



National
Défense

Défense
nationale

MARITIME ENGINEERING Journal du GÉNIE MARITIME

5th anniversary
5ème anniversaire



Canada

September 1987 Septembre



**Naval Engineering
Accomplishments
in Canada**

**Les réalisations
du Génie naval
au Canada**

... page 12

MARITIME ENGINEERING Journal du GÉNIE MARITIME



Director-General
Maritime Engineering and
Maintenance
Commodore D.R. Boyle

Editor
Capt(N) E.G.A. Bowkett

Technical Editors
*LCdr Richard B. Houseman (Naval
Architecture)*
LCdr P.J. Lenk (Combat Systems)
LCdr W.G. Miles (Combat Systems)
LCdr M. Bouchard (Marine Systems)
LCdr Roger Cyr

Production Editor
LCdr(R) B. McCullough

Graphic Designer
Ivor Pontiroli DDDS 7-2

OUR COVER

A mock-up of the CPF Ops Room at Paramax Electronics' Combat System Test and Support Facility in Montreal. (Paramax photo)

PHOTO COUVERTURE

Un modèle de la Salle des opérations de la FCP au Centre de vérification des systèmes de combat à Paramax, Montréal. (Photo Paramax)

SEPTEMBER 1987 SEPTEMBRE

DEPARTMENTS/DÉPARTEMENTS

Editor's Notes/Notes de la Rédaction	2
Letters/Lettres	3
Commodore's Corner/Chronique du commodore	4

FEATURES/ARTICLES

The CPF Combat System Development Process <i>by LCdr D. Flemming</i>	7
Naval Engineering Accomplishments in Canada <i>An Address by Cmdre D.R. Boyle</i>	12
The Evolution of Octave-Band Vibration Severity Zones for Marine Equipment <i>by G.D. Xistris</i>	21
Fleet Software Support <i>by R.C. Johnston</i>	30
The MARE Council <i>by LCdr G. Mueller and LCdr(R) Brian McCullough</i>	32
Readership Survey Results	36
NEWS BRIEFS/BULLETIN D'INFORMATION	38

MARITIME ENGINEERING JOURNAL
ISSN 0713-0058

The Maritime Engineering Journal (ISSN 0713-0058) is an authorized unofficial periodical of the maritime engineers of the Canadian Forces, and is published three times a year by the Director-General Maritime Engineering and Maintenance. Views expressed are those of the writers and do not necessarily reflect official opinion or policy. Correspondence can be addressed to the Editor, Maritime Engineering Journal, DMEE, National Defence Headquarters, Ottawa, Ont., K1A 0K2. The Editor reserves the right to reject or edit any editorial material. Journal articles may be reprinted with proper credit.

JOURNAL DU GÉNIE MARITIME
ISSN 0713-0058

Le Journal du Génie maritime (ISSN 0713-0058) est une publication autorisée et non-officielle des ingénieurs maritimes des Forces canadiennes. Elle est publiée trois fois l'an par le Directeur général du Génie maritime et de la maintenance. Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles. Le courrier doit être adressé au Rédacteur en chef du Journal du Génie maritime, DMGE, Quartier général de la Défense nationale, Ottawa, Ont., K1A 0K2. Le Rédacteur en chef se réserve le droit de rejeter ou d'éditer tout matériel soumis. Les articles de ce journal peuvent être reproduits tout en tenant compte des mérites de l'auteur.

Editor's Notes



Note de la rédaction

It hardly seems possible, but with this issue we mark the *Journal's* 5th anniversary of publication. Five years might not seem like such a long time, yet it is a significant milestone because it signals that the *Maritime Engineering Journal* is beginning to establish itself as a credible and permanent entity in the marine engineering community.

When we redesigned the *Journal* two years ago we were confident that it would continue to be a going (and growing) concern. By then the magazine had been around for three years and the response from readers and contributors had clearly established the desirability of having a professional branch journal. We still had to beat the bushes for articles on occasion, but with only six issues behind us we realized the magazine was not yet fully established in the community. This was one of the major reasons why, starting in 1985, we began publishing three times a year instead of two. Our decision to reformat the *Journal* was based, in part, in response to a new consciousness of the MARE world that was emerging from the 1983 MARE Study and the reconfigurations which followed. We knew that the *Journal* would have to be as sound as possible if it were to make an effective contribution to the well-being of the classification.

The benefits of maintaining a professional journal should not be dismissed lightly. In today's information-based society the professional journal presents an excellent opportunity for the advancement of concepts and the exchange of ideas. Also, by reflecting the goals, ideals and traditions of the profession, it serves to strengthen the ties that hold the members to their profession and to each other. Professionalism, knowledge and community — surely these are the objectives behind any professional journal. How well they are met, of course, depends entirely on the enthusiasm and singleness of purpose of the professional membership.

The academician's maxim of "Publish or Perish" is certainly too strong an aphorism for our purpose, but there is still a lot to be said for the sense of personal achievement and recognition that can be gained by writing for your colleagues. Especially now with the White Paper initiatives for a "Three-Ocean Navy" there is renewed incentive for a commitment to professionalism. And what better way is there to reflect the spirit of this commitment than by carrying the ideas, the issues and the debate to the pages of our own, professional, *Maritime Engineering Journal*.

After three years as editor of the *Journal*, I am leaving DMEE to become the director of the newly formed Directorate of Submarine Engineering in DGMEM. In parting, though, I would like to express my appreciation to the more than 40 authors who contributed articles during my editorship, and to those who went before them. It is because of their superb efforts that, today, five years after its launching, the *Journal* is thriving and is well on its way to becoming recognized as Canada's authoritative journal of naval engineering.

On a peine à y croire, mais la parution du présent numéro coïncide avec le cinquième anniversaire de la publication du *Journal*. Bien que cinq ans puissent sembler une assez courte période, cet anniversaire n'en constitue pas moins un jalon important, car il indique que le *Journal du Génie maritime* commence à se tailler une place comme organe sérieux et permanent dans le domaine du génie maritime.

Il y a deux ans, au moment où nous avons restructuré le *Journal*, nous étions persuadés qu'il continuerait d'être une entreprise dynamique et en pleine croissance. La revue existait alors depuis trois ans et la réaction des lecteurs et des collaborateurs indiquait clairement qu'on souhaitait la publication d'une revue professionnelle. Nous devions encore à l'occasion faire des pieds et des mains pour trouver des articles et n'ayant alors publié que six numéros, nous nous sommes rendu compte que notre revue n'était pas très bien implantée dans le milieu. C'est là un des principaux motifs qui nous ont amenés en 1985 à faire passer le nombre de parutions de deux à trois numéros par année. Notre décision de restructurer le *Journal* faisait en partie écho à une nouvelle prise de conscience parmi les ingénieurs maritimes, engendrée par l'étude menée dans ce domaine en 1983, ainsi qu'aux remaniements qui ont suivi. Nous savions que le *Journal* devait prendre appui sur des bases aussi solides que possible pour contribuer de façon efficace à l'évolution de cette classification.

