

# Revue du Génie maritime

octobre 1994



**La conception d'interfaces opérateur/  
système CME efficaces...**  
**Quel est le rôle de l'utilisateur final?**

**Plus :**

- *Comment gérer plus efficacement le logiciel*
- *Sondage auprès des lecteurs*

## Une véritable «machine verte» s'apprête à appareiller — page 21

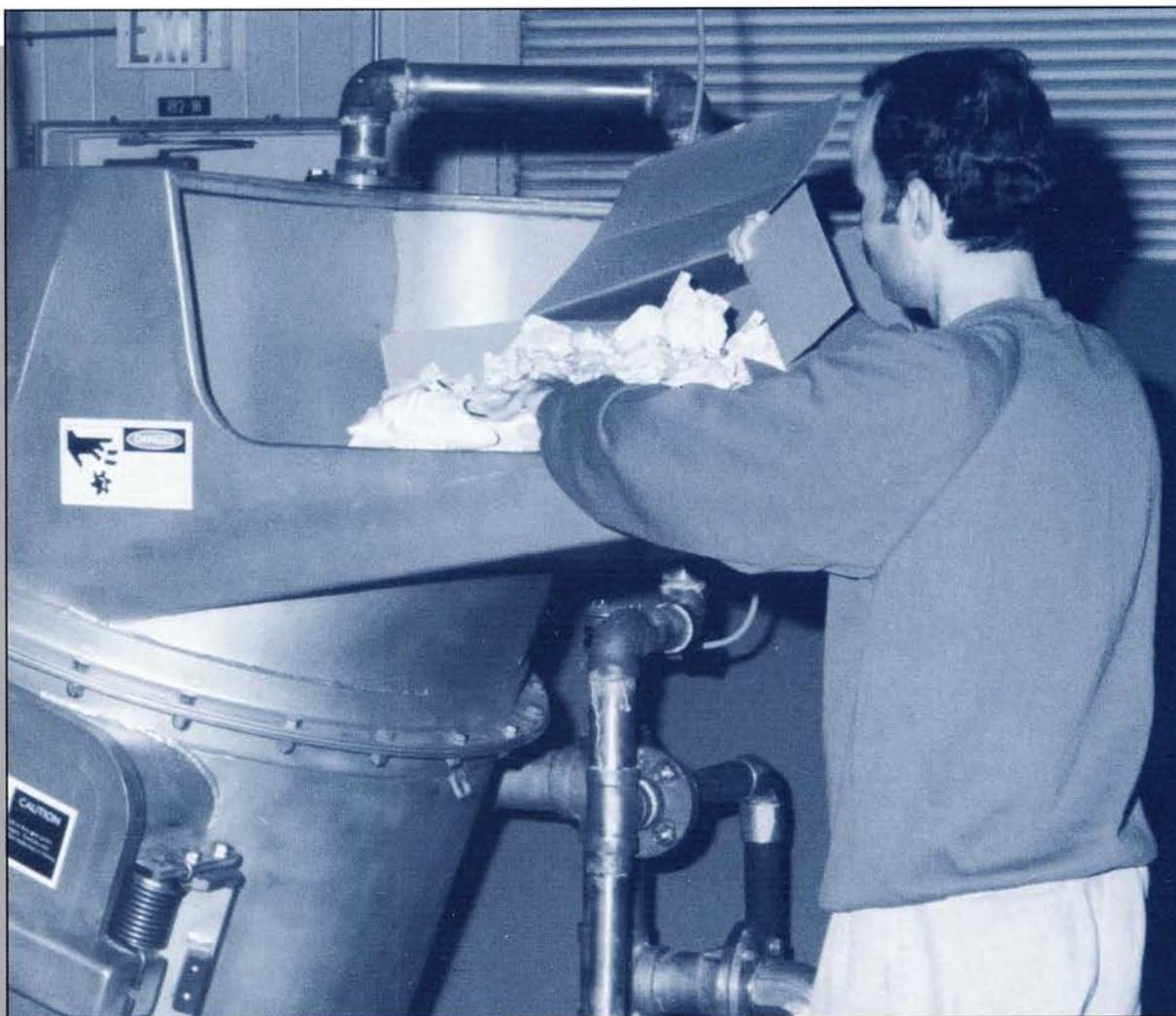


PHOTO GRACIEUSEMENT DE LA MARINE DES É.-U.



# Revue du Génie maritime

Établie en 1982



Directeur général  
Génie maritime  
et maintenance  
*Commodore Robert L. Preston*

Rédacteur en chef  
*Capitaine(M) Sherm Embree*  
Directeur du Génie maritime  
et électrique (DMGE)

Directeur de la production  
*Brian McCullough*  
Tel. (819) 997-9355  
FAX (819) 994-9929

Rédacteurs au service technique  
*Lcdr Keith Dewar*  
(Mécanique navale)  
*Lcdr Doug Brown*  
(Systèmes de combat)  
*Simon Igici*  
(Systèmes de combat)  
*Lcdr Ken Holt*  
(Architecture navale)

Représentant de la Revue  
*PM 1 Jim Dean (Militaires du rang),*  
(819) 997-9610

Graphiques  
*Ivor Pontiroli, D Admin M 2-6*

Services de traduction :  
Bureau de la traduction  
Secrétariat d'État  
*Mme Josette Pelletier, Directrice*

## OCTOBRE 1994

### DÉPARTEMENTS

Notes de la rédaction .....	2
Lettres .....	3
Chronique du commodore <i>Par le commodore Robert L. Preston</i> .....	4

### TRIBUNE LIBRE

- L'URFC(A) en transition *Par le capt(M) Roger Chiasson* ..... 5
- Le point de vue d'un officier subalterne du GSC *Par le lt(M) Pierre Langlois* ..... 6
- Norme professionnelle - Chef des machines (pm 1) *Par le cdr G.L. Trueman* ..... 7

### ARTICLES

Le rôle de l'utilisateur final dans la conception d'interfaces opérateur/système CME efficaces <i>Par Barbara Ford</i> .....	8
Comment gérer plus efficacement le logiciel <i>Par le lcdr Doug Brown</i> .....	11
Les piles à combustible et la marine <i>Par le lcdr M.J. Adams</i> .....	15
Séminaire du G MAR de la côte est (1994) <i>Par le lt(M) Brad Yeo</i> .....	20

### COIN DE L'ENVIRONNEMENT :

Triturateur de déchet solide de la marine <i>Par Mario Gingras</i> .....	21
---	----

### RÉTROSPECTIVE :

Le premier astronaute canadien (et le G Mar) dans l'espace <i>Par Brian McCullough</i> .....	22
---	----

<b>BULLETIN D'INFORMATION</b> .....	24
-------------------------------------	----

<b>SONDAGE AUPRÈS DES LECTEURS</b> .....	28
--	----

### PHOTO COUVERTURE

L'analyste en guerre électronique navale, MS Ed Campbell revoit l'interface d'utilisateur de pré-production pour CANEWS 2 en développement au Centre de recherches pour la défense/Ottawa. (Photo du CRDO par Bill Townson)

La Revue du Génie maritime (ISSN 0713-0058) est une publication non officielle des ingénieurs maritimes des Forces canadiennes. Elle est publiée trois fois l'an par le Directeur général du Génie maritime et de la maintenance avec l'autorisation du vice-chef d'état-major de la Défense. Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles. Le courrier doit être adressé au **Rédacteur en chef, La Revue du Génie maritime, DMGE, Quartier général de la Défense nationale, Édifice MGen George R. Pearkes, Ottawa (Ontario) Canada K1A 0K2.** Le rédacteur en chef se réserve le droit de rejeter ou 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.



# Notes de la rédaction

## La nécessité d'une exécution rapide

Texte : Capt(M) Sherm Embree, CD, Ing., CIMarE  
Directeur du Génie maritime et électrique

En cette époque de compressions budgétaires, on attache autant d'importance à la rapidité des processus du MDN qu'à leur coût. Le coût est bien entendu un facteur important de tout projet, mais les délais et le rendement le sont aussi. Les clients veulent des résultats dont ils sont satisfaits, et ce dans de brefs délais. Si un fournisseur est trop lent à donner suite à une commande, les conditions, entre-temps, peuvent changer à tel point que le produit final ne convient à personne. Cela vaut pour les processus de gestion de projet et de modification technique du MDN. Pour éviter toute possibilité d'échec, la rapidité d'exécution est impérative.

Dans son ouvrage intitulé «*Infinite in All Directions*» (Harper and Row, 1988), le professeur Freeman J. Dyson examine en détail les raisons pour lesquelles certains projets techniques se soldent par un échec. Il indique certains des écueils à éviter dans le cas de nouvelles technologies. Par exemple, s'il faut trop de temps pour trouver une solution à un problème donné, dit-il, les divers aspects du problème peuvent, entre-

temps, changer assez pour que la solution qu'on lui avait apportée ne vaille plus. Tom-bons-nous dans ce piège au MDN? Quand, dans le cas d'une modification, nous effectuons une longue analyse de rentabilité, sommes-nous certains que les conditions financières entrées en ligne de compte au début demeurent inchangées?

M. Dyson fait remarquer ensuite que les règles et les exigences peuvent changer en moins de temps qu'il ne faut pour mettre en place une technologie. Qu'arrive-t-il lorsque tout le monde se précipite sur une nouvelle technologie et que celle-ci ne peut plus servir par la suite parce que les choses ont évolué? Nous pouvons à cet égard tirer certaines leçons de notre expérience des systèmes d'information et de contrôle.

M. Dyson affirme également que nous pouvons être amenés à croire que des économies d'échelle sont possibles grâce aux nouvelles technologies, alors qu'en fait ces économies peuvent s'envoler en fumée si, dans le cas d'une grande usine, par exemple,

on met trop de temps à la construire. La petitesse n'est peut-être pas toujours un garant d'efficacité, mais s'il vous faut trop longtemps pour mettre en place votre énorme système d'information sur la maintenance, les intérêts et les frais généraux risquent d'engloutir les économies d'échelle réalisées. Sans compter que tout système de grande taille deviendra victime de son manque inhérent de souplesse lorsqu'il ne pourra être modifié en fonction de nouvelles règles et de nouvelles exigences.

À mon avis, le MDN n'a pas le choix : pour éviter ces problèmes, il doit viser la rapidité d'exécution. Nous devons acheter plus de produits standard, faire plus de commandes uniques rationalisées et avoir plus souvent recours à la reconception de procédés si nous voulons fournir un service prompt et satisfaire les clients. La rapidité d'exécution est devenue indispensable; c'est là un fait que nous avons intérêt à ne pas tarder à reconnaître. 📌

---

### Avis aux lecteurs

À propos de satisfaction des clients, nous avons inclus un questionnaire dans le présent numéro de la *Revue*. La dernière fois que nous avons procédé à une enquête, en 1987,

nous avons été réjouis de recevoir des réponses de sept pour cent des lecteurs. Cette fois, nous aimerions faire mieux encore. Comme la *Revue* est lu dans le monde entier, nous aimerions recevoir des réponses de tous ceux et celles qui le lisent, y compris les personnes qui sont au service d'autres pays.

Veuillez nous faire savoir ce que nous pouvons faire pour que la revue *G Mar du Canada* réponde mieux à vos besoins. Les renseignements que vous fournirez au comité de rédaction serviront à apporter des améliorations à la *Revue*. Nous vous communiquerons les résultats de l'enquête dès que possible. 📌

## Le poste de sous-chef de service est un véritable emploi

Il y a un an environ, j'ai lu avec intérêt dans la *Tribune libre* de la *Revue* de juillet 1993 l'article intitulé «Le poste de sous-chef de service : le CQS est-il vraiment nécessaire?». Après l'avoir relu durant notre traversée du canal de Panama (opération *Forward Action*) et après avoir servi une autre année en mer en tant qu'ingénieur des systèmes de combat et chef de service, je pense qu'il est temps pour moi d'y répondre.

Le Lt(M) Pitre soutient, en ce qui regarde le poste du sous-chef de service, qu'il «semble quelque peu irréaliste d'affirmer qu'il ne s'agit pas d'un poste de formation». Selon mon expérience, cela dépend entièrement du supérieur du sous-chef de service. Si les objectifs de rendement sont les seuls critères qui régissent l'emploi du sous-chef, alors il est possible qu'effectivement, celui-ci ne soit qu'un stagiaire en quête de signatures. À mon avis toutefois, les objectifs de rendement des sous-chefs de service ne sont que des lignes directrices. Je n'ai pratiquement jamais consulté les objectifs établis pour les trois sous-chefs de service que j'ai employés avec succès (un à bord du *NCSM Qu'Appelle*, deux à bord du *Kootenay*). Atteindre les objectifs de rendement est très loin de vouloir dire que le candidat fera un excellent chef de service, ou qu'il sera confirmé dans le poste par un conseil de sélection. L'important, c'est que l'on confie au sous-chef de service un nombre croissant de tâches et de responsabilités, afin que vers les quatre derniers mois de son affectation, il puisse avoir la chance d'exercer pleinement les fonctions du chef de service.

Même si dans la pratique, comme l'affirme le Lt(M) Pitre, «le sous-chef ne peut assumer la responsabilité d'un service tant qu'il n'a pas obtenu son Code de qualification de spécialiste (CSQ)», on devrait lui permettre de prendre certaines responsabilités

au fur et à mesure qu'il acquiert de l'expérience. Bien entendu, le chef de service court un risque en agissant de la sorte. Inévitablement, des erreurs seront commises et l'on exigera des explications. Cela pourra déclencher des discussions orageuses dans la cabine du commandant, mais j'ai eu la chance d'avoir des supérieurs qui (une fois le calme rétabli) partageaient généralement mon avis sur l'évolution du rôle du sous-chef. Autrement, les sous-chefs de service que nous formons acquièrent trop peu d'expérience ou de connaissance des véritables responsabilités du chef de service et de la façon d'agir avec les civils et les militaires à ce niveau.

Le Lt(M) Pitre pose en outre la question suivante : «Pourquoi des lieutenants qui viennent tout juste d'être admis au sein d'un sous-GPM peuvent-ils assumer à terre des responsabilités parfois plus grandes que celles d'un chef de service à bord d'un navire, alors que nous exigeons d'eux un CQS pour effectuer un travail semblable en mer?» Je ne pense pas que nous puissions faire de comparaison à cet effet. Comment peut-on dire qu'un poste de même niveau à terre comporte autant voire plus de responsabilités que celui du chef de service en mer? J'ai eu une affectation au QGDN, et j'ai du mal à croire qu'il existe une fonction que l'on puisse confier à un lieutenant (M) ingénieur des systèmes de combat ou de mécanique navale (chef de service) qui serait plus importante ou exigeante que celle de veiller à ce qu'un navire soit techniquement prêt à accomplir sa mission. Au bout du compte, n'est-ce pas la flotte qui est notre raison d'être? De plus, dans la majorité des cas, il est absurde d'affirmer que les responsabilités divisionnaires du lieutenant de marine basé à terre équivalent à celles du chef de service en mer. À l'exception des groupes de maintenance de la flotte et des écoles navales, la

grande majorité des affectations à terre des Lt(M) (d'après ce que j'ai pu constater durant mon passage à la DSCN) ne comportent absolument aucune responsabilité divisionnaire, et ceux qui en comportent visent les premiers maîtres de 1<sup>re</sup> classe et les grades supérieurs. Admettons qu'il est beaucoup moins exigeant en temps et en énergie d'avoir à sa charge des PM 1 et des marins de grade supérieur que des matelots-chefs et leurs subalternes.

Enfin, je suis tout à fait en désaccord avec l'affirmation voulant qu'il «n'est pas nécessaire qu'ils détiennent un CQS», surtout parce qu'à mon avis, le poste de sous-chef de service ne convient pas à tous ceux qui sont admis dans le sous-GPM. Au cours des trois dernières années, j'ai formé sept candidats qui ont terminé la phase VI, dont quatre seulement se sont montrés aptes à réussir en tant que sous-chefs de service. (Oui, je l'ai précisé dans leur rapport d'appréciation.) Le savoir-faire technique ne se traduit pas toujours par une compétence en gestion ou en leadership. Celui qui ne montre aucune aptitude ne devrait pas se voir confier le poste de sous-chef de service. En définitive, on a besoin du code de qualification de spécialiste, afin de distinguer ceux qui possèdent les qualités de chef de ceux qui ne les possèdent pas.

Permettez-moi de conclure en soutenant que je n'ai jamais eu de mal à convaincre qui que ce soit que le poste de sous-chef de service à bord d'un navire est un véritable emploi. Il faut confier au sous-chef des tâches appropriées et des responsabilités croissantes, jusqu'au jour où il(elle) est mûr(e) pour assumer la direction du service pendant un certain temps. Pour moi, il n'a jamais été question de «simplement atteindre les objectifs». — Lt(M) D. Wong, OISC, *NCSM Kootenay*. 🇺🇸

### Guide du rédacteur

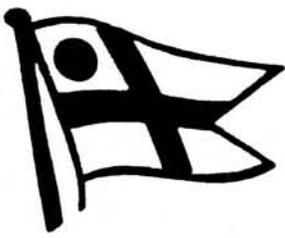
La *Revue* fait bon accueil aux articles **non classifiés** qui lui sont soumis à des fins de publication, en anglais ou en français, et qui portent sur des sujets répondant à l'un quelconque des objectifs énoncés. Afin d'éviter le double emploi et de veiller à ce que les sujets soient appropriés, nous conseillons fortement à tous ceux qui désirent nous soumettre des articles de communiquer avec le **Rédacteur en chef, Revue du Génie maritime, DMGE, Quartier général de la Défense**

**nationale, 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.

En général, les articles soumis ne doivent pas dépasser 12 pages à double interligne. Nous préférons recevoir des textes traités sur 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. Il est toujours préférable d'envoyer une photo de l'auteur.

Nous aimons également recevoir des lettres, quelle que soit leur longueur, mais nous ne publierons que des lettres signées.



# Chronique du commodore

## Au lendemain du PRF : l'avenir du G Mar est toujours aussi prometteur

Texte: le commodore Robert L. Preston, DGGMM

Depuis le dernier article que j'ai rédigé pour cette chronique, il s'est produit des changements importants qui continuent d'influer sur nos occupations en tant que membres du Génie maritime (G Mar). La situation mondiale évolue de façon plus fragmentée qu'au cours des années 60, 70 et 80. Certains des nôtres ont, au cours des dernières années, servi dans le golfe Persique, dans l'Adriatique, en Yougoslavie, au Cambodge et en Somalie. Notre marine affiche toujours un niveau élevé de préparation technique, même en étant mise au défi d'introduire simultanément de nouvelles classes de navires sophistiqués. Un des grands obstacles que nous avons à surmonter est la réduction des activités militaires en réponse à des contraintes financières (auxquelles font face la plupart des pays industrialisés), énoncées dans le budget de février dernier.

