Avec les systèmes microprogrammés il est parfois difficile de déterminer la configuration exacte du logiciel. Pour l'utilisateur, la configuration assure le fonctionnement du système, mais pour le fabricant la configuration est une chose complexe. Le programme à effectuer est installé ou « gravé » sur la REPRO avec un logiciel spécial. Le contrôle de qualité du produit fini est absolument critique. Les simples vérifications de la gravure ne garantissent pas que le bon logiciel est installé sur la bonne machine.

Le ministère de la Défense nationale s'est trouvé devant des problèmes assez sérieux en ce qui concerne la gestion et la logistique de la configuration microprogrammée pour le système intégré de commande des machines (SICM) installé sur les navires de classe *Iroquois* et *Halifax*. Le SICM est un système de commande dispersé, utilisé pour surveiller et commander les systèmes auxiliaires, accessoires et de propulsion.

Les configurations microprogrammées du SICM sont sur différents types de cartes imprimées. Il est d'ailleurs possible d'avoir plusieurs configurations microprogrammées sur une même carte. Le matériel qui porte les cartes imprimées est compatible avec différents sous-systèmes du SICM, mais une fois le logiciel installé le fonctionnement d'une carte devient propre au sous-système. Sur les navires de classe *Halifax* il y a quatre séries différentes de logiciels et cinq sur les navires de classe *Iroquois*. La combinaison de ces séries constitue le logiciel de l'ensemble du SICM. Actuellement, il en existe trois versions, deux pour la classe *Halifax* et une pour la classe *Iroquois*. Toutefois, pendant la vie de ces navires beaucoup plus de versions peuvent naître. Tout cela pour dire que le défi logistique est de s'assurer que l'on grave le bon logiciel sur la bonne carte, puis qu'on l'installe sur le bon sous-système du bon navire.

La DSN 5, l'autorité du MDN en matière de conception, a mis sur pied des procédures et des systèmes qui permettent de satisfaire aux besoins de soutien logistique au sein d'une structure de soutien qui est orientée vers la réparation par simple remplacement. Ce nouveau système prévoit le remplacement des cartes défectueuses par des cartes de rechange conservées à bord, le renouvellement des cartes de rechange étant effectué par les stations de soutien pour les logiciels microprogrammés situées à chacune des installations d'entretien de la flotte sur la côte ouest et sur la côte est. Le navire demande la carte désirée par l'intermédiaire du système de soutien du MDN. Les stations pour les logiciels microprogrammés choisissent le type de carte et la série de logiciels à placer sur cette carte et font livrer la carte programmée au navire, accompagnée des indications

nécessaires sur sa destination. Cela permet de traiter les cartes en stocks comme des « blancs », tant qu'elles n'ont pas été programmées par les stations de soutien. Lorsqu'il faut faire des changements dans le SICM (p. ex. dans le cas de la modernisation des machines), une installation de soutien de troisième échelon développe une nouvelle version du logiciel. Lorsque celle-ci est prête, l'ordinateur pilote de chacune des stations pour les logiciels microprogrammés est mis au niveau et toutes les cartes imprimées du navire visé sont mises à jour de façon à porter la nouvelle version.

En tant que sous-traitant de l'installation de soutien du SICM, GasTOPS Ltd. de Gloucester (Ont.) aide la DSN 5 à préparer ses plans et procédures d'entretien des logiciels microprogrammés, utilisés pour régir le processus d'identification et de distribution des configurations informatiques. On espère que, ainsi, on évitera les « erreurs informatiques » fortuites. —
Traduction de l'article de W.J. Rogers, GasTOPS Ltd. CaseFILE, vol. 6, n° 1, mars 1997.



Prix MacDonald-Dettwiler



Le Lt(M) Warren Prokopiw a reçu le prix MacDonald-Dettwiler de 1996. Ce prix est décerné au meilleur ingénieur des systèmes de combat ou de mécanique navale à avoir suivi avec succès le cours de chef de service pendant l'année civile précédente. Quatre finalistes ont été examinés par un jury de sélection composé du capt(M) Ian Mack (président) et de trois autres officiers supérieurs. M. Logan Duffield a présenté un sabre naval au gagnant au nom de MacDonald-Dettwiler.

Prix Lockheed-Martin



Le prix Lockheed-Martin de 1996 a été remporté par le Lt(M) Rob Gray. C'est la neuvième année consécutive que Lockheed-Martin présente un sabre naval au meilleur étudiant en génie des systèmes de combat à avoir suivi avec succès le cours de qualification G MAR/SC 44C pendant l'année civile précédente. Quatre finalistes ont été examinés par un jury de sélection composé du capt(M) Yvon De Blois (président) et de quatre autres officiers supérieurs du G MAR 44C. M. Bruce Baxter a fait la présentation au nom de Lockheed-Martin Canada.