Les avantages que procure la publication d'une revue professionnelle comme celle-ci ne doivent pas être pris à la légère. La société dans laquelle nous vivons est axée sur l'information, et une revue professionnelle représente un excellent moyen de favoriser l'évolution et l'échange des idées. De plus, en reflétant les objectifs, les idéaux et les traditions propres à la profession, elle resserre les liens qui unissent chacun à sa profession et à ses collègues. La promotion du professionnalisme, la transmission de connaissances et le rapprochement des membres constituent certes les objectifs visés par toute revue professionnelle. Il apparaît évident que la mesure dans laquelle on réalise ces objectifs repose entièrement sur l'enthousiasme et sur la cohésion du groupe de professionnels visés.

La maxime "Publier ou périr" constitue certes un aphorisme trop fort dans le cas qui nous occupe, mais on n'insistera jamais assez sur la satisfaction personnelle et la notoriété que retire le professionnel qui rédige un texte à l'intention de ses collègues. Et cela est d'autant plus vrai que les mesures préconisées dans le Livre blanc quant à l'établissement d'une "Marine pour les trois océans" favorisent davantage l'émergence du professionnalisme dans le domaine du génie maritime. Or, la communication des idées, des questions et des débats dans les pages de notre propre revue professionnelle, le *Journal du Génie maritime*, ne constitue-t-elle pas la meilleure façon de refléter cet esprit?

On this note I wish the *Journal* much success in continuing to meet the needs of the maritime engineering community.

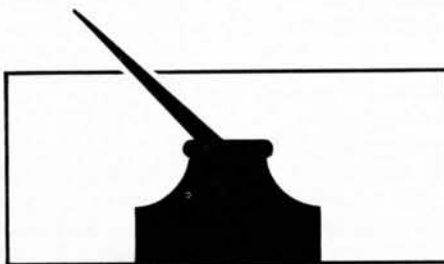


We would like to thank Captain Bowkett for his clear-sighted editorial direction and guidance the past three years, and extend to him our best wishes for great success in his new directorate. (The editorial staff)

Après avoir occupé pendant trois ans le poste de rédacteur en chef du *Journal*, je quitte la DMGM pour devenir Directeur du génie des sous-marins, direction nouvellement formée au sein de la DGGMM. Plus de quarante collaborateurs ont fourni des articles pendant l'exercice de mon mandat à titre de rédacteur en chef et je désire à l'occasion de mon départ leur exprimer, ainsi qu'à tous ceux qui les ont précédés, ma profonde reconnaissance. Grâce à leurs efforts louables, le *Journal* est maintenant florissant et, cinq ans après son lancement, en voie d'être reconnu comme la revue qui fait autorité en matière de génie maritime au Canada. En terminant, je souhaite que le *Journal* continue de répondre de façon appropriée aux besoins des ingénieurs maritimes.

Nous remercions sincèrement le Capitaine Bowkett pour la direction qu'il a apporté à l'équipe de rédaction, et nous lui souhaitons un grand succès dans son nouveau poste. (l'équipe de rédaction)

Letters to the Editor



Lettres au rédacteur

Dear Editor,

Enclosed is a completed survey that was contained in the January 87 issue of the *Maritime Engineering Journal*. Overall I find the *Journal* to be a useful means of promoting professionalism in the MARE community.

In response to question 10 in the survey I indicated that a column on MARE Posting/Positions would be considered beneficial. The purpose of the column would be to ensure that the MARE community is made fully aware of all postings/positions available to them. I consider this to be particularly important as many positions are not known to MAREs for many different reasons varying from MADVACS, newly created positions and some well kept secrets. Each issue of the *Journal* could feature two or three MARE positions and describe the scope of the positions and the desirable requisites for each position. This would allow MAREs to better plan their careers and would also help motivate young new MAREs.

This idea is not totally my own but was derived from a conversation between myself and LCdr David Ireland (soon to be MARE LCdr and below Career Manager). The idea of using the *Journal* as a vehicle for this type of information came to mind while completing the survey. I hope that you decide to implement this column and I look forward to future issues of the *Journal*.

J.M. Allison
Lieutenant
CSEO

Monsieur le Rédacteur en chef,

Vous trouverez ci-joint ma contribution au sondage publié dans le numéro de janvier 1987 du *Journal du génie maritime*. Dans l'ensemble, je suis d'avis que cette revue constitue un très bon moyen de promouvoir le professionnalisme dans le domaine du génie maritime.

En réponse à la question n° 10 de l'enquête, j'ai indiqué qu'il m'apparaîtrait utile de consacrer une chronique aux mutations ou aux emplois offerts dans notre classification. Cette chronique viserait à assurer que les professionnels du domaine soient mis au courant de tous les emplois auxquels ils ont accès. Selon moi, il s'agit d'un sujet particulièrement important, car de nombreux postes ne sont pas portés à l'attention des ingénieurs maritimes, que ce soit en raison de la MADVACS, de postes nouvellement créés ou de certains secrets bien gardés. Chaque numéro du *Journal* pourrait faire connaître deux ou trois postes en génie maritime, en définir la portée et préciser les exigences s'y rapportant. Ainsi, on permettrait aux ingénieurs maritimes de mieux planifier leur carrière et on favoriserait la motivation des débutants.

Le mérite de cette idée ne me revient pas entièrement, mais elle découle d'une conversation que j'ai eue avec le lieutenant-commander David Ireland, lequel sera bientôt nommé Directeur de carrière des ingénieurs maritimes du grade de lieutenant-commander ou d'un garde inférieur. L'idée d'utiliser le *Journal* comme véhicule pour ce type d'information m'est venue à l'esprit au moment où je répondais aux questions du sondage. J'espère que vous déciderez de donner suite à ma suggestion et j'attends avec impatience de lire les prochains numéros du *Journal*.

Lieutenant J.M. Allison
O GSC

Commodore's Corner



Chronique du Commodore

by Commodore E.R. Murray, OMM, CD

The subject of employment of MAREs in positions which are neither hard navy nor hard engineering is a common topic but one which has rarely been discussed in this journal. I am in a "green job" now and, as the next commandant of the Royal Military College, will be occupying yet another. This has prompted me to share my observations on "green" employment with you.