L'annonce du budget a été suivie de deux mesures de compression du personnel, d'une part le Programme de réduction des forces (PRF), et, d'autre part, le Programme de réduction du personnel civil (PRPC). Pour donner le feu vert au PRPC, il a fallu attendre l'entrée en vigueur d'une loi correspondante; par contre, le PRF (qui a touché la classification du G Mar et 14 autres classifications) a franchi diverses étapes. Aussi, tous ceux qui ont présenté une demande dans le cadre du programme ont été avisés du résultat de leur démarche.

Le PRF de 1994 a atteint son objectif global de 963 libérations. En effet, 933 militaires ont accepté l'offre qui leur a été faite et seront libérés à l'automne. En ce qui

concerne la classification du G Mar, les offres ont été acceptées dans les proportions suivantes :

Capt(M)	3
Cdr	2
Lcdr	7
Lt/SlT	25

Bien qu'on ait éprouvé quelques problèmes pour ce qui était d'informer les intéressés, je crois que le programme a été bien accueilli dans l'ensemble. Le PRF a créé des débouchés immédiats pour certains membres du G Mar et augmentera les possibilités d'avancement au sein d'une classification qui, autrement, aurait eu de la difficulté à se renouveler.

---

***«Le PRF (...) augmentera les possibilités d'avancement au sein d'une classification qui, autrement, aurait eu de la difficulté à se renouveler.»***

---

Ayant franchi la première étape du PRF, nous devons maintenant trouver des solutions à plus long terme pour relever le défi de fonctionner avec moins de ressources. L'examen fonctionnel du COMAR et l'opération Excelerate du QGDN sont deux initiatives qui

apporteront à la marine de nouvelles façons de fonctionner. Je m'attends à ce qu'on se fie davantage au soutien apporté par les industries participant à la construction de la frégate canadienne de patrouille et à la modernisation de la classe tribale.

La question qui se pose maintenant est de savoir comment ces changements se répercuteront sur nos activités à titre de membres du G Mar. Selon moi, les premières années de notre carrière seront peu touchées, attendu qu'elles sont consacrées au fonctionnement et à la maintenance des navires en mer. Par contre, notre rôle en ce qui concerne l'acquisition de nouvel équipement sera touché tout comme la fonction de soutien des systèmes et de l'équipement, que nous exerçons pour le commandant maritime.

Nous n'aurons d'autre choix que de faire un meilleur usage des capacités de l'industrie canadienne afin d'apporter à notre marine le soutien matériel qui lui est indispensable. C'est un défi de taille qui obligera nos effectifs à se surpasser dans les dernières années de leurs carrières.

Je suis d'avis que l'avenir des membres du G Mar est toujours aussi prometteur. Servir en mer comme chef de département est toujours le point de mire initial dans la carrière des officiers du G Mar. C'est une façon de les préparer à toutes les tâches exigeantes qu'ils devront assumer lorsqu'ils devront apporter un soutien technique efficace au commandant maritime. Certes, notre classification comptera moins d'éléments, mais les nombreux changements qui s'opèrent laissent entrevoir de nouvelles approches et des perspectives de carrières stimulantes. 🚩

### 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'historique des programmes actuels et des situations et événements d'actualité.
- annoncer les programmes touchant le personnel du génie maritime.
- publier des nouvelles sur le personnel qui n'ont pas paru dans les publications officielles.



## L'URFC(A) en transition — Quel changement!

Texte : le capt(M) Roger Chiasson

L'Unité de radoub (Atlantique), qui était à l'origine un chantier naval de la Marine royale, a subi plus de transformations au cours des quatre dernières années qu'on ne lui en avait apportées depuis sa fondation en 1759. La majorité des changements, nous nous les sommes imposés nous-mêmes en mettant sur pied le Programme d'amélioration continue (notre version de la gestion de la qualité totale).

Les raisons pour lesquelles nous avons lancé cette initiative tenaient de l'idéalisme. Nous voulions travailler plus intelligemment et donner à nos employés une plus grande liberté d'action afin de réduire le sentiment de frustration que leur causaient les règles et les «systèmes» archaïques qui les entravaient. Quelque chose nous disait que aurions à devenir plus efficaces, mais nous ne nous doutions pas à quel point ce sentiment allait s'avérer prophétique. Comme tout le monde, l'URFC(A) continue à être touchée par les compressions budgétaires du Ministère et par la volonté des services de génie et de maintenance navals de réduire radicalement les coûts.

J'ai souvent comparé la difficulté d'adopter une nouvelle philosophie de la gestion et une nouvelle culture dans une unité comme l'URFC(A), qui est si imprégnée de tradition et d'inertie, à celle de faire changer de cap à des pétroliers de 300 000 tonnes au moyen d'un gouvernail pas plus gros qu'une serviette. L'analogie n'est pas trop forcée si on considère qu'il faut de cinq à sept ans pour qu'un projet de gestion totale de la qualité se concrétise. L'élan a été donné à notre «pétrolier de 300 000 tonnes», et la plupart d'entre nous à l'URFC(A) sommes convaincus que la transformation s'est amorcée et qu'elle est maintenant irréversible.

Les importantes réalisations et initiatives exposées ci-après, qui sont attribuables à notre programme d'amélioration continue, témoignent du changement d'orientation que nous avons effectué.

### Adoption d'une planification stratégique générale

L'URFC(A) en est maintenant à son troisième cycle de planification opérationnelle.

Nous avons adopté une philosophie axée sur la préoccupation des coûts et la gestion des budgets.

Les buts et les objectifs sont fixés en fonction des besoins des clients et des intervenants.

### Vers une meilleure efficacité

À ce jour, l'enveloppe salariale a été réduite de 7 p. 100 (uniquement en réduisant les frais généraux).

D'autres compressions des dépenses sont prévues pour réduire, de l'ordre de 20 p. 100, le coût de fonctionnement d'ici le 1<sup>er</sup> avril 1996 comme il en a été donné ordre; plus de la moitié des économies seront réalisées grâce à une réduction des frais généraux.

### *«Il fallait trouver une façon de le rallumer et de faire retrouver à l'Unité le sentiment de fierté qu'elle avait eu pour l'opération Friction.»*

### Vers une efficacité accrue

La proportion de la production directe par personne-heure est passée de 42 à 49 p. 100.

Les délais d'exécution des travaux de réparation et de révision ont été réduits de plus de la moitié.

Le taux d'accidents de l'URFC(A) a été réduit de 17 p. 100; le temps perdu par suite d'accidents a été réduit de 35 p. 100.

Des mesures (décloisonnement des métiers) ont été prises pour rendre la main d'oeuvre plus souple, et un concept de travail d'équipe a été adopté pour les grands projets.

La norme internationale d'assurance de la qualité ISO 9001 a été adoptée; il est prévu que l'inscription au programme aura lieu avant le mois d'août 1996.

### Milieu de travail axé sur la personne

Les relations de travail sont excellentes en dépit des compressions de personnel et des limites imposées sur les salaires.

La direction et les syndicats ont convenu de former des alliances stratégiques entre eux.

Les syndicats ont un plein statut consultatif et participatoire au sein des comités de gestion des ressources humaines, d'amélioration continue et de planification stratégique générale.

La main-d'oeuvre jouit d'une plus grande liberté d'action, et il s'est créé une culture où syndicats et direction sont prêts à accepter le changement et à s'y employer.

La représentation d'employés de groupes visés par le programme d'équité en matière d'emploi a quadruplé.

Un programme de formation psychosociale et de sensibilisation a été mis en train pour amener les membres du personnel à mieux accepter une main-d'oeuvre diversifiée.

La décision de mettre sur pied un programme d'amélioration continue a été prise à la suite de la plus grande réalisation de l'URFC(A) : la préparation de trois navires de guerre envoyés au golfe Persique en 1990. L'URFC(A) a reçu la mention élogieuse du Chef d'état-major de la Défense pour le rôle qu'elle a joué dans l'opération Friction, mais l'enthousiasme de ses membres s'est vite refroidi par la suite. Il fallait trouver une façon de le rallumer et de faire retrouver à l'Unité le sentiment de fierté qu'elle avait eu pour l'opération Friction.

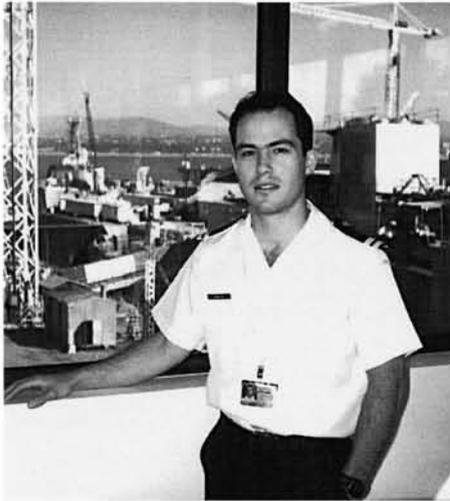
Aujourd'hui, grâce à des efforts persévérants, cet enthousiasme et cette fierté refont peu à peu surface. Il nous reste beaucoup de chemin à faire, mais l'URFC(A) est en bonne voie de devenir meilleur service de réparation qui soit. Les choses, ici, ont bien changé. 📌

*Le capt(M) Chiasson a été commandant de l'URFC(A) de 1990 jusqu'en juillet dernier. Il suit actuellement des cours de langue en vue de sa nomination au poste d'attaché naval du Canada au Japon.*

## Le point de vue d'un officier subalterne du GSC\*

Texte : le Lt(M) Pierre Langlois  
(\*Présenté au colloque du G Mar tenu à Halifax en 1993)

Nous savons tous comme il est long et ardu de se débarrasser de cet encombrant «U» de notre GPM pour le remplacer par un «A», puis par un «B», un «C», un «D» ou un «E». Cependant, obtenir cette qualification ne fait que vous transformer en «officier subalterne». Alors comment se sent-on à ce premier poste de responsabilité? La plupart des lecteurs de cette revue sont déjà passés par ce stade, mais on m'a demandé de donner mon propre point de vue, un point de vue qui ne bénéficie pas encore d'une vaste expérience de la communauté du G Mar.



J'ai obtenu mon diplôme en génie électrique du Royal Military College en 1990. Après une période d'entraînement au centre *Venture* et à bord du *NCSM Mackenzie*, j'ai suivi le cours des applications à l'École de la flotte d'Halifax et terminé la phase VI à bord du *Algonquin*. J'ai eu la chance de recevoir une formation sur le tas à la société Paramax, à Montréal, ainsi qu'au Centre de recherches pour la Défense - Atlantique, à Dartmouth. J'ai été affecté au projet de modernisation des navires de la classe tribale (TRUMP), au chantier maritime de la MIL Davie de Lauzon, en octobre 1992.

Mes responsabilités premières dans le cadre du projet TRUMP étaient de servir d'adjoint à l'ingénieur des systèmes de combat. Après ce qui fut probablement la plus longue période de passation des pouvoirs de la marine canadienne (7 mois), je suis enfin devenu l'OGSC ou, comme se plaisent à

m'appeler le premier maître et les trois maîtres de première classe de la section, le «boss». Notre travail consiste principalement à surveiller les travaux du chantier pour ce qui est des systèmes de combat. Nous supervisons les essais, révisons et approuvons des commandes de travaux imprévus, apportons du soutien technique et, en général, effectuons la liaison entre divers sous-entrepreneurs et unités du MDN.

Le poste d'OGSC comporte beaucoup de responsabilités, spécialement pour un officier peu expérimenté. Mon superviseur était assez réticent à l'idée d'avoir à accepter un officier n'ayant jamais exercé les fonctions de chef de département et ne comptant que quelques années d'expérience. J'ai donc dû prouver non seulement que j'étais très motivé à faire un bon travail, mais aussi que j'en avais les capacités. L'appui des autres chefs de section m'a été très utile. J'ai aussi contracté une dette personnelle envers l'officier que j'ai remplacé : ses encouragements et sa confiance m'ont grandement aidé.

Les relations avec les sous-officiers supérieurs étaient probablement ce que j'appréhendais le plus. L'expérience des hommes dont j'allais devenir le patron était impressionnante : ils comptaient plus de temps en mer que je ne peux jamais rêver d'en obtenir. J'ai tout de suite mis cartes sur table : bien que j'étais un officier du GSC qualifié, leurs opinions et recommandations m'étaient extrêmement importantes. Ils ont pour leur part reconnu mes compétences techniques, et cela plus la confiance que j'ai accordée à leur expérience a créé un climat de travail très dynamique et efficace. Sachant que je ne pouvais être un vieux loup de mer déjà, certains employés du chantier naval ont tenté de profiter de mon manque d'expérience lors des négociations sur le travail à exécuter et sur les normes d'inspection. Après avoir adopté une position assez ferme à quelques reprises cependant, je n'ai eu aucune difficulté.

L'entraînement du G Mar semble m'avoir assez bien préparé à mon poste d'officier du GSC. Les connaissances techniques que j'ai acquises dans tous les domaines du génie des systèmes de combat sont excellentes, sans compter une compréhension approfondie des concepts de base et de l'interaction des systèmes à bord. L'entraînement est aussi adéquat

dans le domaine plus vaste du génie maritime ainsi que dans les connaissances navales de base. Plus de temps en mer ne ferait pas de tort, cependant. Si j'avais quelque chose à ajouter au programme de formation, ce serait peut-être du côté du leadership et des techniques de gestion des ressources humaines. On dirait qu'il revient à chacun de développer soi-même ce talent en mer, que l'on assume ou non des responsabilités divisionnaires. Je me souviens à quel point j'étais peu préparé pour ma première affectation comme officier de service pendant la phase IV.

De ce poste d'ingénieur maritime au projet TRUMP de Lauzon, je vais retirer une expérience formidable comme chef de section, comme ingénieur d'un important projet de radoub et comme négociateur entre unités navales de soutien. Il y a des choses qui ne s'apprennent pas dans les livres, et la gestion de ressources réelles de manière à respecter un délai en est certainement une.

---

**«On dirait qu'il revient à chacun de développer soi-même ce talent en mer, que l'on assume ou non des responsabilités divisionnaires.»**

---

Quant à la façon dont je perçois mes possibilités de carrière dans la marine, il y a beaucoup de postes intéressants et toujours de nouveaux défis à relever. Le programme de formation continue des Forces canadiennes est un autre bon facteur, surtout pour ce qui est des études supérieures, mais les possibilités de promotion semblent assez maigres, car plusieurs excellents candidats se disputent le peu d'or à distribuer. Un point qui me rend songeur est la contradiction apparente entre la nécessité absolue d'obtenir sa qualification de chef de département et le nombre si limité de postes d'entraînement dans une flotte en restructuration. On dit que le succès vient du croisement entre le talent et l'occasion. Mes confrères de classe et moi croyons posséder le talent, mais les occasions nous seront-elles offertes? 🍷

## Norme professionnelle - Chef des machines (pm 1)

Texte : le cdr G.L. Trueman

**Note de l'auteur :** Le 28 avril, une réunion d'adieu a été tenue au carré des officiers marins à Halifax en l'honneur des pm 1 J.L. MacIntosh et S. Jenkins, chefs des machines. En tant qu'officier principal du génie des systèmes de marine sur la côte est, on m'a demandé de dire quelques mots pour marquer l'occasion. J'ai rédigé et déclamé la présente «norme professionnelle» pour rendre hommage aux deux intéressés et à tous les autres chefs des machines qui font honneur à leur profession.

### Références :

- A. BR2007 Marine Engineering Notes for Engine Room Artificers and Mechanics Training (by Command of their Lordships of the Admiralty), 1952, parties I à V.
- B. BRCN 5521 (Manuel du génie naval)
- C. Guide des officiers divisionnaires.

### Généralités

1. Le chef des machines (pm 1) doit être une personne à tout faire : confesseur et confident pour l'ingénieur-mécanicien dont il relève, père et idole pour les jeunes mécaniciens sous ses ordres, rude homme d'action pour son capitaine, et, pour les profanes, un puits de science sur tout ce qui a trait à la mécanique. Pour remplir son rôle, il doit pouvoir réciter mot pour mot les cinq parties du document de référence A portant sur les chaudières, les machines à mouvement alternatif, les turbines, les machines auxiliaires et les moteurs à combustion interne. Il doit posséder une connaissance plus profonde du document de référence B que de sa propre femme. Il doit être un exemple vivant et pratique des dispositions du document de référence C.

### Exigences de rendement

2. Pour qu'un chef des machines vaille le pain qu'il mange, il doit satisfaire aux exigences de rendement suivantes :
  - a. il doit toujours accorder plus de prix à son navire, à ses hommes et à sa branche qu'à toute autre chose;
  - b. il doit être prêt à aller en mer et à combattre pour son navire en tout temps et en tout lieu;
  - c. il doit être capable de remplacer le palier d'une machine à vapeur à triple expansion sans perdre un doigt et tout en chatonnant allègrement;
  - d. il doit être un spécialiste reconnu de tout ce qui est mécanique, pseudo-mécanique, vaguement mécanique et non mécanique, et dont l'usage dans la MRC est autorisé ou non;
  - e. il doit pouvoir soutirer une pièce de rechange en tout temps et en tout lieu au magasin d'approvisionnement, en utilisant le moins de force possible;
  - f. il doit savoir manoeuvrer à toute vapeur, vers l'avant, vers l'arrière ou de côté, de préférence dans toutes les directions à la fois, sans hélices (mal payé ou pas payé du tout), sans huile de graissage (sans bière ni autre boisson de choix) et sans aucun système d'asservissement (sans rien pour le guider ou l'orienter);
  - g. il doit savoir mener ses hommes depuis l'avant et ses supérieurs depuis l'arrière.

### Aptitudes physiques

3. Pour réussir dans son métier, le chef des machines doit posséder les caractéristiques physiques suivantes :
  - a. de gros pieds pour assouplir le derrière des mécaniciens récalcitrants;

---

**«Pour qu'un chef des machines vaille le pain qu'il mange, il doit savoir mener ses hommes depuis l'avant et ses supérieurs depuis l'arrière.»**

---

- b. des nerfs en acier trempé et laminé à froid selon la norme 4150 de l'AISI, alors que tout le monde autour de lui les a de fonte brute ou d'autres matières moins nobles;
- c. un quotient intellectuel proportionnel à son sens commun et à l'épaisseur de sa carapace;
- d. les propriétés thermodynamiques d'un corps noir qui ne reflète rien (qui peut donc tout absorber : reproches, critiques et injures sans les laisser rejaillir sur les autres).