Although I have spent most of my naval career "on the waterfront", with 10 years of it at sea, I have twice before now had employment in non-naval/non-engineering areas, first as a defence scientist with the Defence Research Board, and then as evaluator of Departmental programs. This has resulted in my being involved with such diverse activities as determining the economic replacement point for the army's three-quarter-ton trucks, computer modelling of the air force's R&D pipeline for aircraft engines, and leading a year-and-a-half-long evaluation of the DND Research and Development Program.

Currently, I am Director General of Management Information Systems, a title which reveals absolutely nothing about the nature of my position. In fact I am one of two directors general who report to the Chief of Automated Information Services, the branch in NDHQ which deals with all aspects of computer-based information systems which are not embedded in weapon systems. My responsibilities lie in two related areas, the first of which is the implementation of a Department-wide Integrated Automated Information System which will permit the sharing of data between many users throughout DND. This naturally requires policies, procedures, a system architecture, standards and consolidated database management. This sounds quite complicated — and it is. I am also responsible

Texte commodore E.R. Murray, OMM, CD

Il arrive souvent que l'on soulève la question de l'emploi des militaires du G Mar dans des postes qui ne sont pas propres à la Marine ou au génie, mais il est rare que la question soit abordée dans le *Journal*. J'occupe en ce moment un poste des forces terrestres, et à titre de commandant du Royal Military College, j'en occuperai un autre sous peu. Il m'est donc venu à l'idée de vous faire part de certaines observations sur les emplois des forces terrestres.

Si j'ai passé la plus grande partie de ma carrière navale dans le milieu maritime, dont dix ans en mer, j'ai occupé jusqu'à ce jour deux autres postes dans des secteurs extérieurs au génie ou à la Marine: d'abord comme scientifique de la défense au Conseil de recherches pour la défense, puis comme évaluateur de programmes ministériels. Cela m'a permis de prendre part à de nombreux projets, notamment l'établissement du seuil de rentabilité des camions de trois-quart de tonne de l'armée de terre, la modélisation du processus de R et D de l'aviation en ce qui concerne les moteurs d'avion et la direction d'une évaluation du Programme de recherche et de développement du MDN qui s'est échelonnée sur un an et demi. Je suis pour l'instant directeur général des Systèmes de gestion, titre qui ne révèle rien de la nature du poste que j'occupe. En réalité, je suis l'un des deux directeurs généraux qui relèvent du Chef des Services automatisés d'information, le bureau du QGDN qui s'occupe de tous les aspects des systèmes automatisés d'information qui ne touchent pas les systèmes d'armement. Mes responsabilités tombent dans deux catégories connexes, dont la première consiste dans la mise en oeuvre d'un système intégré d'information à l'échelle du Ministère, grâce auquel de nombreux utilisateurs du MDN pourront échanger des données. Naturellement, cela exige l'établissement de politiques, de lignes de conduite, d'une con-

WRITER'S GUIDE

We are interested in receiving *unclassified* submissions on subjects that meet any of the stated objectives. Manuscripts and letters may be submitted in French or English, and those selected by the Editorial Committee for publication will be run without translation in the language which they were submitted.

Article submissions must be typed, double-spaced, on 8½ × 11 white bond paper and should as a rule not exceed 6,000 words (about 25 pages double-spaced). Photographs or illustrations accompanying the manuscript must have complete captions, and a short biographical note on the author should be included in the manuscript.

Letters of any length are welcome, but only signed correspondence will be considered for publication. The first page of all submissions must include the author's name, address and telephone number.

At the moment we are only able to run a limited number of black and white photographs in each issue, so photo quality is important. Diagrams, sketches and line drawings reproduce extremely well and should be submitted whenever possible. Every effort will be made to return photos and artwork in good condition, but the *Journal* can assume no responsibility for this. Authors are advised to keep a copy of their manuscripts.

GUIDE DE RÉDACTION

Nous désirons recevoir des textes non classifiés qui répondent à l'un ou l'autre des objectifs mentionnés précédemment. Les manuscrits et les lettres peuvent être présentés en anglais ou en français, et les textes choisis seront publiés dans la langue d'origine, sans traduction.

Les articles doivent être dactylographiés à double interligne sur feuilles de papier à lettre de 8½ sur 11 et, en règle générale, ils ne doivent pas dépasser 6,000 mots (environ 25 pages à double interligne). Les illustrations et les photographies doivent être accompagnées d'une légende complète, et le manuscrit doit comprendre une brève note biographique sur l'auteur.

Les lettres de toutes longueurs sont les bienvenues. Cependant, seules les lettres signées pourront être publiées. La première page de tout texte doit indiquer le nom, l'adresse et le numéro de téléphone de l'auteur.

À l'heure actuelle, nous ne pouvons publier qu'un nombre limité de photographies en noir et blanc dans chaque numéro. C'est pourquoi la qualité des photos est très importante. La reproduction des diagrammes, des croquis et des dessins est d'excellente qualité et nous vous encourageons à nous en faire parvenir lorsque c'est possible. Nous ferons tout en notre pouvoir pour vous retourner les photos et les présentations graphiques en bon état. Cependant, le *Journal* ne peut assumer aucune responsabilité à cet égard. Les auteurs sont priés de conserver une copie de leurs manuscrits.

for formulating and overseeing the process by which Commanders of Commands and Group Principals develop and acquire the actual computer-based information systems they require, from defining the requirement to the point where the new system is approved and funded. Lest you imagine this to be some backwater activity related to pay and stores, you should be aware that there are at this moment over 200 automated information systems, and there is another \$1.1 billion worth of new systems in various stages of planning and development. Automated information systems are at the heart of all modern command and control and management systems.

Is this of any importance to naval officers, since most of our systems are of the real-time-weapons, embedded variety found in ships? Consider that all shore-based command and control systems are included in the DG Man S mandate, including the naval command and control system MCOIN. Consider also that DG Man S is deeply involved in: all maintenance management systems including NAMMIS; the dockyard management systems (SRUIS); all engineering information systems and all the information systems related to personnel, training, pay, base administration, office automation, etc. DG Man S becomes involved in everything from the single, stand-alone PC on up to Department-wide mainframe-based systems. That you have not heard of the Automated Information Services Branch would not be surprising considering that, of the more than 500 members, only one leading wren and I are in dark blue! It should be obvious, however, that it is vitally important to us that the navy have a presence in the automated information business, particularly since an ever-increasing portion of the activity is related to command and control. Of equal significance is that DG Man S has considerable influence on ADP priorities, and with the demand for funding far outstripping the available resources it is extremely important that the navy have someone to represent its interests.

Now to the subject of MAREs in "green" jobs. My current position is one example of why it is important that the navy have a presence in areas which relate to the Canadian Forces as a whole, and not just the navy. In virtually every area in the headquarters of this Department decisions are made which impact on the navy; strategic planning, technical support, pay and allowances, personnel, transportation and so on. If the interests of the navy are to be served, naval personnel must be willing to contribute everywhere. But why engineers?

In each of my forays into the non-naval/non-MARE world, I feel much of the value of my contribution has been due to my background as a naval engineer. Often when a MARE is posted outside the strictly naval or engineering environment the move is condemned as a waste of a MARE. It supposes that such employment is somehow unworthy of an

figuration technique et de normes, ainsi que la gestion d'une base de données unifiée. C'est fort complexe. Je suis également chargé d'élaborer et de surveiller les modalités qui permettent aux chefs de commandement et de groupe de mettre au point et d'acquiescer les systèmes d'information dont ils ont besoin, ce qui veut dire définir les besoins de toutes les étapes allant jusqu'à l'approbation et au financement du système. De crainte que vous ne pensiez qu'il s'agit d'une activité de second plan liée à la solde et aux approvisionnements, je m'empresse de vous dire que l'on compte à l'heure actuelle plus de 200 systèmes automatisés d'information, et qu'un autre train de systèmes nouveaux d'une valeur globale de 1,1 milliard de dollars fait l'objet de différents stades de planification et de mise au point. L'automatisation des données est au coeur de tous les systèmes modernes de commande-contrôle et de gestion.

Quelle importance cela a-t-il pour les officiers de la Marine, vu que la plupart de nos systèmes sont des armes en temps réel, du type déjà installé à bord des navires? Pensez au fait que tous les systèmes de commande-contrôle basés au sol relèvent de la DGSG, y compris le Système d'exploitation des information opérationnelles du Commandement maritime (MCOIN). Sachez aussi que la DGSG joue un rôle prépondérant dans tous les systèmes de gestion de l'entretien, dont le NAMMIS, les systèmes de gestion des constructions navales (SRUIS), tous les systèmes techniques intégrés, ainsi que tous les systèmes d'information liés au personnel, à l'instruction, à la solde, à l'administration des bases, à la bureautique, entre autres. La DGSG veille à tout système allant du type ordinateur personnel autonome aux systèmes centraux fonctionnant à l'échelle du Ministère. Je ne serais pas surpris d'apprendre que vous n'avez jamais entendu parler de la Direction des Services automatisés d'information, car parmi les quelque 500 membres de la Direction, seuls une femme matelot de 1^{re} classe et moi-même portons le bleu foncé! Il devrait être évident, cependant, qu'il est tout aussi indispensable pour nous que la Marine participe à l'automatisation de l'information, en particulier du fait qu'une part grandissante de l'activité touche le commandement et le contrôle. Il importe également que la DGSG exerce une influence considérable sur les priorités du traitement automatique des données, et puisque la demande de crédits dépasse de loin les ressources disponibles, il est de la plus haute importance que la Marine y délègue un représentant qui fera valoir ses intérêts.

Passons maintenant à la question des membres du G Mar qui occupent des postes des forces terrestres. Les fonctions que j'assume en ce moment témoignent de l'importance de la présence de la Marine dans les secteurs qui touchent l'ensemble des Forces canadiennes, et non seulement la Marine. Dans à peu près tous les secteurs du Quartier général, l'on prend des décisions qui ont une incidence sur la Marine: planification stratégique, soutien technique, solde et indemnités, effectifs, transports, et ainsi de suite. Pour faire valoir

MARITIME ENGINEERING JOURNAL OBJECTIVES

- To promote professionalism among maritime engineers and technicians.
- To provide an open forum where topics of interest to the maritime engineering community can be presented and discussed even if they may be controversial.
- To present practical maritime engineering articles.
- To present historical perspectives on current programmes, situations and events.
- To provide announcements of programmes concerning maritime engineering personnel.
- To provide personnel news not covered by official publications.

LES OBJECTIFS DU JOURNAL DU GÉNIE MARITIME

- promouvoir le professionnalisme chez les ingénieurs et les techniciens du génie maritime.
- offrir une tribune libre 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.

engineer; that because the job can be done by other than an engineer it is somehow employment for those who do not have our special education and experience. This is nonsense. DND gets great value from using MAREs in a variety of positions because we possess special skills and capabilities resulting from our naval employment. First, we have been trained to solve problems on our own at sea, and that requires a high level of initiative, innovation and the ability to make decisions carefully but quickly. As engineers at sea we have had to lead men under operational pressure in both the operation and maintenance of complex systems, and act in an environment where we are expected to accept total responsibility for our department. This produces leaders of integrity and strength. We are also engineers who have a solid understanding of operations. Additionally, because of the nature of our responsibilities, we have a solid background in training and other personnel matters. Join these characteristics to an engineering education, with its attendant disciplined approach to problem solving, and it is evident that MAREs have much to give to any area of endeavour. In my opinion, it would be a grave error *not* to apply these special talents to the full range of the Department's problems. While our primary job is to be naval officers with an engineering specialty, we are a resource that can ill afford to be confined to just engineering.

There is also an advantage for the MARE community in widening our employment. New experiences broaden us individually and corporately, which in turn enriches our professional lives. As well it injects us into areas where we can influence decisions which ultimately may affect our naval engineering environment, such as the area in which I am currently employed. I am sure that my new position as commandant of the Royal Military College will offer MAREs, corporately, the rare advantage of increased influence in the training of junior officers. To that end, I will be very actively soliciting your opinions in the future.

MAREs have the education, training and experience to make valuable contributions to any area of departmental activity. Let us aggressively pursue the opportunity to do so rather than succumb to the misguided view that any activity not directly related to naval or engineering matters is a waste of our talents. This is surely myopic professional snobbery.

Commodore Murray was the Director General for Management Services at NDHQ before taking up his appointment as Commandant of the Royal Military College in Kingston this past summer.

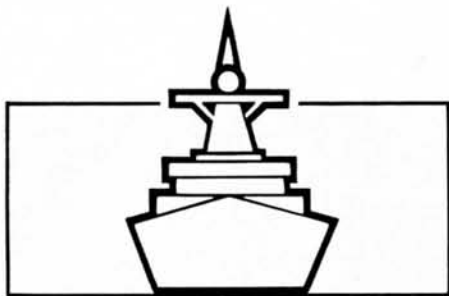


les intérêts de la Marine, il faut que les membres de l'élément Mer soient disposés à collaborer dans tous les secteurs. Mais pourquoi les membres du Génie, me demanderez-vous peut-être?