### Épreuves à réussir

4. En plus de satisfaire aux exigences ci-dessus et d'avoir subi avec succès tous les tests et essais indiqués dans le document de référence B, le chef des machines doit pouvoir :
  - a. pérorer avec une chaleur soutenue et avec facultés réduites pendant au moins une heure sur tout sujet de choix et selon les critères précisés par le président de la société Black Angus;
  - b. après au moins 35 années de service dans la Marine, réciter, sans se tromper et le sourire aux lèvres, la devise de la Branche du Génie. 🍷

*Le cdr Trueman a pris sa retraite de la marine en septembre.*



# Le rôle de l'utilisateur final dans la conception d'interfaces opérateur/ système CME efficaces

Texte : Barbara Ford

Il arrive souvent qu'on conçoive des interfaces homme-machine sans obtenir la contribution directe des utilisateurs finals. Ceci est particulièrement vrai dans le cas des systèmes militaires, alors qu'une unité du quartier général établit les exigences relatives à une interface homme-machine (IHM) et suppose que l'opérateur (c.-à-d. l'utilisateur final) sera formé pour utiliser le produit final, quelle que soit la forme qu'il prendra en dernier lieu. Dans les cas où l'utilisateur n'a pas été consulté, on constate toutefois que ce dernier a tout simplement tendance à éviter l'utilisation des parties de l'interface qui entraînent sa confusion. Le système est ainsi utilisé de façon moins efficace, et ce processus

entraîne inévitablement une série de demandes de modifications techniques fort coûteuses.

Au fur et à mesure que le nombre d'interfaces homme-machine s'accroît, il devient de plus en plus évident que les utilisateurs finals peuvent apporter une contribution appréciable à la création d'interfaces efficaces<sup>[1]</sup>. Ce principe s'applique plus particulièrement aux IHM militaires, car des défauts de conception des interfaces peuvent avoir des conséquences catastrophiques. Par exemple, plusieurs vies auraient pu être épargnées à bord du USS *Stark* si l'information du SQL-32 du navire avait été transmise différemment.<sup>[2]</sup>

La conception de l'interface pour un système de mesures de soutien électronique (MSE) n'est pas une sinécure. Cet environnement présente en effet de nombreuses informations sur un grand nombre possible d'impulsions, d'émetteurs et de plate-formes. Cette information est fonction d'un contexte donné et elle est de nature cruciale. L'efficacité des contre-mesures électroniques et la survie des navires dépendent du résultat de l'interprétation de ces informations.

D'une part, le perfectionnement et la complexité des fonctions remplies par les IHM augmentent et d'autre part, il est essentiel de réduire au minimum le temps de développement et les coûts associés au cycle de

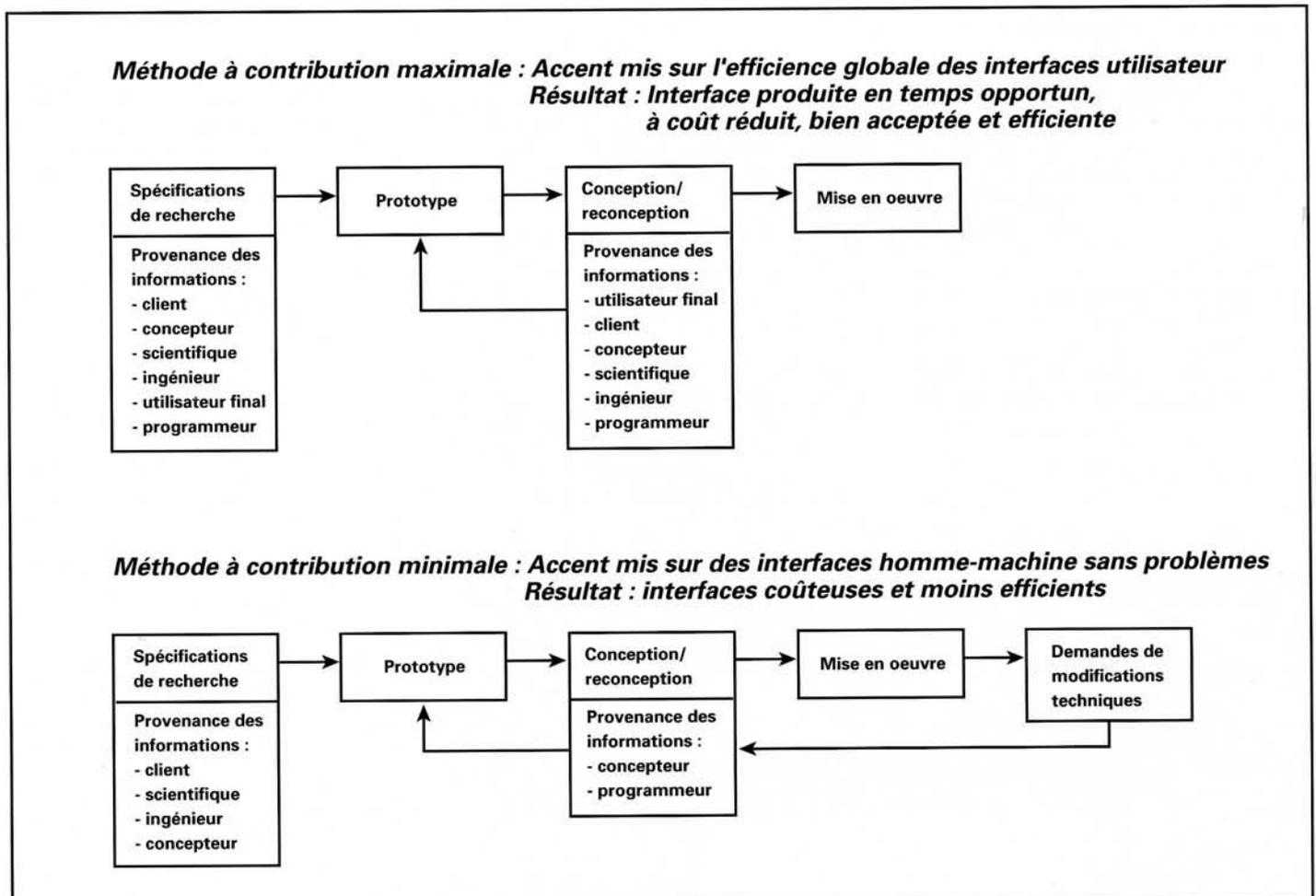


Fig. 1 Stratégies relatives aux interfaces hommes/machines

vie. L'atteinte de ces objectifs repose sur l'emploi de techniques de développement efficaces. Le Centre de recherches pour la défense/Ottawa (CRDO) a élaboré une stratégie de développement des IHM qui repose sur des techniques de conception concurrente<sup>[3,4]</sup>. La méthode à contribution maximale du CRDO réduit au minimum les changements à apporter près de la fin de la phase de développement des systèmes. La particularité de cette méthode est qu'elle consiste à obtenir la réaction des utilisateurs de l'interface à diverses étapes de la conception. Selon l'ancienne méthode, que l'on nommera à contribution minimale, on obtient la réaction des utilisateurs seulement après la mise en service de l'IHM. Il s'avère beaucoup moins coûteux de détecter et de corriger les erreurs, ainsi que de mettre en oeuvre et d'évaluer des améliorations, aux premières étapes de conception d'un système. La méthode du CRDO entraîne donc la conception d'interfaces utilisateur plus efficaces, et dont les coûts et les temps de développement sont réduits.

Les étapes de conception d'une IHM sont<sup>[5]</sup>:

**Recherche/spécifications** — définition des besoins, élaboration et analyse des idées de conception;

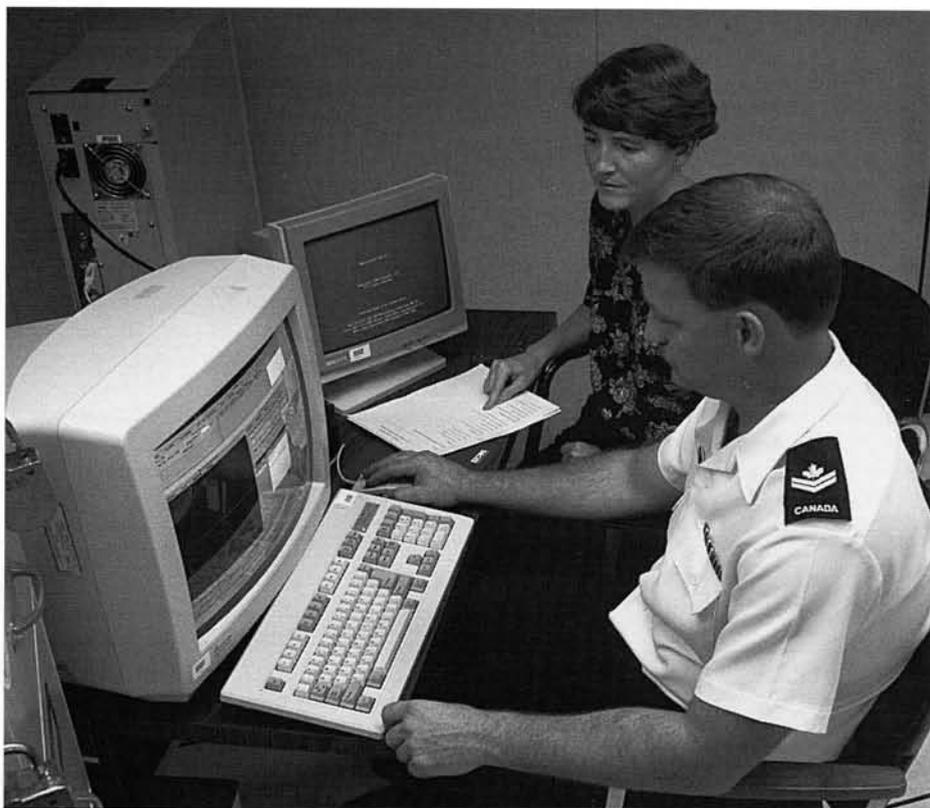
**Prototype** — construction d'une version expérimentale du concept spécifié;

**Essais/reconception** — poursuite des essais et de l'amélioration du concept jusqu'à ce qu'il soit efficace et complet; et

**Mise en oeuvre** — fabrication du système qui doit être livré à l'utilisateur.

La contribution des utilisateurs finals est utile aux étapes de recherche/spécification et d'essais/reconception. La *figure 1* montre ces étapes dans les méthodes à contribution maximale et à contribution minimale.

Le CRDO participe actuellement à la conception de l'interface homme-machine destinée à la prochaine génération de systèmes CME navals. Le CRDO a conçu l'IHM du système CME actuellement utilisé à bord des frégates de patrouille canadiennes et des destroyers de classe Tribal, et plusieurs de ses caractéristiques et fonctions seront maintenues dans la prochaine génération. De nombreux changements ont toutefois eu lieu pendant les dix dernières années : l'opérateur a accès à un nombre considérablement accru d'informations et les techniques d'affichage se sont perfectionnées. Les nouvelles IHM utilisent de nombreux boutons, menus et fenêtres. L'opérateur a une grande latitude quant au choix de l'affichage des fenêtres d'information. Il existe toutefois une fenêtre fixe qui ne peut être retirée de l'affichage ou cachée parce qu'elle contient des informations cruciales qui doivent être affichées en tout temps.



**Barbara Ford, scientifique en défense, observe MS Ed Campbell, analyste en guerre électronique navale, performant des tâches pré-établies sur l'interface d'utilisateur de pré-production pour CANEWS 2 du CRDO.**

Les utilisateurs finals, c'est-à-dire les opérateurs CME, ont grandement contribué à la conception de l'interface opérateur/système CME de prochaine génération. Leur apport a particulièrement été utile pour maintenir l'uniformité avec l'ancienne interface, déterminer les nouvelles caractéristiques les plus utiles et relever les nouvelles fonctions qui semblaient trop complexes. On a fait appel aux opérateurs CME à l'étape de la recherche pour vérifier que toutes les fonctions attendues étaient présentes, ainsi que pendant l'étape des essais et de la reconception. La section suivante présente le processus suivi par le CRDO en vue de tester la conception à l'aide des opérateurs CME.

#### **Essai d'un concept à l'aide des opérateurs CME**

Le processus d'essai exige le choix des utilisateurs appropriés. Ces derniers doivent avoir une expérience représentative des utilisateurs prévus du produit, et leur perspective ne doit pas être faussée par les opinions des concepteurs<sup>[1]</sup>. Le CRDO a choisi des opérateurs qui avaient l'expérience d'autres systèmes CME, y compris ceux qui doivent être remplacés par la génération suivante de systèmes CME. Ils savaient donc bien ce qu'ils devaient attendre d'une interface opérateur/système CME<sup>[6]</sup>. Ces opérateurs CME avaient déjà leurs propres

préférences relatives aux fonctions des interfaces CME. Ces préférences étaient appropriées pour l'application du CRDO car il est préférable d'apporter des améliorations progressives aux interfaces CME existantes plutôt que de faire des changements révolutionnaires.

Les opérateurs se sont fait expliquer les buts des essais et on a insisté sur le fait qu'il s'agissait d'un essai du système et non d'une vérification de leurs compétences. On leur a d'ailleurs fait valoir que toute difficulté éprouvée indiquerait une faiblesse de conception du système.

L'interface-utilisateur du système CME est conçue de manière à être aussi intuitive que possible parce que l'opérateur doit réagir rapidement aux nouvelles informations affichées, souvent dans des conditions particulièrement stressantes. On peut obtenir une réduction des erreurs si la IHM réagit de la manière prévue par son opérateur. Pour vérifier le respect de cette exigence, on a d'abord demandé à chacun des opérateurs d'utiliser le système pendant 5 minutes sans aucune instruction préalable. On leur montrait seulement les menus principaux et la manière d'utiliser le dispositif d'entrée. On observait ensuite leur comportement pour voir dans quelle mesure l'interface pouvait être manipulée efficacement et pour relever quelles fonctions étaient utilisées.

Les opérateurs recevaient ensuite une courte période de formation pendant laquelle toutes les fonctions et procédures d'accès de l'interface étaient expliquées. Les opérateurs avaient ensuite une période de 15 minutes pour manipuler le système. Pendant cette période, les opérateurs pouvaient poser toutes les questions qu'ils voulaient, mais ils avaient tout le loisir d'explorer et de faire des erreurs sans se sentir inhibés par la présence du personnel d'encadrement.

À la fin de la période de formation, chaque opérateur faisait l'objet d'observations pendant qu'il effectuait un certain nombre de tâches fixes y compris l'exécution de certaines fonctions, la manipulation de fenêtres et l'accès à des éléments de menus. Pour obtenir des résultats concluants, il était important que chacun des opérateurs effectue le même ensemble de tâches pendant les essais.

À ce point, les opérateurs avaient eu le temps de se faire une opinion sur la conception de l'interface-utilisateur du système CME. Toutes les opinions exprimées pendant les essais étaient prises en note et la discussion finale entre plusieurs opérateurs CME et le concepteur s'est avérée particulièrement utile. Chacun avait l'opportunité d'exprimer ses idées à la volée alors que le concepteur guidait la discussion. Chacune des fonctions et des fenêtres étaient affichées à tour de rôle pour qu'on en discute l'utilité et l'efficacité. On a aussi demandé aux opérateurs d'indiquer s'ils avaient relevé des éléments manquants dans l'interface.

Le processus décrit plus haut constitue seulement une des itérations du processus d'essais et de reconception. On fera appel aux opérateurs à d'autres itérations de la conception de l'interface utilisateur du système CME.

### Dans quelle mesure les utilisateurs finals sont-ils utiles?

Les remarques faites par les opérateurs pendant leur utilisation du système sans formation préalable a aidé à déterminer jusqu'à quel point l'utilisation de l'interface est intuitive. Ils ont démontré que la présentation générale de l'affichage était efficace, que les menus et les boutons donnaient facilement accès aux fonctions et qu'ils trouvaient les informations aux endroits où ils s'y attendaient.

L'essai impliquant l'exécution de tâches fixes montrait si les opérateurs avaient facilement accès aux informations voulues et établissait à quelles fonctions d'affichage ils auraient recours pour obtenir ces informations.

La discussion finale a fait ressortir plusieurs bonnes idées, y compris des changements qui devraient être apportés aux unités numériques, des ajouts aux options

d'affichage et de nouveaux graphiques. Les opérateurs ont montré les endroits où des informations ou des fonctions semblaient manquer, et les fenêtres qu'ils utiliseraient probablement ainsi que la forme qu'elles devraient prendre.

Globalement, la consultation des utilisateurs finals pour ces essais de conception a fait ressortir leurs besoins en ce qui concerne la conception. L'information fournie par les opérateurs a permis d'uniformiser la terminologie et les méthodes d'exploitation employées dans les divers systèmes CME. Cette uniformité est nécessaire pour intégrer la facilité et le confort d'utilisation de la nouvelle interface. Au cours d'une journée typique, un opérateur peut fort bien utiliser diverses interfaces de systèmes connexes aux CME, et le passage d'un système à l'autre doit être aussi facile que possible. L'opérateur utilisera ses nouveaux outils de façon d'autant plus efficace qu'ils lui sembleront familiers.

Le recours aux opérateurs pour les essais de conception permet de déterminer dans quelle mesure une interface peut devenir encombrée. Ainsi, si l'on utilise une interface pendant un certain temps, elle peut devenir encombrée d'un nombre excessif de fenêtres. Il faudrait dans ce cas entraîner les opérateurs à fermer les fenêtres devenues inutiles. Il est par ailleurs possible de restreindre la souplesse de l'interface mais il arrive souvent que ce ne soit pas souhaitable.

### Conclusions

Les opérateurs ne doivent pas être les seuls responsables de la conception d'une interface-utilisateur. On ne s'attend pas à ce qu'ils connaissent toutes les fonctions des systèmes et ils auront une tendance initiale à rejeter les éléments auxquels ils ne sont pas habitués. Il demeure toutefois important de les consulter.

L'utilisateur final, l'opérateur, est celui qui connaît le mieux l'environnement dans lequel l'interface sera utilisée et la manière dont l'information sera interprétée. Il est le mieux placé pour savoir quelle information est présentée de façon trop complexe, et quels aspects de l'interface seront rarement utilisés. Il est aussi le mieux placé pour juger de l'uniformité des divers systèmes qu'il exploite, tant du point de vue des unités de mesure que de celui de l'accès aux éléments de l'interface, ainsi que de leur apparence et de leur manipulation.

La consultation de l'opérateur pendant la conception de l'interface permet d'intégrer au concept les changements qu'il requiert avant la mise en oeuvre. Cela permet de réduire les coûteuses modifications techniques qui doivent être apportées après la mise en oeuvre de la conception.

Les utilisateurs finals doivent faire partie du cycle de conception des interfaces-utilisateur militaires. Au CRDO, le recours aux opérateurs CME pour la conception de la prochaine génération de l'interface opérateur/système CME s'est avérée très utile. Les opérateurs ont d'ailleurs aimé cet exercice et ils y ont mis beaucoup d'enthousiasme. On s'attend par ailleurs à ce que les opérateurs fassent preuve de plus de respect et de confiance envers le produit final en sachant qu'ils ont participé au processus de conception.

### Références

- [1] K. Gomoll, « Some Techniques for Observing Users », *The Art of Human Computer Interface Design*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading (MA), 1991, p. 85-90
- [2] J. Adam, « USS Stark: What Really Happened? » *IEEE Spectrum*, vol. 24, n° 9, septembre 1987, p. 26-29
- [3] J. Turino, « Concurrent Engineering: Making It Work Calls for Input From Everyone », *IEEE Spectrum*, vol. 28, n° 7, juillet 1991, p. 30-32
- [4] S.G. Shina, « Concurrent Engineering: New Rules for World-class Companies », *IEEE Spectrum*, vol. 28, n° 7, juillet 1991, p. 22-26
- [5] L. Vertelney et S. Booker, « Designing the Whole-Product User Interface », *The Art of Human Computer Interface Design*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading (MA), 1991, p. 57-63.
- [6] B. Ford, « Evaluation of the CANEWS 2 Operator Interface Prototype », CRDO, bulletin technique 93-17 (juillet 1993).



Barbara Ford est une scientifique de la Défense qui fait partie de la Division de Guerre Électronique du Centre de recherches pour la défense/Ottawa.

# Comment gérer plus efficacement le logiciel

Texte par le lcdr Doug Brown

Le logiciel est un élément omniprésent dans la société complexe d'aujourd'hui. Il constitue une part essentielle de presque tous les systèmes de commande, notamment ceux utilisés dans l'ensemble des systèmes d'armement. Pourtant, l'acquisition et le soutien du logiciel sont à la source de multiples difficultés. La livraison de logiciel à temps, dans les limites du budget prévu et conformément aux spécifications initiales constitue l'exception plutôt que la règle. Bon nombre des problèmes qui surgissent en cours de route découlent de la connaissance insuffisante du processus de développement des logiciels, ainsi que des coûts correspondants.

Nombreux sont les projets de développement de logiciel de très grande envergure qui poussent la technologie à ses limites. Par exemple, le système de commande et de contrôle de la frégate canadienne de patrouille coûtera plus de 200 millions de dollars, mais ce montant n'apparaît pas inhabituellement exagéré selon les normes d'aujourd'hui. Quelle que soit la complexité de certains projets de développement, la gestion de l'acquisition des logiciels n'est pas exempte d'efforts. Les principes de gestion sont les mêmes que pour tout autre projet de développement. Bon nombre des problèmes découlent du fait que ces principes n'ont pas été respectés. Le Defense Science Board des États-Unis déclarait récemment que «la plupart des problèmes d'importance provenant du développement de logiciels militaires ne sont pas des problèmes techniques, mais bien des problèmes de gestion».

Même mineures, les négligences de gestion peuvent occasionner des dépassements de coûts considérables. Le logiciel est tellement crucial pour les opérations navales qu'on ne peut se permettre de mal gérer son développement. Il vaut donc la peine d'examiner cinq aspects clés de la gestion des logiciels :

- répartition des coûts sur le cycle de vie du logiciel,
- langage d'implantation,
- impact de la sélection du matériel,
- modification des spécifications, et
- technologies futures.

## Répartition des coûts sur le cycle de vie du logiciel

S'il fallait qualifier le logiciel par un seul mot, ce mot serait probablement «coûteux». On avance souvent des coûts de l'ordre de 200 \$ à 300 \$ par ligne de code pour les systèmes d'armement. Comme ces systèmes dépassent fréquemment un million de lignes de code, il n'y a rien d'étonnant à ce que les coûts de développement de logiciel atteignent les centaines de millions de dollars. Les coûts du logiciel et les coûts connexes peuvent souvent se situer dans la plage de 20 à 40 pour cent des coûts totaux d'acquisition des systèmes d'armement. Malheureusement, il peut s'avérer difficile de faire un suivi précis des coûts du logiciel, surtout lorsqu'ils sont camouflés parmi d'autres coûts (souvent pour une bonne raison). C'est une chose de ne pouvoir affirmer à l'avance combien coûtera exactement un logiciel, mais il est complètement inexcusable de ne pouvoir préciser à la fin de la journée quel montant a été dépensé. La première étape du contrôle des coûts de logiciel consiste à les dévoiler clairement de façon à en permettre une mesure et une analyse précises. C'est seulement par la suite qu'il sera possible d'établir des normes et de traiter les écarts.

Nous devons aussi comprendre que le cycle de vie du logiciel comporte deux phases



**Je vais chercher à savoir ce qu'ils veulent. Vous autres, commencez le codage!**

distinctes : la phase d'acquisition/développement et la phase de maintenance/de mise en service. Traditionnellement, le logiciel des systèmes d'armement se caractérise par une longue durée de vie, qui atteint normalement de 15 à 20 ans, et même plus. Il est inévitable que les coûts de maintenance excèdent plus souvent qu'autrement les coûts de développement. Le Department of Defense des États-Unis a trouvé des coûts de maintenance annuels atteignant 10 à 15 pour cent des coûts totaux de développement. Sur l'ensemble de la vie d'un système, les coûts

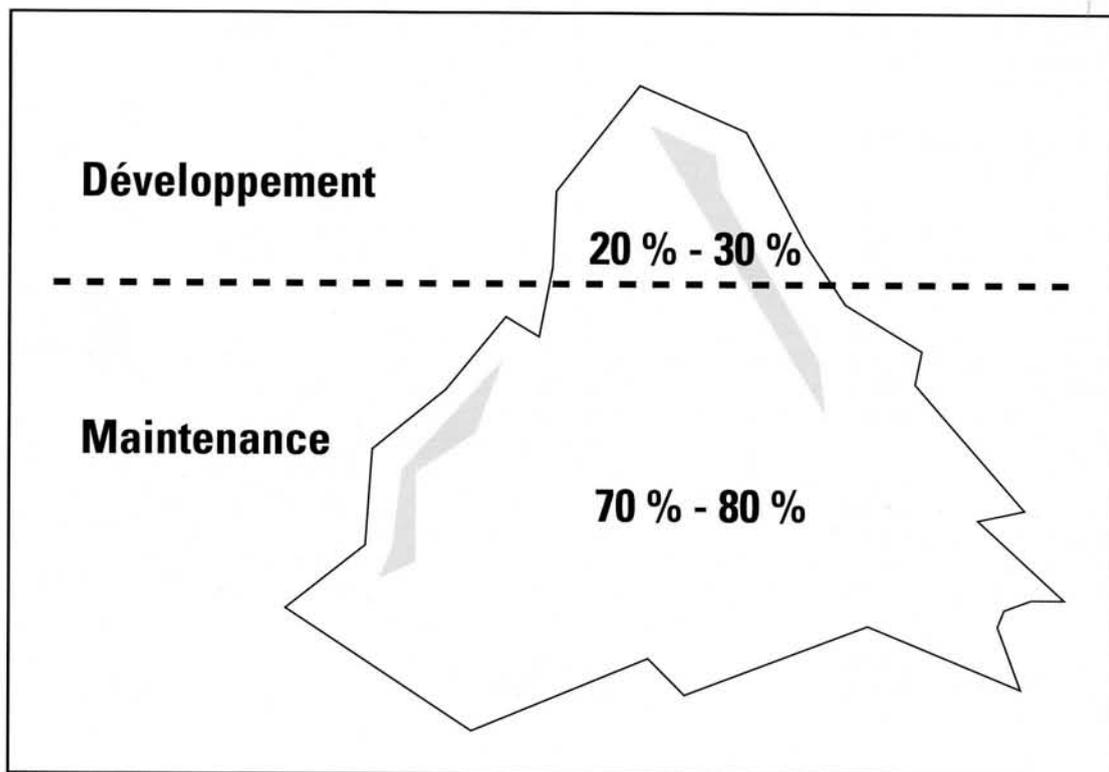


Fig. 1. Répartition des coûts sur le cycle de vie du logiciel

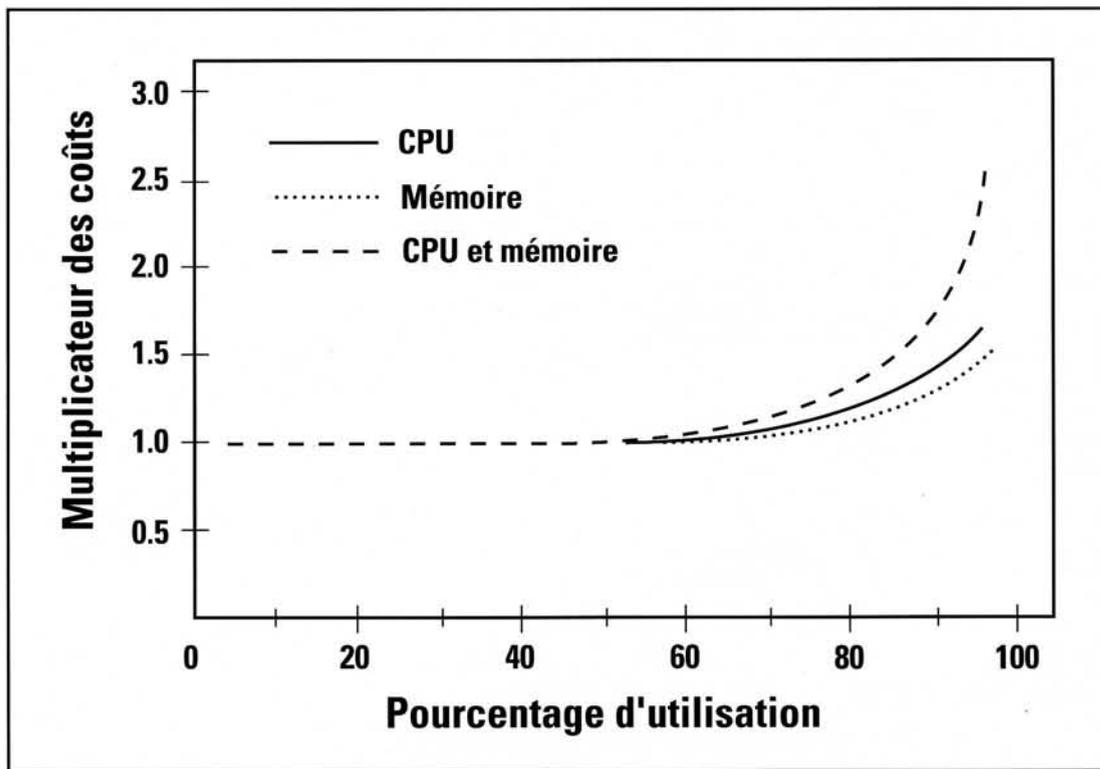


Fig. 2. Escalade des coûts du logiciel résultant d'une forte utilisation du CPU et de la

de maintenance peuvent atteindre 70 à 80 pour cent des coûts totaux liés au logiciel. Pour cette raison, les coûts de développement du logiciel se comparent souvent à la pointe de l'iceberg des coûts du logiciel (Fig. 1).

Jusqu'à maintenant, on a consacré beaucoup d'efforts afin de réduire les coûts de développement du logiciel. Peu d'efforts ont toutefois porté sur la réduction des coûts de maintenance, où se situe la plus grande part des dépenses. On dit souvent que la cible la plus grande est aussi la plus facile à atteindre. En fin de compte, les contraintes économiques nous forceront peut-être à axer nos efforts sur la cible offrant les économies potentielles les plus grandes. Les décisions mal informées prises durant le développement n'ont rien pour faciliter les choses, puisqu'elles se traduisent souvent par une augmentation imprévue des coûts de maintenance. Lorsqu'un projet est en retard ou qu'il dépasse les limites du budget, des pressions énormes s'exercent souvent afin de «faire sortir» le logiciel à n'importe quel prix. Dans l'empressement, il peut arriver qu'on néglige des documents de conception essentiels ou qu'on prenne des raccourcis, ce qui peut facilement doubler les coûts de maintenance subséquents.

Le problème vient de la nature du logiciel lui-même. Produit intellectuel dans une large mesure, le logiciel doit être compris avant d'être soumis à des modifications. Les raccourcis en cours de développement se prennent aux dépens de la facilité de compréhension et de la fiabilité, ce qui accroît le niveau des efforts et les coûts liés à la maintenance. Du point de vue fiscal, il vaut mieux

consacrer des efforts supplémentaires au développement pour obtenir un produit de qualité permettant de réduire les coûts de maintenance supérieurs.

#### Langage d'implantation

Le langage utilisé pour l'implantation peut aussi influencer considérablement sur les coûts durant le cycle de vie. Malheureusement, il est difficile de choisir un langage approprié. Le monde est rempli de soi-disant «experts» qui vantent les mérites d'un langage particulier et rejettent tous les autres. De plus, le mandat d'utiliser Ada soulève fréquemment des résistances, souvent parce que les gens n'aiment tout simplement pas se faire dire quoi faire. Les gestionnaires de projet peuvent aisément se retrouver perdants devant le choix du langage qui convient le mieux à leur projet.

Si l'on examine la question rationnellement, on se rendra compte qu'Ada est le langage le plus avantageux et le plus économique à utiliser durant tout le cycle de vie d'un logiciel de système d'armement. On doit toutefois reconnaître qu'Ada présente un certain nombre de lacunes, en dépit du fait qu'il ait été adopté comme norme de langage évolué pour les systèmes d'armement des Forces canadiennes. Bon nombre de ces lacunes se retrouvent également dans tous les autres langages utilisés de nos jours, mais peu de gens comprennent que le principal avantage à utiliser Ada ne réside pas dans la réduction des coûts de développement. L'intégration de principes de génie logiciel fiables permet d'utiliser Ada pour développer du logiciel de haute qualité et de maintenance

aisée. Le principal avantage d'Ada consiste donc à abaisser les coûts du cycle de vie en réduisant les efforts de maintenance. Malheureusement, les développeurs fondent souvent leurs recommandations sur les seuls coûts de développement du logiciel.

Une expérience menée ici même au Canada fait ressortir l'efficacité d'Ada. Deux équipes ont reçu la tâche de préparer un petit utilitaire à partir de spécifications identiques et dans le même délai. Une équipe devait avoir recours au langage C et l'autre, à Ada. À l'usage, le code Ada s'est révélé plus robuste, exigeant moins d'un tiers des efforts requis pour apporter une modification. Une expérience semblable de l'USAF a démontré que les efforts de maintenance d'Ada étaient inférieurs à la moitié de ceux de C. Bien que de telles réductions de coûts

soient improbables pour de grands systèmes, on ne peut négliger des économies, même de quelques pour cents, lorsque les coûts annuels de maintenance sont de l'ordre des dizaines de millions de dollars.

#### Impact de la sélection du matériel

Depuis longtemps, il est d'usage de sélectionner d'abord le matériel des systèmes à calculateur intégré. Le logiciel est ensuite adapté au matériel. Cette façon de procéder était peut-être rentable, il y a 40 ans, lorsque le matériel était coûteux, mais cela n'est plus le cas. Aujourd'hui, le choix du matériel peut contribuer considérablement à la hausse des coûts de développement et de maintenance du logiciel. Une analyse du Department of Defense des États-Unis indique que les coûts relatifs au logiciel constituent environ 90 pour cent du coût des ressources informatiques intégrées à un système. Bien qu'elle ne compte que pour un très faible pourcentage du coût total, la sélection du matériel demeure toutefois cruciale.

Étrangement, les tentatives visant à utiliser toute la capacité disponible du CPU et de la mémoire peuvent augmenter considérablement les coûts du logiciel (Fig. 2). Bien qu'aucun impact ne se fasse apparemment sentir sous un seuil d'utilisation de 60 pour cent, le coût de développement du logiciel en fonction des ressources disponibles augmente rapidement une fois cette limite franchie et atteint à la capacité de 95 pour cent plus de 2 1/2 fois le coût à 60 pour cent.

Les responsables de la maintenance ne perdent rien de cette capacité et peuvent consacrer des jours ou même des semaines à

tenter de concevoir de nouveaux algorithmes exigeant tout juste quelques octets ou quelques cycles de moins. On peut comprendre que bon nombre des algorithmes et des structures de contrôle conçus pour mettre à profit des ressources limitées soient de véritables arcanes. Ainsi, les futures activités de maintenance augmentent progressivement en complexité et en coût.

Dans une perspective semblable, nous devons également examiner nos méthodes d'acquisition de matériel à ordinateur intégré. Il y a vingt ans, nos calculateurs militaires étaient à la fine pointe de la technologie. Actuellement, la plupart sont désuets avant même le stade de la réalisation. La demi-vie d'un CPU moderne est très courte et en diminution constante. En raison des délais d'acquisition de 10 ans et plus, nous ne pouvons plus nous permettre de développer des calculateurs militaires spécialisés. Nous faisons également face à un dilemme : allons-nous avoir recours à la technologie actuelle en dépit de son obsolescence garantie ou allons-nous prendre des risques en spécifiant une technologie non développée?

La solution consiste à spécifier l'interface et non le matériel. Alors que l'interface du matériel demeure bien définie, le matériel et le logiciel peuvent se développer isolément et s'intégrer avec le minimum de difficultés. Nous devons émuler le modèle du PC. Bien qu'il présente bon nombre de limitations techniques, le PC n'offre pas d'architecture ni d'interfaces bien définies. Il est donc possible de développer isolément du logiciel pour PC, avant tant de succès qu'il n'est même plus nécessaire d'y repenser.

Le modèle du PC se caractérise par un autre d'attribut qu'il vaut la peine d'émuler. On peut aisément améliorer le CPU, ajouter de la mémoire ou toute autre ressource nécessaire, sans plus se soucier de la compatibilité du logiciel. On peut même remplacer un PC par un appareil de modèle complètement différent. Nous nous rendons compte que cette souplesse est de plus en plus nécessaire aux systèmes d'armement. Alors que les programmes d'application pour PC s'allongent constamment et font de plus en plus appel aux ressources disponibles, le logiciel de nos systèmes d'armement connaît le même sort. Nous devons faire face à un développement de logiciel s'approchant d'un ordre de grandeur durant le cycle de vie d'un système, d'une

durée de 20 à 30 ans. Il est relativement facile de changer physiquement un processeur, mais il nous faut aussi être capable de déplacer nos investissements considérables en matière de logiciel. Avec raison, nous exigeons de pouvoir transférer un logiciel de traitement de texte de 200 \$ d'un ancien PC au modèle le plus récent, sans modification. Nous devons avoir les mêmes attentes à l'égard d'un système de commande et de contrôle de 200 millions de dollars.

### Modification des spécifications

On accepte souvent que les spécifications en matière de logiciel soient modifiées en plein milieu du développement. La plupart des gens voient une certaine ressemblance entre le logiciel et l'or : simple de structure et facile à façonner par n'importe qui. En réalité, il s'apparente plutôt au cristal : très complexe et exposé aux bris en cas de mauvais traitement. Bien que le logiciel permette d'intégrer la plupart des modifications au cours du développement, le processus est rarement simple et presque toujours coûteux. Les modifications non contrôlées peuvent facilement faire doubler les coûts de développement du logiciel. Heureusement, elles représentent l'une des causes les plus faciles à éviter dans l'escalade des coûts, et elles méritent donc une attention spéciale. On ne se surprendra pas du fait que tous les projets de logiciels réussis partagent l'attribut commun d'un contrôle rigoureux exercé sur les modifications des spécifications.