Chaque fois que j'ai été appelé à servir en dehors de la Marine ou du G Mar, j'ai pu attribuer une grande part de la valeur de ma contribution à mes antécédents comme technicien de marine. Il arrive souvent que l'on qualifie de gaspillage l'affectation d'un membre du G Mar à l'extérieur du milieu strictement maritime ou technique. On sous-entend par là que ces postes sont en quelque sorte indignes d'un technicien, que du fait qu'ils peuvent être confiés à d'autres, ils reviendraient à ceux qui ne possèdent pas nos spécialités ni notre expérience. C'est absurde. Le MDN profite grandement de l'affectation de membres du G Mar à toute une gamme de postes, à cause des compétences et des aptitudes particulières que nous avons acquises en milieu maritime. Tout d'abord, nous avons appris à résoudre de nous-mêmes les difficultés qui surviennent en mer, ce qui exige beaucoup d'initiative, l'esprit d'innovation et la capacité de prendre des décisions avec discernement et rapidité. En tant que techniciens en mer, nous avons dû diriger des effectifs en situation pressante de manière à assurer le fonctionnement et l'entretien de systèmes complexes, et nous avons été appelés à assumer l'entière responsabilité de notre service. C'est ainsi que l'on a formé des chefs de file. En tant que techniciens, nous avons également une très bonne connaissance des opérations. De plus, vu la nature des responsabilités qui nous sont confiées, nous avons des antécédents en ce qui regarde l'instruction et d'autres questions liées au personnel. Si l'on ajoute à ces caractéristiques une formation en génie et la discipline qui en découle au plan de la résolution des problèmes, il ne fait aucun doute que les membres du G Mar ont beaucoup à apporter à toute sphère d'activité. À mon avis, ce serait une grave erreur que de *négliger* de mettre ces talents au profit de la résolution de toute la gamme des difficultés qui se posent au Ministère. Si notre tâche première est d'être officiers de marine spécialisés dans une technique donnée, il n'en demeure pas moins que nous constituons une bassin de ressources qui peut difficilement être confiné aux seuls services techniques.

L'élargissement de nos fonctions présente aussi un avantage pour l'ensemble du G Mar. Les expériences nouvelles permettent de nous épanouir individuellement et collectivement, ce qui enrichit par le fait même notre vie professionnelle. Par ailleurs, ces expériences nous amènent dans des secteurs où nous pouvons influencer des décisions qui peuvent en fin de compte avoir des répercussions sur notre milieu technique maritime, comme c'est le cas du poste que j'occupe en ce moment. Je suis persuadé que mon affectation à titre de commandant du Royal Military College apportera à la collectivité du G Mar le précieux avantage d'une influence accrue au plan de l'instruction des officiers subalternes. Dans cette optique, j'entends solliciter vos commentaires.

Les membres du G Mar possèdent la formation, l'entraînement et l'expérience qui leur permettent d'apporter une contribution valable à tout sphère d'activité ministérielle. Sachons donc profiter de toutes les occasions qui nous sont offertes de servir dans d'autres secteurs. Cessons de penser à tort que tout activité extérieure à la Marine ou au génie équivaut à un gaspillage de nos talents. Quiconque agit ainsi fait preuve à mon avis de myopie et de snobisme professionnel.



The CPF Combat System Development Process

by LCdr D. Flemming, CD

Cet article décrit le procédé par lequel le système de combat des FCP passe de la conception à la réalité. Une attention particulière est apportée au rôle de la société Paramax Electronics, le sous-traiter responsable à la Saint John Shipbuilding Ltd pour la gestion, l'ingénierie, et l'intégration des divers détecteurs, armes, et systèmes de distribution et présentation de données, et pour mouler le tout afin de former un système de combat opérationnel.

Introduction

Many informative articles have been written describing the composition, capabilities and technical specifications of the combat system suite being provided for the Canadian Patrol Frigate (CPF).

The process by which the system passes from concept to reality is no less interesting, and it is the aim of this article to describe that process. Particular emphasis is placed on the role played by Paramax Electronics Inc., the subcontractor responsible to Saint John Shipbuilding Ltd. (SJSJL) for managing and engineering the integration of disparate sensor, weapon, data processing and display systems into a cohesive and fully operational combat system. The aim will be achieved by reviewing past events which have led to the present stage of development, reviewing contractual guidelines and describing, in necessarily general terms, the procedures and facilities that are utilized to progress from equipment acquisition to system integration and

acceptance. One of the crucial factors in the development of the CPF Combat System is that of software development. The creation of a modern combat system is also heavily reliant on training resources and maintenance and logistical support. These aspects, unfortunately, can only be briefly touched upon in an article of this scope.

Background

When DND initiated a program to replace six *St. Laurent*-class destroyers in 1975, the Department concluded that the capability to engineer the project was no longer available within its resources. A relatively long period of dormancy in Canadian warship construction and associated system development caused the





Ops room electronic warfare and fire-control areas.

required skills, which had existed at the time of Tribal-class construction, to dissipate. The government, therefore, looked to private enterprise to provide the needed expertise and one year later had received a total of five source-qualification proposals. One of these proposals was submitted by a team organized by Sperry Corporation's Systems Management Division as follows:

Sperry Corporation*	— Prime Contractor
Saint John Shipbuilding and Drydock Co Ltd (SJSDD)**	— Lead Shipyard
Saint John Marine Consultants Ltd.	— Ship Design
Gibbs and Cox Inc.	— Ship Design Agents
Marine Industries Ltd.	— Follow Yard Candidate

Davie Shipbuilding Ltd.***

— Follow Yard Candidate

In 1980, however, the federal government introduced a requirement that the prime contractor for the CPF program be a Canadian company. This caused a role reversal in the original Sperry line-up so that SJSDD became Prime while Sperry became the subcontractor for the combat system. By 1981 two contenders had been culled from the original five, and SJSDD and SCAN Marine each submitted its proposal for contract definition (CD). In 1983 SJSDD was awarded a post-CD study contract and Sperry received a subcontract for

combat system studies. Later that same year SJSDD was awarded a \$3.2-billion fixed-price incentive contract for the delivery of six frigates. Of this amount Unisys will receive approximately 1.25 billion dollars (under a subcontract from SJSJL) for the design, integration, testing and installation of the CPF Combat System.

Contractual Guidelines

The CD study contract awarded by the government contained a requirement that equipment procured for the CPF Combat System be, as much as possible, "off-the-shelf", of proven design and at least at the pre-production stage by the start of contract definition. If equipment to meet a specific function could not be found that met these conditions, alternative choices were to be of customized available design, developed in accordance with proven design practices and not requiring basic development.

(*Sperry merged with Burroughs Corp. in 1986 to form the new Unisys Corporation. **SJSDD became Saint John Shipbuilding Ltd. — SJSJL — in 1984. *** Davie Shipbuilding Ltd was purchased by Marine Industries Ltd in 1987 and became Marine Davie Ltd.)



Functional mock-up containing AN/SPS-49 radar equipment.