Le développement d'un logiciel s'amorce souvent avec des spécifications incomplètes. La mention qui se retrouve le

plus fréquemment dans les spécifications est peut-être «à déterminer». Bien qu'il vaille parfois mieux établir les spécifications après le début du développement, cette façon de procéder n'est que trop souvent une excuse pour en tronquer la définition et «concentrer au plus tôt le travail». C'est une erreur. Cela ne signifie pas que les spécifications ne doivent jamais se modifier (ce serait d'ailleurs impossible), mais plutôt qu'il importe de les soumettre à un contrôle rigoureux afin d'examiner soigneusement et de comprendre l'impact éventuel de toute modification proposée.

### Technologies futures

Comme toutes les technologies de pointe, le logiciel offre un certain nombre d'innovations à potentiel considérable. Pour le moment, il est toutefois prudent de glisser deux mots d'avertissement. Fred Brooks affirmait en 1986 qu'il n'existe aucune solution miracle pour accroître magiquement la productivité en matière de logiciels. Ces propos demeurent vrais aujourd'hui, en dépit des affirmations contraires. En second lieu, il ne faut pas oublier que toutes les nouvelles technologies sont attrayantes. Notre jugement ne doit toutefois pas s'en trouver embrouillé. L'acquisition de nouvelles technologies doit aider à établir des spécifications de bonne foi et non pas constituer une fin en soi. Après tout, bon nombre des produits logiciels, même parmi les plus innovateurs, sont destinés à rester toute leur vie sur une tablette.

Trois technologies émergentes semblent particulièrement adaptées au logiciel des systèmes d'armement : le GLAO, la

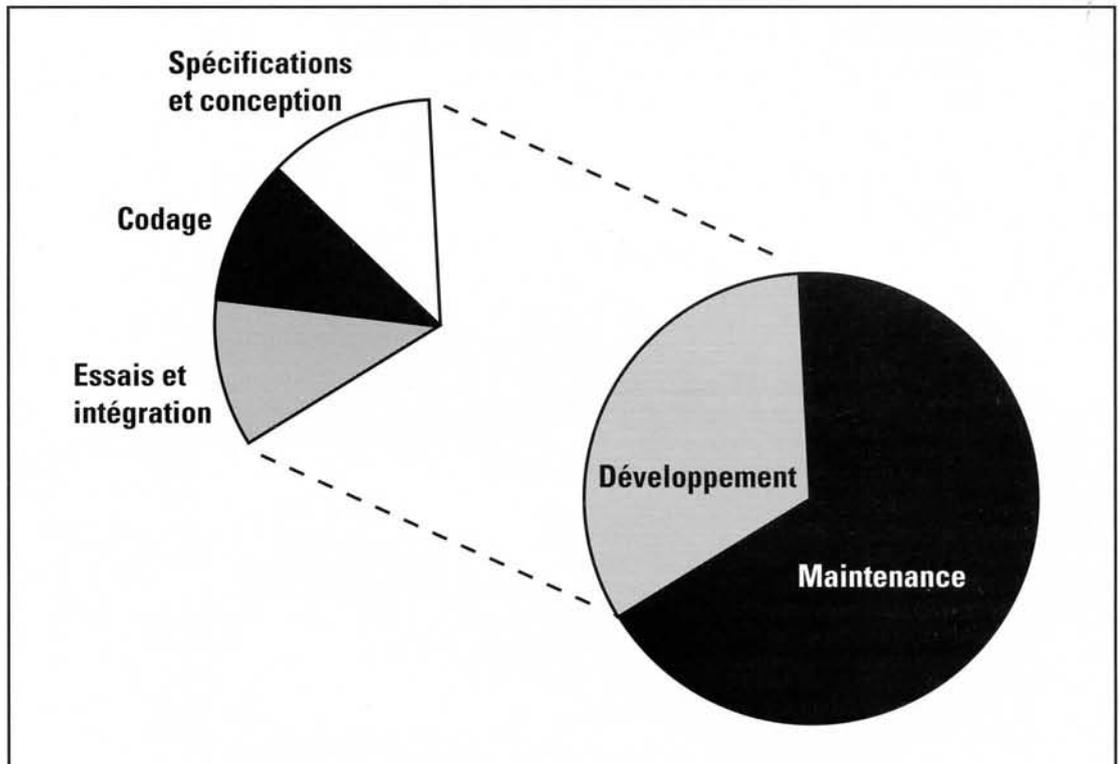


Fig. 3. Applicabilité de la réutilisation du logiciel

réutilisation et le prototypage. Le GLAO, ou génie logiciel assisté par ordinateur, a reçu à peu près tous les éloges, et ses mérites ont été considérablement exagérés. S'il faut en croire la moitié de ce qu'en dit la publicité, un novice disposant d'un outil de GLAO pourrait développer à peu près n'importe quelle application en temps réel, selon les normes militaires les plus rigoureuses. Cela n'est tout simplement pas vrai. La technologie du GLAO présente ses avantages et, correctement appliquée, permet de réaliser des économies substantielles, mais il importe de comprendre d'abord la méthodologie sous-jacente. L'outil ne peut en soi procurer miraculeusement l'habileté.

Les outils de GLAO ont pour inconvénient de forcer les développeurs à adopter la méthode que propose l'outil; il est très difficile d'adapter l'outil aux pratiques existantes. Beaucoup de développeurs de logiciel tentent encore de raffiner leurs méthodes et s'aperçoivent que les outils de GLAO restreignent et gênent le développement, plutôt que de l'améliorer. On développe encore des normes généralement acceptées, qui permettent d'utiliser la sortie d'un outil de GLAO comme entrée du suivant. Le niveau des efforts actuellement nécessaires pour assurer cette interface entre outils pourrait facilement annuler toute économie potentielle liée à l'automatisation. On oublie souvent que les outils de GLAO sont destinés aux gens, ce qui signifie que la formation constitue le facteur le plus important d'implantation réussie d'un produit de GLAO. Le GLAO sans la formation est une perte de ressources.

Enfin, la technologie du GLAO ne peut encore s'appliquer de façon rétroactive. Bon nombre des logiciels navals en cours d'utilisation ont été développés sans les avantages des technologies modernes. L'adaptation de ces logiciels aux méthodes modernes pose un défi des plus considérables. Pourtant, tout n'est pas que problèmes et difficultés. La technologie du GLAO est remplie de promesses pour l'automatisation des tâches répétitives et des travaux fastidieux qu'exige le développement de logiciels. Une partie du défi consiste à éviter les applications inappropriées de GLAO pouvant aboutir à du «tabletticiel» coûteux ou même à une perte de productivité.

La réutilisation du logiciel gagne aussi de l'importance comme moyen potentiellement attrayant de réduire les coûts. On a consacré des efforts considérables, par exemple dans le cadre des initiatives STARS et CAMP du DoD des États-Unis, afin de mettre sur pied des dépôts d'éléments logiciels réutilisables. Pour mettre cette situation en perspective, considérons que le développement de logiciel nécessite typiquement 40 pour cent d'efforts pour la définition des spécifications, 30 pour cent pour le développement du code source et 30 pour cent pour l'essai et l'intégration (Fig. 3). Le fait de limiter la réutilisation au code source, comme on l'envisage souvent,

restreint son impact à seulement 30 pour cent des efforts de développement, ce qui ne représente qu'une faible partie des coûts liés au cycle de vie total. Il est clair qu'une percée économique d'envergure ne pourra se réaliser de cette façon.

Certaines entreprises connaissent un succès considérable en réutilisant des conceptions, du code et du logiciel d'intégration à l'intérieur d'une gamme de produits limitée. Par exemple, Thompson CSF de France atteint des taux de réutilisation de 60 à 80 pour cent relativement au code et à la conception de ses systèmes de contrôle de la circulation aérienne. Bien que ces niveaux de réutilisation élevés ne représentent que de modestes économies, l'avantage le plus considérable vient de la réduction substantielle des risques normalement associés au respect des échéances dans un projet de logiciel. La réutilisation semble très prometteuse, mais elle n'a pas encore atteint sa maturité et bon nombre de questions techniques et juridiques devront encore être résolues.

La dernière des nouvelles technologies à envisager est celle du prototypage. Les prototypes s'utilisent dans bon nombre de situations de développement afin de raffiner des exigences, surtout dans des secteurs comme celui de l'interface utilisateur. Les interfaces utilisateurs se caractérisent depuis toujours par des niveaux de maintenance très élevés, principalement parce que les utilisateurs ne savent souvent pas ce qu'ils veulent au juste. Ils semblent respecter la règle du «je le saurai bien quand je le verrai».

On demande aux développeurs d'établir une interface de production, alors que la contribution des utilisateurs se limite souvent aux réactions négatives, reçues tard dans le processus de développement. Il peut se perdre bien des efforts à tenter de définir les besoins des utilisateurs. Les outils modernes de prototypage permettent aux concepteurs de créer facilement et rapidement les fonctions des logiciels de façon que les utilisateurs puissent fournir une réaction positive significative avant que trop d'efforts ne se perdent à livrer un produit inapproprié. Dans cette situation, une image vaut véritablement mille mots. Un bref avertissement, toutefois : les prototypes sont destinés à être éliminés. Le prototypage donne du code de faible qualité qu'il ne faut pas compter utiliser dans le logiciel de production.

### Conclusion

Dans une période de temps remarquablement courte, le logiciel est devenu un élément essentiel des systèmes d'armement et exige maintenant des efforts de rentabilisation en matière de gestion. Quelques mesures simples devraient se révéler utiles dans cette perspective.

Avant tout, on ne doit perdre de vue aucun des coûts liés au logiciel. Il importe de savoir exactement combien d'argent est

dépensé pour le développement et le soutien du logiciel. Afin de contrôler les coûts durant le cycle de vie, le logiciel doit être développé dans l'optique d'une maintenance plus facile. Il s'agit notamment d'utiliser des langages appropriés, comme Ada, et de préparer toute la documentation nécessaire de façon significative et utile. Cela pourrait même entraîner des efforts supplémentaires au cours de la phase de développement. Les spécifications doivent faire l'objet d'une analyse méticuleuse, et les modifications doivent être rigoureusement contrôlées. Le matériel doit être sélectionné judicieusement afin de ne pas occasionner d'augmentation des coûts de développement et de maintenance du logiciel. Il est nécessaire d'établir les spécifications des interfaces de manière à pouvoir sélectionner, puis améliorer, le matériel approprié selon les spécifications, tout en maintenant inchangés tous les investissements en matière de logiciel. Enfin, le recours aux nouvelles technologies ne doit pas dépasser les limites du bon sens. Il doit se justifier par l'utilité, la rentabilité et la satisfaction de besoins particuliers.

Le logiciel peut se révéler très impressionnant, par la souplesse qu'il procure et par l'accroissement considérable des ressources de nos systèmes. Mais ces avantages s'accompagnent de coûts. La gestion des systèmes d'armement est complexe et ne tolère pas les erreurs. Toute tentative de suspendre le bon sens et les bonnes pratiques de gestion se fera toujours sentir en fin de compte. ♣

### Références

- [1] John Bailey et Victor Basiler, *The Software Cycle Model for Re-engineering and Reuse*, Tri-Ada 91 Conference Proceedings, (Baltimore: ACM Press, 1991), pp. 267-281.
- [2] Barry Boehm, *Software Engineering Economics* (Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991).
- [3] Roger Pressman, *Software Engineering, A Practitioners Approach*, 3<sup>e</sup> éd. (New York: McGraw Hill, 1992).
- [4] *Test and Evaluation*, U.S. General Accounting Office Report GAO/NSIAD-93-198, septembre 1993.



Le Lt. Col. Brown est ingénieur en logiciel à la DSGM 5.

# Les piles à combustible et la marine

Texte et illustrations par le lcdr M. J. Adams, CD, M. Ing., Ing.

Depuis plusieurs années, la marine appuie l'industrie canadienne en ce qui concerne le développement de techniques électrochimiques. La figure 1 illustre les trois systèmes d'alimentation électrochimique de base qui dépendent respectivement des anodes, des cathodes et d'un électrolyte pour mettre en oeuvre les réactions. Il s'agit des systèmes suivants :

l'**accumulateur**, qui emmagasine de l'énergie sous la forme de potentiel électrochimique entre une anode et une cathode ;

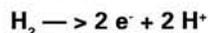
la **pile à semi-combustible**, qui produit de l'énergie à partir d'une réaction chimique entre un combustible (stocké intérieurement sous forme d'anode) et un oxydant (stocké extérieurement et acheminé vers la cathode) ;

la **pile à combustible** dans laquelle un combustible à base d'hydrogène et un oxydant sont stockés extérieurement et acheminés respectivement jusqu'à l'anode et la cathode pour réagir et fournir de l'énergie.

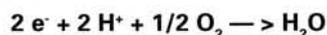
Les efforts du ministère de la Défense nationale se sont concentrés sur de développement de deux de ces techniques : la **pile à combustible à membrane protonique** et la **pile à semi-combustible aluminium/oxygène**. L'intérêt que porte le ministère de la Défense nationale à ces nouvelles techniques peut s'expliquer par la seule efficacité du procédé. En effet, avec ces deux techniques, on s'attend à des efficacités de l'ordre de 50 p. 100, comparativement à une efficacité globale moyenne de 25 p. 100 dans le cas des systèmes thermiques. Théoriquement, l'efficacité des piles à combustible peut aller jusqu'à 70 p. cent.

## Pile à combustible à membrane protonique

La figure 2 représente une pile à combustible à membrane protonique de base. Dans une pile à combustible, l'hydrogène et l'oxygène sont combinés (suivant un procédé à l'inverse de l'électrolyse de l'eau) pour produire de l'énergie, le sous-produit de cette réaction étant de l'eau. Ce système fonctionne de la manière suivante. À l'anode, un catalyseur produit la réaction suivante :



Les protons ( $\text{H}^+$ ) migrent à travers la membrane qui empêche le passage des électrons. Les électrons ( $\text{e}^-$ ) sont alors forcés de prendre le chemin extérieur, ce qui donne la charge. À la cathode, les électrons se recombinaient avec les protons et de l'oxygène pour former de l'eau :



Il existe plusieurs façons d'emmagasiner l'hydrogène qui sert de combustible.

L'hydrogène peut être stocké à l'état pur, sous forme de gaz sous haute pression, de liquide cryogénique ou d'hydruure métallique. Une autre option consiste à extraire l'hydrogène d'une substance riche en hydrogène comme le méthanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dont un litre contient 1,4 fois plus d'hydrogène que la même quantité d'hydrogène liquide.

C'est pour cette raison que nous avons choisi la dernière méthode pour le stockage de l'hydrogène. Sous l'action d'un catalyseur, le méthanol est décomposé (ou réformé) en hydrogène, le sous-produit étant du gaz carbonique. Cette méthode est beaucoup plus simple pour ce qui est du stockage et elle fournit la densité d'énergie la plus élevée même si la présence d'un reformeur fait tomber l'efficacité potentielle du système de 70 p. cent à 50 p. cent. Il s'agit quand même d'une efficacité deux fois plus élevée que celle d'un système thermique équivalent. Par exemple, une génératrice à pile à combustible nécessiterait moitié moins de combustible et d'oxygène qu'une génératrice diesel comparable pour produire la même quantité d'électricité et elle dégagerait deux fois moins de gaz carbonique.

Comme la pile à combustible ne brûle pas vraiment le combustible, elle présente certains avantages supplémentaires :

- le procédé de reformage est plus propre et ne produit pas de sous-produits dangereux comme les oxydes nitreux ;
- le reformage ne nécessite pas de combustible à valeur calorifique élevée, ce

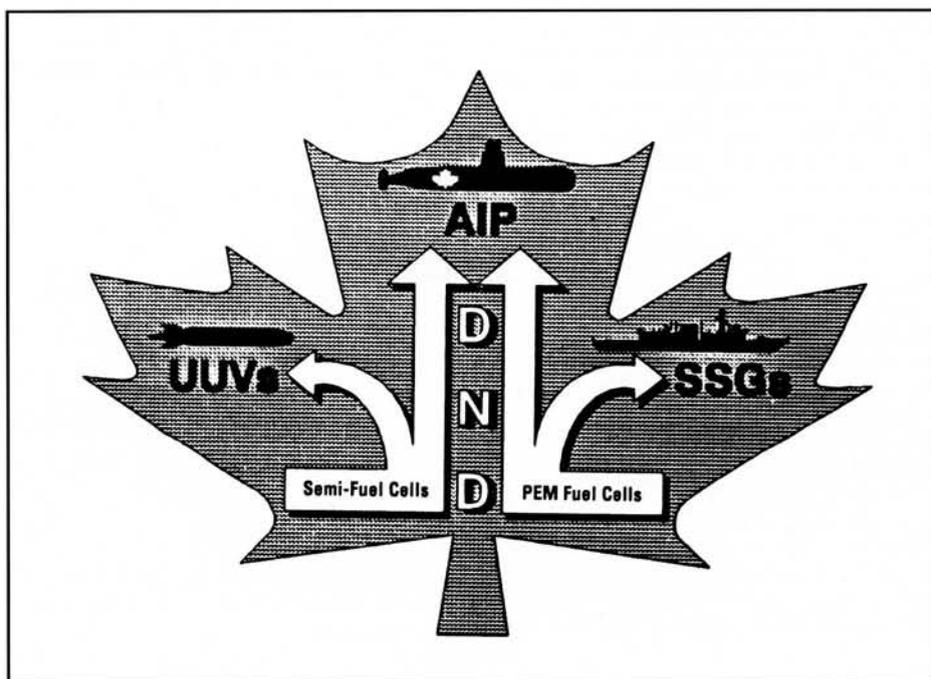
qui permet de faire appel à une gamme beaucoup plus étendue de combustibles et facilite la conception d'un système pouvant fonctionner avec des combustibles multiples ;

- la capacité de la pile à combustible d'utiliser du méthanol la rend beaucoup plus attrayante au point de vue environnemental puisque le méthanol est un combustible synthétique, donc renouvelable.

## Pile à semi-combustible Al/O<sub>2</sub>

La pile à semi-combustible aluminium/oxygène de base peut être décrite comme étant un hybride de la pile à combustible et de l'accumulateur. Pour mieux comprendre ce système, on peut considérer que l'aluminium est un dispositif servant à emmagasiner des électrons, les électrons étant stockés dans le métal pendant le raffinage et libérés pendant l'oxydation.

La figure 3 illustre ce processus. Il faut beaucoup d'électricité pour obtenir de l'aluminium en raffinant de la bauxite. Le raffinage comporte une étape intermédiaire donnant de l'aluminate [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ] qui est ensuite soumis à un raffinage plus poussé donnant un alliage d'aluminium pur. Dans la pile à semi-combustible, cet alliage sert de combustible et il est soumis à une corrosion régulée, libérant ainsi environ 50 p. cent de l'énergie consommée par le raffinage. Le sous-produit d'aluminate peut être retransformé en aluminium par raffinage.



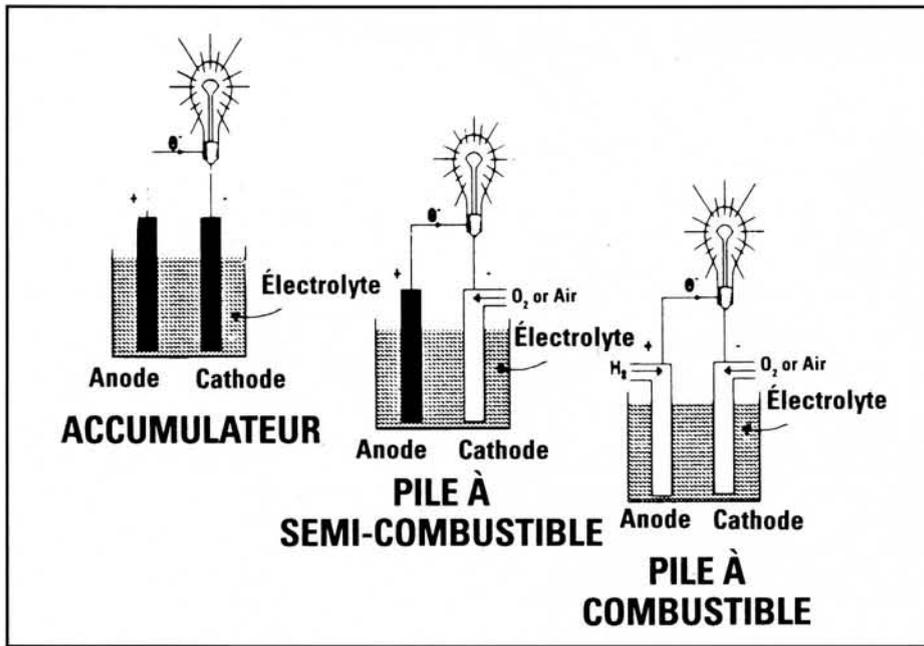
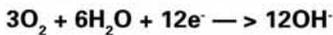


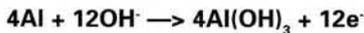
Fig. 1 Systèmes électrochimiques de base.

En passant, mentionnons que l'aluminate est un produit inerte qui est employé, entre autres, comme ingrédient principal dans la pâte dentifrice.

La figure 4 représente une pile à semi-combustible Al/O<sub>2</sub> de base. Le mécanisme abrégé de transformation de l'énergie à partir du système aluminium/oxygène consiste à faire agir un catalyseur à la cathode, ce qui réduit l'eau présente dans l'électrolyte et l'oxygène fourni en ions OH<sup>-</sup> ou hydroxy :



L'électrolyte transmet ces ions à l'anode où ils réagissent avec l'aluminium en donnant des électrons, ce qui crée la charge électrique :



Le sous-produit d'aluminate peut soit rester en solution dans l'électrolyte, soit être séparé de la solution en précipitant. Comme la gestion de l'électrolyte influe directement sur la densité énergétique globale du système, trois types de gestion sont actuellement en cours de développement.

La figure 5 illustre sommairement ces trois versions. Le système le plus simple consiste à maintenir les ions aluminate en solution dans l'électrolyte. Ce système **exempt de solides** est en fait un système à pompage grâce auquel l'électrolyte est stocké dans un réservoir commun et acheminé par pompage jusqu'à chaque pile. Le volume d'électrolyte est suffisant pour empêcher les ions aluminate de précipiter.

Pour accroître la densité énergétique de ce type de système, on peut faire délibérément précipiter l'aluminate. Ceci a pour effet de maintenir la conductivité de l'électrolyte (et donc la production d'électricité) tout en réduisant le volume d'électrolyte nécessaire. L'une des variantes de ce système, actuellement en

cours de développement, est un système **auto-géré** sans pompage, dans lequel chaque pile contient son propre électrolyte et son propre réservoir. Au fur et à mesure que chaque pile « auto-gérée » se décharge, les ions aluminate dissous sursaturent la solution et précipitent pour ensuite se déposer au fond du réservoir.

Une autre variante du système de précipitation, le système à **gestion par les solides**, comportant un pompage, fait activement précipiter l'aluminate en amorçant la cristallisation de l'électrolyte, ce qui fait augmenter la taille des particules de précipité d'aluminate. Un réservoir de décantation est incorporé de façon à ce que le temps de décantation permette d'obtenir un dépôt plus dense.

Ces modifications donnent lieu à une augmentation importante de la densité énergétique du système. Par exemple, une pile typique à semi-combustible aluminium-air possède une densité énergétique plus de dix fois plus élevée que celle d'une batterie équivalente d'accumulateurs plomb-acide. Autrement dit, un système de piles à semi-combustible nécessite un volume dix fois plus faible que dans le cas d'une batterie d'accumulateurs plomb-acide.

Les systèmes de piles à combustible et de piles à semi-combustible ont tous les deux les avantages supplémentaires suivants : fonctionnement silencieux, signature infrarouge réduite, conception modulaire et alimentation avec des combustibles qui sont soit recyclables (piles à semi-combustible) soit renouvelables (méthanol). Il s'agit de systèmes canadiens et les deux entreprises participant à leur mise au point sont des chefs de file à l'échelle mondiale dans leur domaine respectif : **Alpower Canada Ltd<sup>1</sup>** de Kingston (Ont.) (pile à semi-combustible aluminium-oxygène) ; et **Ballard Power Systems Inc.** de Vancouver-Nord (C.-B.) (pile à combustible à membrane protonique).

#### Application des piles à combustible

La marine travaille actuellement à la mise au point de ces techniques électrochimiques pour les utiliser dans

- des véhicules sous-marins télécommandés
- des génératrices de bord pour les navires
- des systèmes anaérobies d'alimentation en électricité

#### Véhicules sous-marins télécommandés

Les véhicules sous-marins télécommandés et les engins sous-marins autonomes sont de

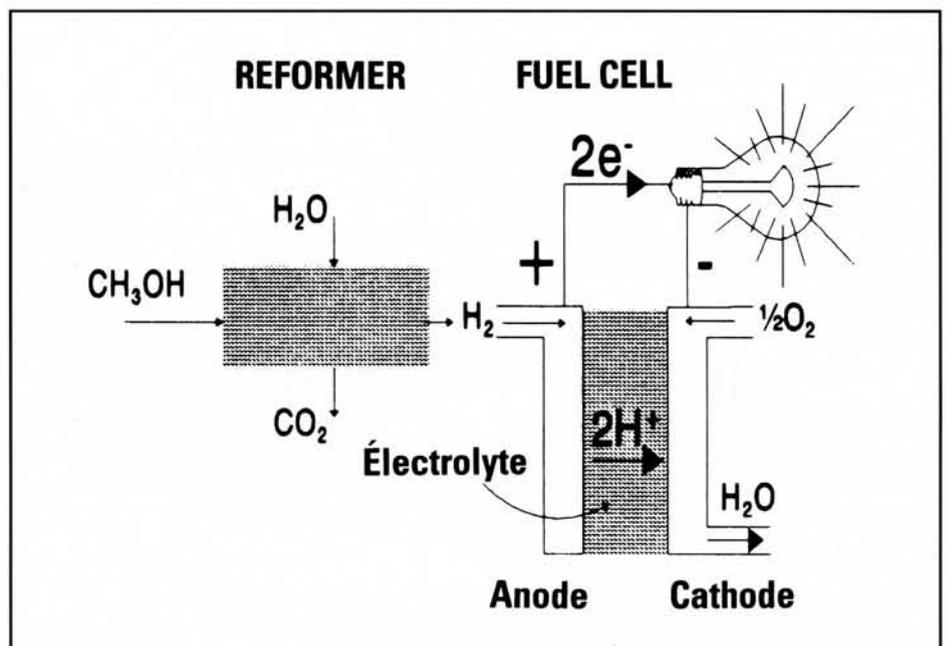


Fig. 2 Pile à combustible à membrane protonique de base.

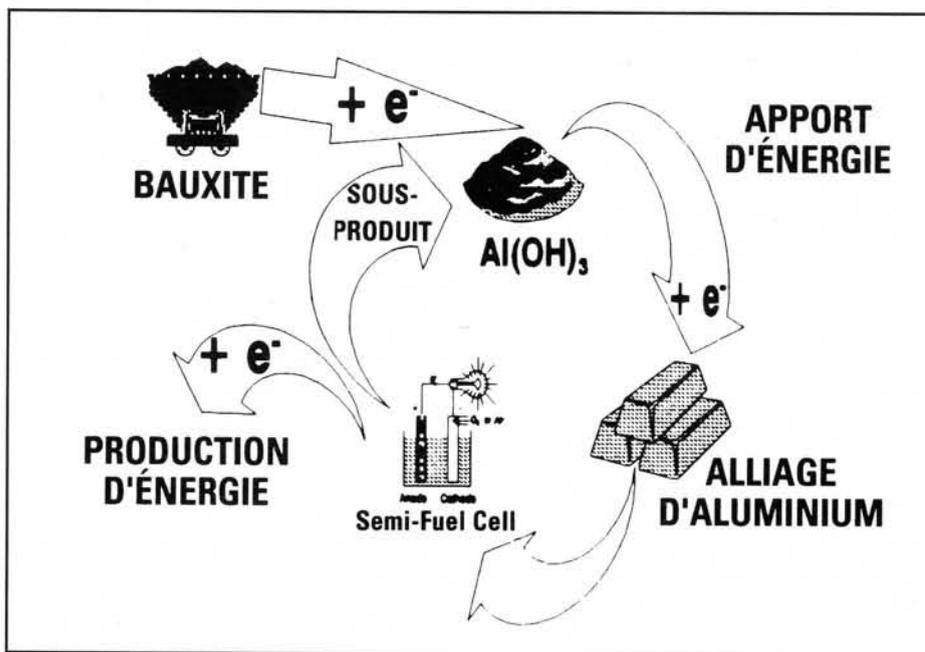


Fig. 3 Transformation de l'énergie dans une pile à semi-combustible.

plus en plus importants pour les forces navales. Les premiers sont en général rattachés au navire par une ligne de communication ou par un fil électrique, ou les deux (fig. 6) et ils sont équipés d'un système d'alimentation en électricité à bord. Les deuxièmes, plus polyvalents, sont libres et entièrement autonomes. Au fur et à mesure que les capacités techniques de ces engins augmentent, ils conviennent à des missions de plus en plus longues qui nécessitent une réserve d'énergie plus importante à bord.

La plupart des engins sous-marins autonomes fonctionnent au moyen d'accumulateurs plomb-acide ou nickel-cadmium, ce qui limite sérieusement leur autonomie en plongée. Des accumulateurs au rendement supérieur, comme les accumulateurs argent-zinc, commencent à apparaître, mais leur durée de vie est limitée, ils coûtent très cher et ils sont difficiles à recharger. Or, pour profiter pleinement des capacités accrues des engins sous-marins autonomes, il faut disposer d'une source d'électricité qui dure plus longtemps.

C'est pourquoi la marine a appuyé Alupower dans la mise au point d'un système d'alimentation destiné aux petits engins sous-marins. Alupower a mis au point un système de 2 kW, 54 kW-heure, pour l'engin sous-marin autonome télécommandé (SATC) de la marine qui utilise du peroxyde d'hydrogène décomposé comme source d'oxygène et un système de gestion de l'électrolyte « exempt de solides ». L'engin SATC, qui mesure 27 pouces de diamètre et 15 pieds de long, fonctionne avec des accumulateurs nickel-cadmium qui lui donnent une autonomie maximale de six heures. Le système Alupower a été mis à l'épreuve en mer avec succès en juin 1994 : son autonomie a été de 30 heures (donc 5 fois plus élevée). Alupower a également modifié le système actuel d'alimentation du SATC pour en faire un

système « à gestion par les solides ». Ce système a été mis à l'épreuve à l'échelle expérimentale en mars 1994. Il a fourni de l'électricité pendant 54 heures, soit une autonomie neuf fois plus élevée.

La figure 7 permet de comparer des sources d'alimentation typiques pour véhicules sous-marins télécommandés. Les densités indiquées représentent les masses et les volumes après installation pour les systèmes d'Alupower et les meilleures approximations dans les cas des autres sources d'alimentation. On s'aperçoit rapidement que les sources d'alimentation à base d'aluminium ont beaucoup à offrir aux chercheurs qui mettent au point des véhicules

sous-marins télécommandés. Les densités énergétiques gravimétriques sont six à dix fois plus élevées que dans le cas des systèmes plomb-acide et cinq à huit fois plus élevées que dans le cas des systèmes nickel-cadmium.

Des recherches sont actuellement en cours pour déterminer quelle est la meilleure façon pour la marine de poursuivre le développement de cette technique prometteuse. En supposant que cette technique reste au Canada<sup>(1)</sup>, on projette actuellement de perfectionner davantage le système d'alimentation « à gestion par les solides » destiné à l'engin SATC et d'effectuer une autre série d'essais en mer dans la mesure où les ressources le permettent.

#### Générateurs de bord pour les navires

Le deuxième domaine faisant l'objet de recherches par la marine est l'application des piles à combustible à membrane protonique aux générateurs de bord des navires. Nous approchons cette application sous deux angles : aspect technique et exigences.

En ce qui concerne l'aspect technique, Ballard étudie actuellement dans quelle mesure une génératrice de bord à pile à combustible serait préférable à une génératrice diesel sur un navire. Les efforts sont concentrés sur une génératrice de bord de 850 kW qui sera directement comparée à la génératrice diesel de 850 kW dont sont équipées nos frégates. Cette étude, qui devrait être terminée en mars 1995, portera entre autres sur l'utilisation de combustibles multiples, p. ex. de méthanol, lorsque le navire se trouve dans des eaux où les rejets sont sévèrement réglementés et de JP-5 ou de distillat marin dans des conditions moins strictes. On prévoit d'entreprendre après cette étude des projets de développement technique pour raffiner le système à membrane protonique, afin de pouvoir l'utiliser dans les générateurs de bord des navires.

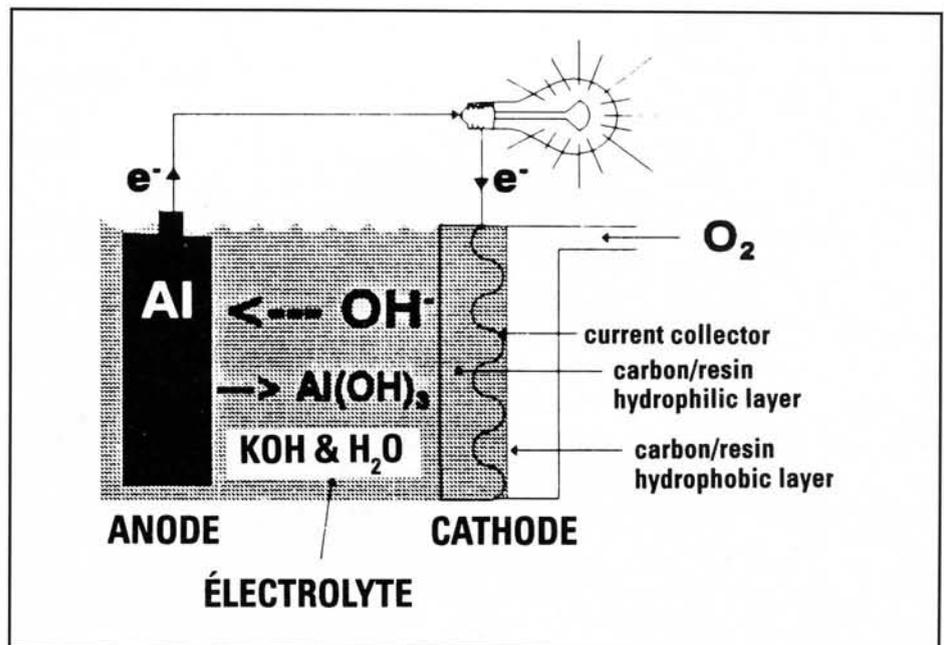


Fig. 4 Pile à semi-combustible Al/O<sub>2</sub> de base.

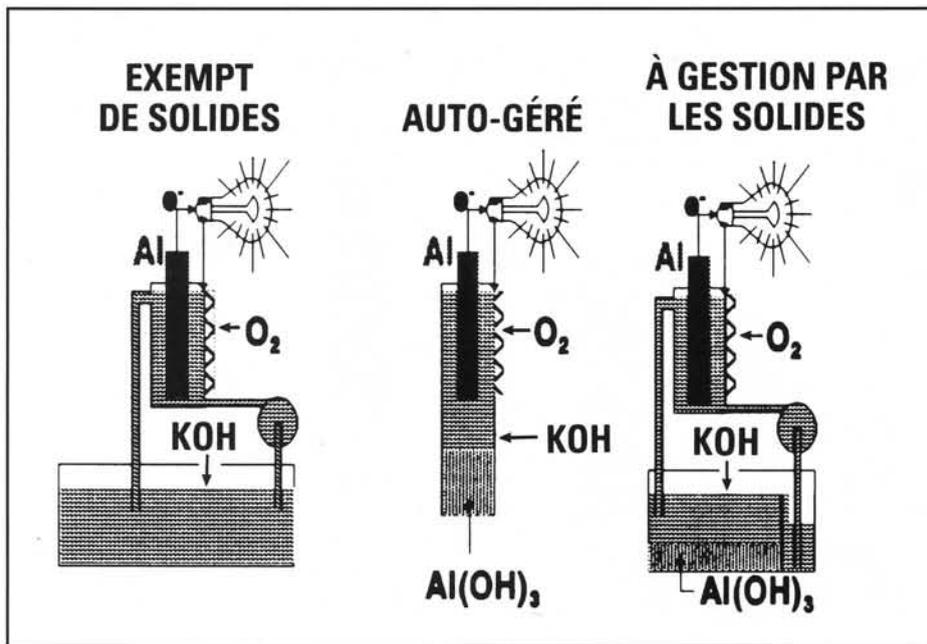


Fig. 5. Systèmes de gestion des électrolytes.

En ce qui concerne les exigences, le DMGE 6 commandera une étude le printemps prochain au sujet de l'élaboration d'un programme d'optimisation de la configuration des navires en ce qui a trait aux génératrices de bord des fréquences de patrouille. L'étude permettra d'évaluer quantitativement dans quelle mesure une génératrice de bord à pile à combustible diesel doit être supérieure pour justifier la dépense liée au remplacement d'une ou de plusieurs génératrices diesel et d'étudier l'impact qu'aura le remplacement d'une ou de plusieurs génératrices de bord. Cette étude nous permettra d'envisager divers scénarios pour déterminer la configuration optimale et les avantages économiques apparentés.

#### Systèmes anaérobies d'alimentation en électricité

Le ministère de la Défense nationale a entrepris de jouer un rôle proactif dans le développement de systèmes anaérobies d'alimentation en électricité en commandant à Alupower et à Ballard un rapport sur la possibilité d'appliquer leurs techniques à de telles sources. Les travaux, qui ont pris fin en mars 1992, ont montré que les deux techniques étaient applicables et qu'aucune des deux techniques n'était nettement supérieure à l'autre dans le cas d'un système anaérobie.