The CD contract also contained a number of undertakings that directly affected the development of a Canadian combat system management capability in industry. An objective of the contract was "to achieve a continuing and autonomous Canadian capability in warship combat system design, integration, testing and program management". In defining this objective, "continuing" meant that on or before final delivery the contractor would be in a position to accept another contract similar to the current one; and "capability" meant the actual delivery and acceptance of six CPF Combat Systems and provision of associated life-cycle support.

The contract also specified that the headquarters for the combat system development, including executive management, administrative support staff and a Combat System Test and Support Facility

(CSTSF), were to be located in Montreal. Accordingly, Paramax Electronics Inc. was established as a wholly owned subsidiary of Sperry and was situated in the *Cité Scientifique* high-tech industrial area of Montreal in the fall of 1985. A separate agreement was concluded between Sperry and the Canadian government for the granting of a "Paramax World Product Mandate", which ensured non-intervention by the American parent in Paramax's marketing of Canadian-sourced products.

Although the years following the acceptance of the final Tribal-class destroyers were void of new Canadian warship construction, studies of the operational and technical requirements of a new generation of warship were nevertheless continuing in the maritime directorates of NDHQ. As the political tide in favour of new warship acquisition ebbed and flowed, these studies ultimately provided the continuity of operational

and engineering development required when the final go-ahead was given. These operational requirements and associated equipment and system specifications form a closely knit partnership throughout the CPF contract and establish the guidelines by which Paramax directs its procurement and integration activities. In some cases the equipment items themselves are specified. In other cases, however, the performance requirements are detailed and the contractor is allowed the flexibility to determine which mix of equipment and software can best meet these requirements, taking into account various factors such as cost, reliability, industrial benefits and preference for "off-the-shelf" equipment.

Procedures

Once equipment identification is complete, the company commences procurement by letting subcontracts to the associated vendors. In the case of the CPF Combat System, Paramax is dealing with over 100 contractors in Canada, the United States and Europe. Factory Acceptance Tests are then conducted in the vendors' facilities to gather objective evidence of the equipment's performance and ability to meet the requirements of the contract. All six combat system "shipsets" (less the weapons) will undergo a grooming procedure at Paramax prior to delivery to the shipyard. In addition, a seventh shipset, called the Prime Equipment Option (PEO), has been procured for installation in Paramax's Combat System Test and Support Facility. The PEO will be the first shipset of equipment and subsystems (again excluding weapons) to undergo integration into a functional combat system. The PEO has been accepted and received by Paramax, and is now undergoing testing while the integration of the systems and software into a cohesive combat system progresses. These tests are carried out by Paramax quality assurance and engineering personnel, and are witnessed by representatives of the prime contractor and DND.

Facilities

The CSTSF comprises a 16,000-sq.ft. RF-shielded room (the largest of its kind in North America), a grooming site, radar towers, a staging area and various offices and workshops.

The shielded room, providing both physical security and a minimum 100-dB attenuation of RF energy either from or to the external environment, enables the development, integration and testing processes to be conducted without fear of security compromise or outside electromagnetic interference (EMI). Inside



Physical mock-up of the bridge.

the shielded room are the following spaces:

- a. Physical mock-ups of the operations room and bridge. These are replicas of the shipboard spaces and are equipped with functional combat system equipment identical to that which will be installed in the new frigates. Some nonfunctional equipment and indicators have been included for added realism.
- b. Functional mock-ups of equipment spaces. In these rooms, functional CPF combat system equipment is installed, but not in the same compartment layout utilized in the shipboard arrangement.
- c. The Program Generation Control

Centre, which is composed of three subareas:

- (1) The Program Generation Centre, housing the SPERRY 1100/72 Data Processing System used in the development and generation of the CPF Combat System software;
- (2) The Terminal Centre, containing the computer terminals peripheral to the SPERRY; and
- (3) The Simulation Control Centre, housing the simulation data processing system, simulation hardware and standard displays that will be tied into the CSTSF combat system and provide the means to simulate and control ship's weapons and the external RF, tactical and physical environment.

The shielded room is being used to integrate and test the hardware and software of the CPF Combat System, and will provide a realistic environment in which the system operators and maintainers from each ship can undergo individual and team training prior to the delivery of each new frigate.

Adjacent to the shielded room is the grooming site where the combat systems of each of the six shipsets will be temporarily installed and functionally checked prior to delivery to the shipyard. However, the level of integration and operation in this unshielded area will not be as comprehensive as that for the system in the shielded room, and full testing will await shipboard installation.

Both the shielded room and the grooming site have associated towers exterior to the CSTSF building where the

Program Generation Centre. (Courtesy Paramax Electronics Inc.)



Paramax's Combat System Test and Support Facility in Montreal's Cité Scientifique. Note the radar test field in the background.

radar antennas can be mounted and operated. To reduce the possibility of interference with local electronic installations, in particular the radars of nearby Dorval Airport, each of the antennas is surrounded on three sides by an RF deflector shield that will deflect radiation upwards except in the direction of the Radar Test Field. A target tower has been constructed on the field for mounting telemetry equipment and simulation transponders.

In addition to the facilities in Montreal, a gun-support facility has been established by Paramax at the Naval Armament Depot in Dartmouth, Nova

Scotia. The facility houses a functional 57mm Bofors gun and Phalanx close-in weapon system, as well as associated control-room and classroom spaces.

Progress to Date (Fall 87)

As of the date of writing, Paramax has procured almost all of the equipment that will comprise the CPF Combat System. The PEO has been installed in the CSTSF shielded room and is progressing through the integration and testing process to the point where several subsystems are fully operational, and integration of these subsystems with the Command and

Control System is about to begin. This intrasystem integration must await the completion of associated software verification, a process that is scheduled to be finished by the end of 1987. Equipment of the first shipset (destined for HMCS *Halifax*) is being installed in the grooming site and it is anticipated that the grooming process will be completed by the spring of 1988. At that time the system will be disassembled and sent to Saint John Shipyard for shipboard installation and testing.

Conclusion

Paramax's progress since 1985 towards the establishment of a proven Canadian combat system management capability in industry has been impressive. The reality of an operational CPF Combat System is steadily approaching. Now that the hardware is being procured and, in the case of the PEO, delivered, installed and tested at the individual equipment and subsystem level, the crucial work that remains to enable full integration is software development. The software volume is estimated at approximately two million lines of source code, or about 60 times the volume currently utilized in the Tribal-class destroyers. Software development will be the critical factor in determining whether or not the CPF Combat System will be delivered on time and if it will meet specified performance. The progress made to date makes us optimistic that schedule and performance targets can be met.



LCdr Fleming is the Combat Systems Engineering Officer of the CPF Detachment at Paramax Electronics Inc. in Montreal.

Naval Engineering Accomplishments in Canada

An address presented by Cmdre D.R. Boyle, DGMEM, to the Engineering Institute of Canada Centennial Convention in Montreal, 21 May 1987.

We are assembled here today to celebrate the accomplishments of Canadian engineers over the past century, and to project with well earned confidence our expectations for the years ahead. As we look at a map of Canada, we see a huge land mass of widely varying geography, climate and population. One could be forgiven for concentrating on engineering accomplishments within that land mass; our railways which overcame formidable obstacles to stretch from sea to sea, our vast hydro-electric dams or our nuclear power plants. One could even be forgiven, provided he was not a naval officer, for acknowledging our great accomplishments above that land mass; sturdy bush planes, sophisticated avionics or, more recently, the "Canadarm". It is important, however, to cast our vision wider — to look at our accomplishments around this land mass; achievements in the three oceans which carry our commerce to the world and offer a great wealth of resources for our future. The Canadian navy has played a key role in the development of engineering skills and designs for seagoing use throughout its history.

First established in 1910, our navy enjoyed a humble beginning as an offshoot of the Royal Navy. Its early equipment was designed and built in the United Kingdom, and sent to Canada only when bordering on obsolescence. The majority of ship designs in both the first and second war were British, with little opportunity for local improvement. Our first truly Canadian ship design was the *St. Laurent* class, known to many as the "Cadillac" destroyer due to its, then, modernistic curved lines and graceful appearance. Although we used a British Y-100 pattern of machinery design, we insisted that the machinery itself be built in Canada. Special manufacturing plants were established, owned by the government but run by an industrial contractor, to produce steam turbines, casings and gear assemblies. These plants produced high-quality equipment to exacting navy standards; much of which, to prove that point, is still in service today.

While the *St. Laurent* class was a success at sea, it was an industrial disappointment at home. Despite our best efforts, we could not find sufficient work to continue employing this sophisticated marine engineering industry. By 1960, much of this specialized capability and skill had disappeared.

Having learned the difficulty of producing large ships from scratch, we sought to specialize in smaller, highly manoeuvrable anti-submarine vessels. Capitalizing on our steel-fabrication and aviation skills, we developed the remarkable, Canadian-designed, 200-ton hydrofoil, *Bras d'Or*. This was an international research and development project which was never meant to have an operational role. Conceived to lurk on patrol at low speed and then sprint to prosecute a

Les réalisations du Génie naval au Canada

Allocution prononcée par le commodore D.R. Boyle, DGGMM, à l'occasion du Congrès ayant marqué le centenaire de l'Institut canadien des ingénieurs, à Montréal, le 21 mai 1987.

Nous sommes rassemblés ici aujourd'hui pour célébrer ce que les ingénieurs canadiens ont réalisé au cours des cent dernières années et pour évoquer avec une confiance bien légitime ce que l'avenir nous réserve. Il suffit de jeter un coup d'oeil sur la carte du Canada pour voir que notre pays est un immense territoire caractérisé par une géographie changeante, des conditions climatiques variées et une population hétérogène. On serait bien justifié de se concentrer sur ce que les ingénieurs ont accompli dans ce même territoire, notamment sur nos chemins de fer qui ont franchi de formidables obstacles pour finalement relier les deux océans, et sur nos barrages hydroélectriques ou nos centrales nucléaires. Et l'on serait même justifié, à condition de ne pas être officier de marine, de souligner nos grandes réalisations au-dessus de cet immense pays : la construction de solides avions de brousse, l'élaboration d'équipements électroniques perfectionnés pour aéronefs, ou, plus récemment, la mise au point du Télémanipulateur spatial, le fameux *Canadarm*. Il importe, cependant, d'adopter une perspective plus large, de prendre en compte ce que nous avons accompli partout au Canada et de songer aux succès que nous avons remportés sur les trois océans par lesquels nous exportons nos biens vers le reste du monde et qui recèlent tant de richesses pour notre avenir. Tout au long de l'histoire, la Marine canadienne a joué un rôle clef lorsqu'il s'est agi de mettre au point de nouvelles techniques et de concevoir des navires.

Notre marine a été créée en 1910 et elle a connu de modestes débuts dans le sillage de la *Royal Navy*. À l'origine, le matériel était conçu et fabriqué au Royaume-Uni, puis envoyé au Canada seulement au moment où il allait devenir vétuste. La plupart des navires ayant servi pendant les deux guerres mondiales étaient de conception britanniques, et le Canada n'avait pas vraiment la possibilité de les améliorer chez lui. Les bâtiments de la classe *Saint-Laurent* ont été les premiers à être vraiment conçus au Canada; beaucoup disaient que c'était la "Cadillac" des destroyers, à cause de son élégance et de ses lignes modernistes pour l'époque. Nous avons alors employé des machines Y-100 de conception britannique, mais nous avons insisté pour qu'elles fussent construites au Canada. Nous avons aménagé des usines spéciales, qui appartenaient au gouvernement mais qui étaient dirigées par un industriel, pour fabriquer des turbines à vapeur, des cartes et des trains d'engrenages. Afin de répondre aux normes rigoureuses de la marine, ces usines ont produit du matériel d'une qualité telle qu'une bonne partie en est encore en service aujourd'hui.

Les navires de la classe *Saint-Laurent* ont connu un grand succès en mer, mais le programme n'a pas donné les



submarine contact, the ship had to be fast, stable in a wide range of sea states, highly manoeuvrable and economical to operate. These requirements constituted a major challenge to Canadian industry. The need for lightweight, highly responsive steering systems forced the development of high-performance hydraulic pumps and components. The requirements for exacting hull-form and foil design necessitated the use of computers in the design process for the first time in Canada. De Havilland and Marine Industries Limited had the opportunity to upgrade both skills and facilities in order to weld and fabricate exotic steels and extensive aluminum structures. The need for lightweight, shock-resistant, electronic components in sensors and weapon systems drove the Canadian electronics industry to new plateaus of achievement, preparing them for direct competition with American and Japanese manufacturers, and ultimately to supply components for major projects such as the F-18A and the U.S. Army's *Abrams* main battle tank.

Bras d'Or's AN/SQS-507 lightweight sonar system research benefitted both the navy and Canadian Westinghouse through the development of a segmented fairing for tow cables. This feature is now incorporated into the more modern SQS-504/505 variable-depth sonar and the Westinghouse

résultats industriels que l'on espérait. En dépit de tous nos efforts, il fut impossible de trouver assez de travail pour continuer à employer cette industrie perfectionnée du génie maritime. En 1960, la majeure partie des compétences et des moyens spécialisés qui s'y rapportaient avait disparu.