Au cours des deux années qui ont suivi, nous avons continué à financer la mise au point de ces techniques et nous avons préparé un important projet de R et D ayant pour objet un modèle exploratoire de développement d'un tel système d'alimentation ou XDM. Il s'agit de mettre au point deux systèmes anaérobies de 40 kW : un système à pile à combustible à membrane protonique dont le combustible sera du méthanol réformé et un système de pile à semi-combustible aluminium/oxygène. Malheureusement,

Alupower ayant été vendu à une entreprise des É.-U., elle est exclue du projet XDM. Un contrat de 3,7 millions de dollars pour le projet XDM a maintenant été passé avec la société Ballard Power Systems Inc. et la fin des travaux est prévue pour décembre 1996.

Parmi les nouvelles applications d'un système anaérobie équipé de piles à combustible à membrane protonique, citons le système d'alimentation régénérateur que la NASA met actuellement au point pour une base lunaire habitée. Le ministère de la Défense nationale fournit à ce système 20 kilowatts sous forme d'une batterie de piles Ballard dont le principe est illustré à la fig. 8. Pendant le jour lunaire qui dure deux semaines,

un générateur solaire alimentera la base lunaire et électrolysera l'eau emmagasinée en hydrogène et en oxygène, lesquels seront stockés en vue de leur utilisation. Pendant la nuit lunaire, les piles à combustible utiliseront l'hydrogène et l'oxygène stockés pour alimenter la base lunaire en électricité. Ce procédé donnera comme sous-produit de l'eau qui sera alors stockée pour être utilisée au cours du jour lunaire suivant et ainsi de suite. Les batteries Ballard sont prêtes à être livrées à la NASA et on s'attend à ce que ce système soit en opération au *Jet Propulsion Laboratory* à Pasadena au début 1995.

#### Projets apparentés

Plusieurs autres projets apparentés appuient nos travaux relatifs aux applications de la pile à combustible. Le Collège militaire royal du Canada a travaillé en étroite collaboration avec le DMGE pour nous faire mieux connaître ces techniques passionnantes. Un autre projet consiste à mettre au point un logiciel informatisé représentant un système hybride de propulsion sous-marine qui modélisera l'intégration d'un système anaérobie d'alimentation en électricité dans un système de propulsion sous-marine traditionnel. Nous voulons avoir une idée des interactions entre ces deux systèmes actifs d'alimentation électrique.

#### Conclusion

L'approche du ministère de la Défense nationale en ce qui concerne le développement de ces techniques prometteuses a manifestement été profitable. Les deux entreprises sont reconnues comme des chefs de file mondiaux dans leur domaine respectif et le ministère de la Défense nationale a maintenant plusieurs occasions de raffiner des techniques de pointe pour les mettre en oeuvre dans la flotte.

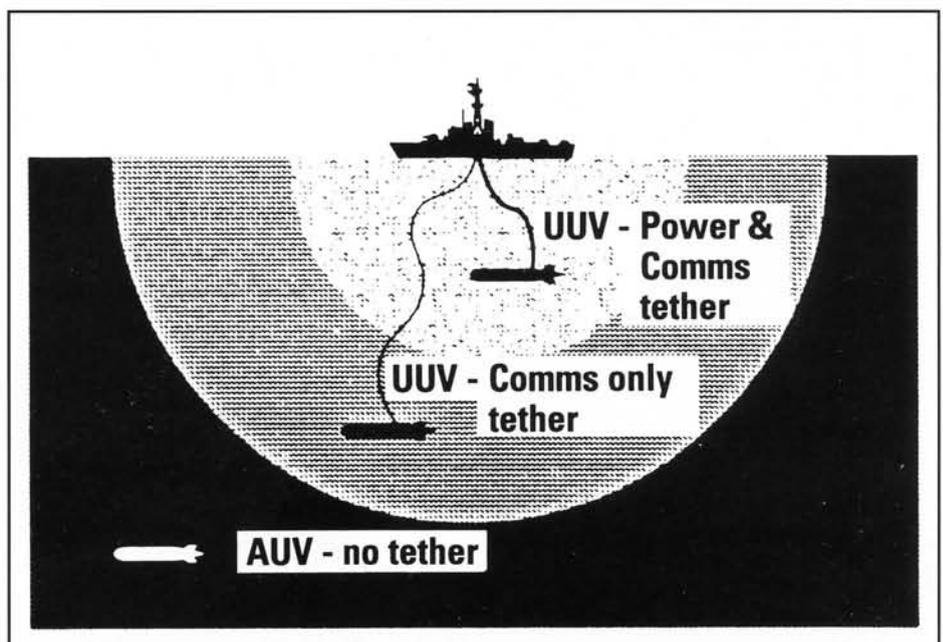


Fig. 6. Liens avec les véhicules sous-marins télécommandés ou avec les engins sous-marins autonomes.

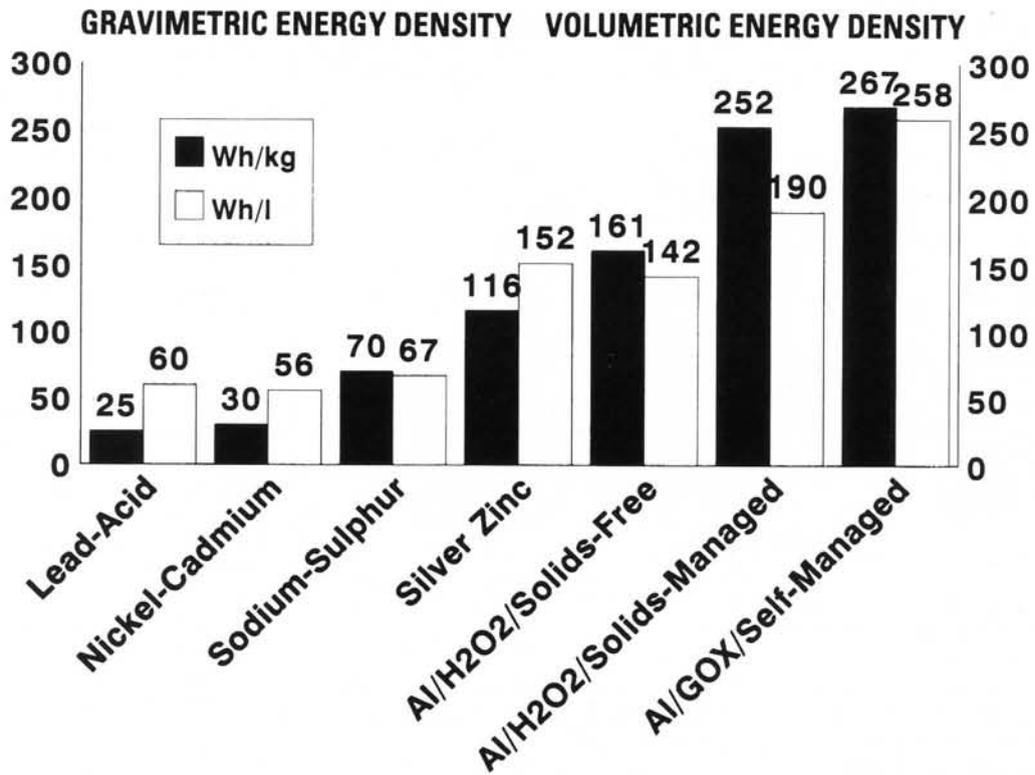


Fig. 7. Densités énergétiques des systèmes d'alimentation en électricité des véhicules sous-marins télécommandés.

Il s'agit maintenant d'entretenir l'élan de développement de ces techniques et de s'assurer qu'elles continuent à répondre aux exigences du ministère de la Défense nationale. Même si le secteur commercial peut maintenant assurer le perfectionnement de ces techniques, le ministère de la Défense nationale doit poursuivre sa participation afin de s'assurer que ses exigences sont prises en considération. 🇨🇦

**Note**

[1] Au moment de la préparation du présent article, Alcan International, la société mère, était sur le point de vendre Alupower au fabricant d'accumulateurs Yardney des É.-U. On ne sait pas encore si comment le ministère de la Défense nationale pourra poursuivre ses travaux de développement au Canada sur le système de pile à semi-combustible.



Le LCdr Adams est l'agent de projet du DMGE 6 pour ce qui est des systèmes anaérobies d'alimentation en électricité.

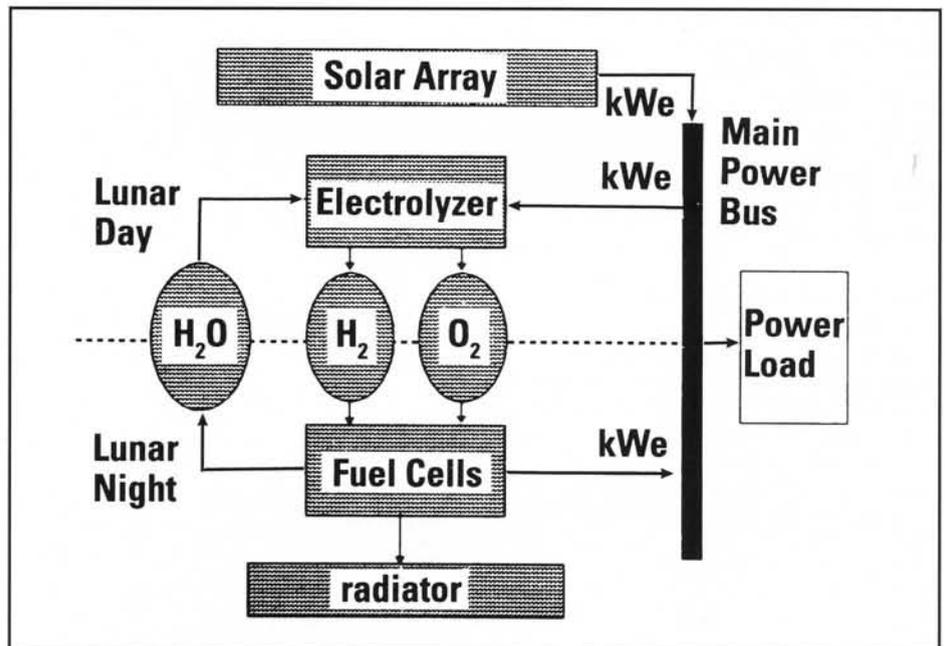


Fig. 8. Système d'alimentation électrique régénératif.

# Séminaire du G MAR de la côte est (1994)

Texte : le Lt(M) Brad Yeo

Les membres du G Mar de la côte est ont tenu leur séminaire annuel à l'hôtel Ramada Renaissance, à Dartmouth, les 20 et 21 avril. Le thème du séminaire, cette année, était «Leçons de l'expérience» ("Lessons Learned"). Chacun des exposés a jeté de la lumière sur un aspect important du génie maritime. Nous avons examiné ce qui s'est produit dans certains cas, ce qui est allé de travers et ce que pourrions faire pour que les problèmes survenus ne se reproduisent pas.

Dans son mot d'ouverture, le **cam L. Mason**, commandant des FMAR(A), a dit que la marine doit dorénavant examiner avec un oeil plus critique tout ce qu'elle fait. Dans le même ordre d'idées, le **cmdre D.G. Faulkner** (MARL N4) nous a conviés à examiner les responsabilités que nous avons envers les MR en tant que chefs, tant individuellement que collectivement. Le **cmdre R.L. Preston** (DGGMM), qui présentait le point de vue du QGDN, a parlé de l'examen introspectif auquel sa division a dû se livrer par suite de la compression de son effectif, de sa restructuration et de la réduction prévue des travaux de modification technique.

Le **capt(M) R. Buck** (cmdt du 5e Escadron de destroyers) a présenté le point de vue de l'opérateur. Selon lui, le G MAR doit devenir plus souple et apprendre à innover. Dans un exposé controversé, il a affirmé que les membres du G MAR devraient cesser de tenter d'éviter les risques. Il sera inacceptable, a-t-il dit, d'éviter de prendre des risques alors que nous disposerons de moins de ressources, que nos délais seront plus courts, que nous devrons travailler à un rythme accéléré et nous concentrer sur la capacité opérationnelle de base. À mesure que nous commencerons à accepter de courir certains risques dans la façon dont nous fonctionnons, nous devrons rendre le processus de changement plus souple afin de définir les besoins et y répondre plus rapidement.

Le **maj Marty Burke** (DMAS 5) du service de gestion du matériel a fait un exposé sur les coûts que permet d'éviter une gestion efficace de la transition dans le cas des projets d'immobilisations. Se reportant aux dossiers de certains grands projets, il a examiné certaines des difficultés survenues lorsqu'on a voulu transférer, de l'équipe de gestion de projet à l'organisation matricielle, les fonctions de gestion des systèmes.

## Expérience acquise lors de la construction des FCP

Le **capt(M) B. Blattmann** et le **cdr V. Archibald** expliquent comment le recours à des techniques et à des stratégies avancées

pour la construction des FCP a permis de récupérer les dépassements de coût initiaux et d'assurer ainsi le succès du projet. Ils ont examiné les leçons tirées en matière de conception et de passation de contrats et ont souligné les avantages des méthodes avancées de construction de navires, l'effet nuisible de la procédure de mise en garde dans le processus de conception et la nécessité d'adopter une stratégie réaliste pour ce qui est du premier navire.

Ils ont ensuite examiné les divers changements de méthodes et de conception — depuis les 26 unités de construction du NCSM *Halifax* jusqu'aux neuf mégamodules du NCSM *Charlottetown* — liés à la construction de la FCP. Ils ont également expliqué que la procédure de mise en garde nuit au travail d'équipe et qu'il n'y a pas assez de temps pour profiter des leçons tirées de la construction du premier navire si l'on procède trop rapidement à la construction des bâtiments suivants.

## L'Algonquin envahi par les eaux

Le **lcdr S. Lamirande** a fait un exposé vivant et plein d'humour, dans lequel il a décrit les événements entourant l'incident survenu le 15 novembre 1991 à bord du NCSM *Algonquin*, qui a été accidentellement envahi par les eaux pendant un essai d'inclinaison. Le **lcdr Lamirande**, alors l'ingénieur-mécanicien du navire, a ponctué son exposé d'observations personnelles et pleines d'esprit, faisant part des leçons tirées de l'incident sur les plans humain et technique.

Sur le plan humain, le **lcdr** a fait remarquer que personne n'avait reconnu le problème et qu'on ne savait pas au juste qui commandait pendant l'essai, que les tâches secondaires constituaient une distraction pendant les étapes de la préparation. Il a également souligné l'excellence de l'instruction au contrôle des dégâts et de l'entraînement par groupes ainsi que les risques personnels pris pour sauver le navire.

Sur le plan technique, on a constaté encore une fois que les pompes submersibles des bâtiments à vapeur et celles des navires de la classe Tribal ne sont pas interchangeables. (Ces derniers n'ont pas de refoulement à la mer pour les pompes submersibles sur les ponts 2 et 3.) En outre, sur le pont des postes de l'équipage, l'eau ne pouvait pas être évacuée par les canalisations centrales quand le bateau donnait de la bande. Il y aurait avantage à raccorder entre elles les pompes d'arrosage préventif des navires TRUMP, a dit le **lcdr Lamirande**.

## Nouvelles méthodes de révision des moteurs de sous-marin

Après une brève annonce publicitaire sur les nouveaux sous-marins de la classe Upholder du Royaume-Uni, le **lcdr P.J. Southern** de la Royal Navy a fait un exposé (préparé de concert avec le **lcdr W. Nesbitt**) sur les nouvelles méthodes de révision des moteurs de sous-marin. La partie de l'exposé la plus intéressante a été la description technique de la façon dont on a sectionné le NCSM *Ojibwa* pour enlever ses principaux moteurs et ses génératrices pour les réviser. Le **lcdr Southern** a montré la première partie d'une vidéo que produisait la section de photographie de la Base sur les travaux effectués ainsi qu'une vidéo sur des réparations similaires faites au Royaume-Uni. Il a examiné en détail les risques liés aux travaux de réparation et de remplacement des machines principales d'un sous-marin.

Il y a eu d'autres exposés, qui ont été bien accueillis, sur les sujets suivants : examen des activités des services de génie et de maintenance navals (**lcdr Findlay**, COMAR); ICEMaN et la gestion de la configuration (Lt Bedard et Lt Boulet, GMF, et Debby Burke, DSGM 6); Responsabilité : les PMT — une étude de cas (**lcdr Guyot**, UGN(A)); Apocalypse II : l'expérience de l'APRONUC (Lt Doma, DSCN, et Lt Mack, ENFC(H)); et l'incident du mélange respiratoire à bord du *Cormorant* (Steve Dauphinee, ENFC(H), et **lcdr Woodhouse** et **lcdr Muzzerall**, Bureau technique de la Flotte).

Pour terminer, le **cmdre Faulkner** a souligné la nécessité d'analyser d'un oeil critique la façon dont nous exerçons le commandement en cette époque de compressions. Il a également réfuté les observations du **cpt Buck** sur l'évitement des risques et a rappelé que le rôle du Groupe est de réduire les risques que courent nos confrères du MAR SS lorsqu'ils partent pour affronter le danger. 🚩



Le Lt Yeo est l'officier responsable des logiciels des systèmes de commande des machines de la Division de la mécanique navale de l'ENFC(A).

## Un triturateur de déchet solide pour la marine

Texte par Mario Gingras

Un triturateur à déchets solides renforcé a été acheté pour une Évaluation opérationnelle par Le Projet de Protection de l'Environnement Maritime (PPEM). Le triturateur sera installé sur le NSCM *Preserver* durant une période de travail, vraisemblablement cet automne, afin de tester le système dans l'environnement opérationnel d'un navire et d'établir un barème pour les installations permanentes futures. Un compartiment spécial sera érigé du côté tribord-arrière de l'aire de dispersion situé sur le pont 01 de *Preserver*. Le PPEM achètera éventuellement de l'équipement à déchets solide pour la flotte.

Le triturateur, conçu et développé par la marine des États-Unis, transforme les déchets solides organiques (nourriture, papier et carton) en suspension épaisse propre à la décharge par-dessus bord conformément aux réglementations internationales. Le triturateur est une version "marinisé" d'une unité commerciale et fonctionne comme un broyeur d'évier géant. L'opérateur jette des déchets sur la table d'alimentation et les pousse manuellement dans la chambre de trituration où ils sont mélangé à l'eau de mer et sont traîné vers le fond pour être pulvérisés par l'action rotative de couteaux fixé à une turbine. La suspension à l'apparence de gruau est évacué à travers une bague perforée entourant les couteaux par l'effet de succion créé par une pompe aspirante.

L'unité a été conçue pour résister aux dommages pouvant être causé par la présence de métal, de verre, ou autres matériaux non-triturables. Les débris de métal ou de verre sont rejetés et accumulés dans une "boîte à rebut" qui doit être vidée manuellement. Les plastiques mis accidentellement dans la machine seront partiellement déchiquetés et retenus à un certain niveau à l'intérieur de la chambre de trituration pour être enlevé manuellement. Durant des essais, une poubelle de bureau en métal passa dans le triturateur, sans même érafler les couteaux de déchiquetage de ce dernier. (La poubelle n'a pas été aussi chanceuse.) L'unité incorpore aussi plusieurs caractéristiques de sécurité, qui préviendront les marins de se triturer eux-même.

Le triturateur est une amélioration sur les broyeurs présentement en service, en plus de permettre de traiter le papier et le carton. La grande table d'alimentation et l'ouverture du réservoir permettent de se débarrasser de déchet volumineux avec le minimum de pré-traitement. L'unité est capable de triturer 450 kg/hr de déchets alimentaire et 225 kg/hr de papier et de carton, ce qui permettra de traiter en un peu plus d'une heure les rejets de déchet quotidien du navire. Une machine plus petite est aussi à l'étude.

La trituration des déchets améliorera la flexibilité opérationnelle, et minimisera les risques de santé et de sécurité des équipages en permettant de déverser légalement par-dessus bord la plupart des déchets organiques, et ce même en eaux restreintes. Le triturateur représente un pas vers l'élimination des rejets de déchets non-traités dans toute étendue d'eau. 🗑️

*Mario Gingras est l'ingénieur de projet au DMGE 5 pour le triturateur de la marine.*



Un prototype de pré-production d'un triturateur est testé au Laboratoire de recherche de la marine des É.-U. à Annapolis, Maryland.

PHOTO GRACIEUSEMENT DE LA MARINE DES É.-U.

## Le premier astronaute canadien (et le G Mar) dans l'espace

Texte par : Brian McCullough

C'était le 5 octobre 1984 : le véhicule était la navette spatiale *Challenger* de la NASA (mission 41-G) et l'astronaute, bien entendu, le cdr Marc Garneau.

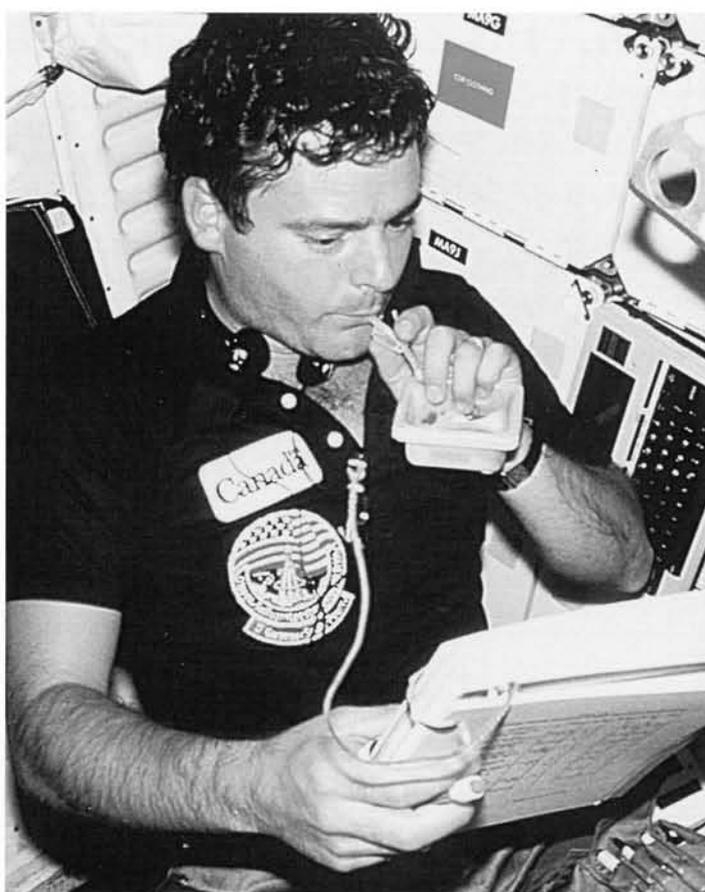
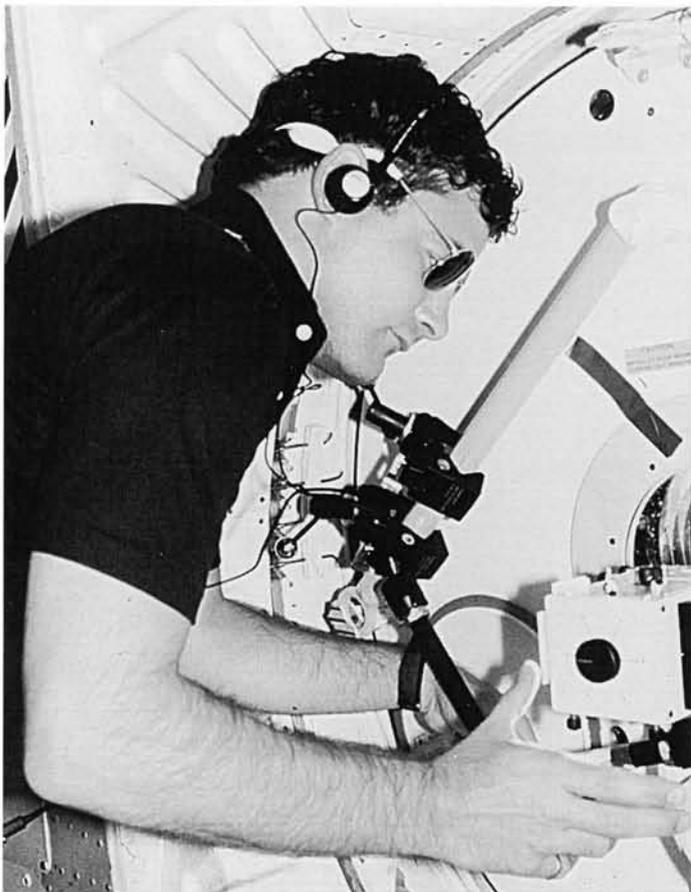
Il y a dix ans ce mois-ci que Marc Garneau, ingénieur des systèmes de combat de la marine à l'époque, a fait la manchette en devenant le premier Canadien à être lancé en orbite circumterrestre. Il était spécialiste de charge utile à bord de la navette *Challenger*, laquelle a fait la manchette à son tour un an et demi plus tard, lorsqu'elle a explosé le 28 janvier 1986, tuant les sept membres d'équipage à son bord.

«Je n'arrive pas à croire que dix années se sont écoulées», mentionnait Marc Garneau, âgé de 45 ans, lors d'une entrevue téléphonique donnée à partir de Houston, une semaine avant l'anniversaire de son vol spatial. «Évidemment, j'ai vieilli de dix ans», glousse-t-il, «mais ils (l'Agence spatiale canadienne) vont souligner l'événement, et j'en suis ravi», confiait-il au sujet des tournées de relations publiques qu'on lui fera faire à Montréal, à Ottawa et à Toronto au début d'octobre. Il dit qu'il aime bien vivre à Houston, même si les changements de saison lui manquent. «Pour ce qui est du climat, je reste un Canadien dans l'âme», ajoute-t-il.

Marc Garneau a continué de participer au Programme des astronautes canadiens après son expédition spatiale. Il s'est retiré de la marine au grade de capitaine en 1989 (voir le numéro de janvier 1989 de la RGM, page 30). En août 1993, en campagne de son collègue Chris Hadfield, il est devenu le premier Canadien à se qualifier comme spécialiste de mission, dont la principale responsabilité serait le fonctionnement en vol et le réparation des systèmes orbitaux, y compris le Canadarm. Marc Garneau a maintenant reçu la formation relative au bras spatial canadien, aux opérations de rendez-vous et aux activités extravéhiculaires (promenade dans l'espace).

«Par quelque bizarrerie de circonstances, j'ai réussi à terminer toute la formation facultative», précise Marc Garneau. «Ils (la NASA) ont comme principe que tout le monde doit être entraîné à tout faire.» L'ancien membre du G Mar a l'honneur d'être la personne la plus âgée, dans toute l'histoire du programme, à entreprendre





l'entraînement de spécialiste de mission. «À mon avis, le fait que nos gens soient entraînés (à des niveaux professionnels) contribue à accroître la crédibilité du Canada.»

Avec une qualification de spécialiste de mission à son actif, Marc Garneau devrait recevoir une mission de vol d'ici trois ou quatre ans. «Je crois qu'il y a de fortes chances, confirme-t-il, que je sois affecté à une mission. C'est plus facile, poursuit-il, lorsqu'on a déjà été en mission.» Quant à Chris Hadfield, il devrait faire partie de la mission STS-74 l'année prochaine.

Marc Garneau travaille présentement à certaines questions techniques pour l'*Astronaut Office Station-Exploration Branch*. En tant que membre de l'équipe d'information robotique, il apporte sa contribution technique à un bras télémanipulateur

de station spatiale et se dit très fier du rôle joué par le Canada dans ce domaine. «Il est très important d'assurer une présence canadienne ici», indique-t-il.

Marc Garneau est le premier non-Américain à assumer les fonctions de Capcom (préposé au système de communication de capsule), le seul lien vocal entre les astronautes d'une navette en orbite et les scientifiques et les contrôleurs de mission au sol. «J'ai été désigné Capcom pour toutes les missions jusqu'à l'été prochain», explique-t-il. Il sera Capcom en chef pour la mission STS-66.

L'enthousiasme de Marc Garneau à l'égard de son travail au sein du programme spatial d'engin habité est contagieux. «C'est un travail formidable, dit-il, et c'est très excitant pour un ingénieur. Un endroit extraordinaire où travailler. C'est passionnant.»

Et la meilleure chose dans tout ça?  
«La chance de côtoyer des personnes fort intéressantes.» 🚀



## RÉCOMPENSES DU G MAR POUR 1993

*Candidatures soumises par le lcdr Jim Dziarski, EFFC/EGM Halifax  
Photos de la BFC Halifax par le cpl C.H. Roy*

### *Prix de la CAE*

Félicitations aux gagnants des prix de la CAE, le **lt(M) Bruce Trayhurn** (à droite) et le **lt(M) Eric VanGemerén**. Ces deux officiers ont reçu une plaque ainsi que deux ouvrages de référence sur le Génie maritime, gracieuseté de la CAE Ltée, pour avoir obtenu, en 1993, les meilleures notes durant la phase à terre de leurs cours respectifs sur les applications G Mar 44B.



### *Prix Westinghouse*



Le **slt J.P. Laroche** et le **slt Eric Tremblay** reçoivent le prix Westinghouse du représentant de la compagnie, Robert Dufault, en reconnaissance de leur excellence professionnelle durant la phase VI (à terre) de leur formation GSC en 1993. On leur a également remis une plaque et des jumelles. Félicitations à ces deux officiers.



## *Prix Paramax*

Le **It(M) Norbert Duckworth** reçoit le prix Paramax des mains du capt(M) (ret) Bruce Baxter, des Systèmes électroniques Paramax. Ce prix est décerné au candidat du GSC qui a obtenu la qualification G Mar 44C au cours de l'année précédente. Bravo Zulu au It(M) Duckworth (on lui remet une plaque et une épée de la marine) ainsi qu'aux autres finissants.



## *Prix Peacock*

Diplômé du PFTM, le **It(M) Ken Squire** remporte le prix Peacock 1993, présenté par le président et directeur général de Peacock Inc., Brian Emo, pour l'excellence de ses résultats durant le cours G Mar 44B. Une plaque et une épée de la marine sont décernées au finissant du cours G Mar 44B qui a donné le meilleur rendement global, au cours d'une année civile, pendant la formation menant au GPM. Bravo Zulu, Ken.

## Faites-vous assez attention aux fuites à la masse?

Les BPR devraient bien définir soigneusement les exigences relatives aux interfaces électriques dans les spécifications d'achat et d'installation des nouveaux appareils ou systèmes ou pour les modifications d'appareils ou de systèmes déjà en place. Il a fallu modifier les commandes des moteurs de croisière des navires TRUMP pour corriger une fuite à la masse et pour isoler les signaux numériques des signaux analogiques. On a installé à bord de ces bâtiments un bon nombre de boîtes à relais autonomes pour obtenir la bonne interface entre l'équipement des usagers comme l'unité de commande électronique Allison 570 et le système intégré de commande des machines.

Contrairement aux réseaux publics d'électricité, ou à certains réseaux de navires de commerce, les réseaux des bâtiments de la Marine sont conçus pour ne pas être mis à la masse (isolés de la coque) afin d'accroître leur fiabilité (voir les spécifications générales d'électricité D-03-003-005/SF-000). Tout appareil qui présente une fuite à la masse durant une opération normale affaiblit la fiabilité du circuit auquel il est relié. Les problèmes dans le passé ont été en grande partie limités aux commandes de moteurs diesel ou de turbines à gaz, ce qui peut être attribuable, sans que cela soit une norme du constructeur, à la pratique en usage dans l'industrie consistant à utiliser les moteurs comme circuits de retour.

Les signaux numériques et analogiques envoyés à un système externe doivent aussi

être électriquement isolés les uns des autres et des circuits électriques. Cet isolement permet aux signaux d'être reliés au système externe de commande et de surveillance sans qu'il y ait un risque de formation de boucles de masse (couplage des signaux) ou de mettre à la masse la source d'alimentation électrique du navire. Les boucles de masse attribuables à une différence de potentiel de la masse, ou à un couplage accidentel, peuvent entraîner un mauvais fonctionnement non seulement de l'appareil en cause, mais également d'autres appareils ou systèmes. Les problèmes de ce genre sont difficiles à déceler, surtout s'ils ne sont pas fréquents et s'ils se produisent sur un réseau reliant une grande quantité d'appareils dispersés dans tout le navire. **W.A. Reinhardt et G. Swamy, DMGE 6.** 🇨

## Primes pour longs états de service



Les récipiendaires de la prime pour longs états de service, **Maureen Collins** (44 ans de service) et le **cdr (ret) Bob McNeilly** (39 ans), travaillaient ensemble pour le D Gén M 5 avant de prendre leur retraite, plus tôt cette année. Le cmdre Robert L. Preston, DGGMM, a fait les présentations le 11 mai dernier. Félicitations à ces deux employés pour leurs nombreuses années de dévouement au service des civils et des militaires.

## IMDEX 95, du 28 au 31 mars 1995

L'exposition-conférence internationale de défense maritime, parrainée tous les deux ans par la Defence Research Agency du Royaume-Uni, se tiendra du 28 au 31 mars 1995 au Greenwich National Maritime Museum. Le thème de la conférence sera la création d'une force opérationnelle navale.

Sept pays se sont déjà engagés à envoyer des navires à Londres pour IMDEX 95, et ils seront sans doute suivis de plusieurs autres. Aucun navire canadien n'est prévu participer.

D'après le capt(M) Edward E. Davie, conseiller naval auprès du haut-commissaire canadien à Londres, l'exposition-conférence offre une excellente occasion de faire connaître l'équipement, la technologie et les idées du Canada, tout en explorant les possibilités d'entreprises conjointes. Lors de IMDEX 93, tenue à Brighton, l'industrie de défense canadienne avait déployé, en collaboration avec l'état-major de la marine et la section commerciale du Haut-commissariat, un contingent qui était le deuxième en importance. 🇨

## Bravo Zulu

La collectivité du Génie maritime félicite le capt(M) **Gerry Humby** pour sa récente promotion. Le capt(M) Humby a pris le commandement de l'Unité de radoub (Atlantique) au mois de juin. 🇨

# APRONUC — Mission au Cambodge

*À paraître dans notre prochain numéro*



# Revue du Génie maritime – Sondage auprès des lecteurs

Vous pouvez nous aider à faire de la *Revue* une meilleure publication en prenant le temps de répondre aux questions suivantes.

1. Quels sont votre grade et votre GPM, ou quelle est votre occupation civile?

---

2. Où travaillez-vous?

- a. au Canada  
à l'étranger (veuillez préciser)
- b. navire/chantier maritime  
base/quartier général  
centre de formation  
université/collège militaire  
industrie marine  
autre(s) (veuillez préciser)

3. Quelles parties de la *Revue* avez-vous l'habitude de lire?

- a. De la première page à la dernière
- b. Notes de la rédaction/Lettres  
Chronique du commodore  
Tribune libre  
Un article  
Au moins deux articles  
Coin de l'environnement  
Rétrospective  
Bulletin d'information

4. Quelles sections aimez-vous le plus?

---

5. Quelles sections aimez-vous le moins?

---

6. Dans l'ensemble, les articles sont :

- trop techniques
- trop généraux
- bien dosés

7. Les articles **non techniques** et les articles d'intérêt général sont habituellement :

- trop détaillés
- superficiels
- bien dosés

8. Selon vous, y a-t-il une bonne variété d'articles dans chaque numéro?

- Oui      Non

9. Quels sujets voudriez-vous voir traités dans la *Revue*?

---

10. Préférez-vous que la *Revue* soit livrée aux unités? aux abonnés?

---

11. Quels publics la *Revue* doit-elle viser?

- Officiers du G Mar/Cadets
- G Mar/Premiers maîtres et maîtres
- G Mar/Matelots-chefs et grades inférieurs
- Anciens membres du Corps du Génie maritime
- GPM en dehors du Génie (veuillez préciser)
- Organismes militaires/gouvernementaux
- Organismes maritimes commerciaux

12. Conservez-vous des numéros antérieurs à titre documentaire?

- Oui      Non

13. Combien de personnes lisent votre exemplaire de la *Revue*?

---

14. À quel point la *Revue* vous est-elle utile?

- Très utile
- Assez utile
- Peu utile
- Aucune utilité

15. Quelle est votre impression générale de la *Revue*?

- Très favorable
- Favorable
- Neutre
- Défavorable
- Très défavorable

16. Dans l'ensemble, croyez-vous que le magazine atteint ses objectifs?

- Oui      Non (Pourquoi?)
- 

17. Quels devraient être les objectifs de la *Revue*?

- a. Tels qu'énoncés
- b. Autre(s) (veuillez préciser)

18. Lisez-vous la *Revue* en français ou en anglais?

---

19. Comment évaluez-vous la qualité de la traduction française?

- Ne saurais dire
- Très bonne
- Bonne
- Médiocre
- Mauvaise

20. Combien de fois voudriez-vous recevoir la *Revue*?

---

21. Êtes-vous en mesure de proposer une meilleure présentation pour la *Revue*?

---

22. Accepteriez-vous de payer des frais d'abonnement pour recevoir la *Revue*?

- Oui      Non

23. Comment pourrions-nous faire de la *Revue* une meilleure publication pour vous?

---

Merci de votre collaboration. Veuillez poster ou télécopier sans tarder votre questionnaire dûment rempli à l'adresse suivante :

Le rédacteur en chef

*Revue du Génie maritime*  
DMGE, Quartier général de la Défense nationale  
101, promenade du Colonel By  
Ottawa (Ontario) K1A 0K2

Télécopieur : (819) 994-9929

Veuillez reproduire ce questionnaire sur place.