Après avoir appris à quel point il est difficile de construire de gros navires de toutes pièces, nous avons décidé de nous spécialiser dans la construction de bâtiments anti-sous-marins plus petits et très maniables. Mettant à profit nos connaissances dans les domaines de l'aviation et de la fabrication de l'acier, nous avons entièrement conçu et mis au point le *Bras d'Or*, un remarquable hydroptère de 200 tonnes. Il s'agissait là d'un projet international de recherche et de développement, et l'on n'a jamais eu l'intention d'attribuer un rôle opérationnel au bâtiment ainsi construit. Pour patrouiller discrètement à basse vitesse et bondir ensuite à la poursuite d'un sous-marin, le navire devait être rapide, très manoeuvrable, économique et stable dans des conditions marines très variées. Ces exigences posaient un défi de taille à l'industrie canadienne. Comme il fallait des systèmes de gouverne légers et très sensibles, on a dû mettre au point des pompes et des composantes hydrauliques performantes. Par ailleurs, la nécessité de satisfaire à des critères très rigoureux quant à la coque et aux plans porteurs a obligé les ingénieurs à recourir à des ordinateurs pour la première fois au Canada pendant le processus de conception. Les entreprises *De Havilland* et *Marine Industries Limited* eurent ainsi l'occasion de moderniser leurs compétences et leurs installations pour pouvoir souder et fabriquer des aciers exotiques et des structures d'aluminium complexes. La Marine avait également besoin de composantes électroniques légères et résistantes aux chocs pour ses détecteurs et ses systèmes d'armes, et cela a poussé l'industrie canadienne de l'électronique à se dépasser; celle-ci s'est ainsi préparée à concurrencer directement les fabricants américains et japonais, puis en fin de compte, à fournir des composantes dans le cadre de grands projets tels que ceux se rapportant au F-18A et au char de bataille *Abrams* de l'Armée américaine.



HS-1000 sonar system. Further DND research and development has led to the Teamed Architecture Signal Processor which will update the SQS-505 to a digital signal processing capability second to none. Canadian industry is currently militarizing this system prior to full production.

Experience gained with integrating command and control systems on *Bras d'Or* allowed DND to successfully develop the CCS-280 system that was fitted to our 280 class. The CCS-280 system was the best destroyer-sized, integrated command and control system available when it was conceived, built and sent to sea here in Canada in the early 1970s. The system combines radar data, sonar contacts and operator selected electronic warfare bearings with graphic overlays and alphanumerics on a single display that has facilities for weapons system control. A single operator utilizing the CCS-280 system can detect, track and identify a contact and, if necessary, engage it with the 5" gun or sea sparrow missile system.

Bras d'Or was the first Canadian ship to utilize a gas turbine for main propulsion. This experience uncovered many weaknesses which were successfully avoided in the later 280 class. The development of *Bras d'Or*'s baffled, pressure-differential filters and housing for the Pratt and Whitney FT-4 gas turbine engine led the way to further developments of that system in our next major warship class, the DDH-280, and allowed significant improvements in mean time between overhauls in this latter installation. *Bras d'Or* was a definite success as a research project as she provided an excellent test bed for the DDH-280 program.

The development of the DDH-280 class warship marked a significant turning point for both the navy and Canadian industry. All of our previous experience in steel fabrication, gas turbine technology and specialized anti-submarine technology was challenged to the limit. We needed a ship which was quiet, which could operate for extended periods and ranges at sea without support, and which could confront a wide variety of surface, subsurface and air threats in virtually any sea state. Clearly the older *St. Laurent* class could not offer this level of defence, nor could the smaller *Bras d'Or*.

Driven by this demanding set of requirements, we became the first western navy to commit ourselves to an all gas turbine ship. For Canada's modestly sized navy, this was

Les recherches qui ont porté sur le sonar léger AN/SQS-507 du *Bras d'Or* ont profité à la Marine et à la *Canadian Westinghouse*, car elles ont donné lieu à la mise au point d'une gaine profilée en segments pour les câbles de remorquage. Cet élément a été intégré au sonar à immersion variable SQS-504/505, plus moderne, et au système sonar HS-1000 de la *Westinghouse*. D'autres travaux de recherche et de développement entrepris par le MDN ont abouti à la création du processeur de signaux à architecture multiple (TASP), qui améliorera le SQS-505 en le dotant d'une capacité inégalée de traitement des signaux numériques. L'industrie canadienne est en train de répondre aux normes militaires imposées relativement à ce système, avant d'en commencer la production sur une grande échelle.

L'expérience qu'il avait acquise en intégrant les systèmes de commandement et de contrôle du *Bras d'Or* a permis au MDN de concevoir avec succès le système CCS-280 qui a été installé à bord des bâtiments de la classe 280. Ce système était le meilleur dispositif intégré de commandement et de contrôle destiné à des destroyers, au moment où il a été conçu, construit et installé, ici au Canada au début des années 1970. Le système combine les données radar, les échos sonar et les relevements des signaux électroniques ennemis (relevements qui ont été choisis par l'opérateur) avec des recouvrements graphiques et des données alphanumériques sur un seul écran de visualisation qui permet aussi de contrôler les systèmes d'armes. Un seul opérateur se servant du CCS-280 peut détecter, poursuivre et identifier un écho et, s'il le faut, prendre la cible à parti avec un canon de 5 pouces ou un missile *Sea Sparrow*.

Le *Bras d'Or* a été le premier navire canadien dont une turbine à gaz constituait le groupe propulseur principal. L'expérience a révélé de nombreuses faiblesses qu'on a su éliminer quand on a par la suite construit les navires de la classe 280. Après avoir mis au point des filtres à pression différentielle munis de déflecteurs et des enveloppes pour la turbine à gaz Pratt and Whitney FT-4 du *Bras d'Or*, on a amélioré les divers éléments de ce même système, qui a plus tard équipé nos navires DDH-280; ainsi, on a augmenté considérablement le temps moyen s'écoulant entre les remises en état du système. En tant que fruit d'un projet de recherche, le *Bras d'Or*

a significant change, one which would impact on personnel, support facilities and industrial suppliers for many years to come.

Quietness became a most demanding parameter in the ship's design. To improve the ship's sonar detection capabilities, and to prevent enemy submarines from detecting her presence, the ship had to be designed to reduce both airborne and hull-transmitted noise to an absolute minimum. Stringent noise and vibration parameters were enforced throughout the ship's development, a practice completely unknown in earlier ship designs.

Gearing was known to be one of the major sources of hull-transmitted noise. Selection of a COGOG — combined gas or gas system — meant that a relatively complex clutch and reduction gear installation was required. Although Canada no longer possessed the technology to build such gearboxes, we applied firm pressure on foreign suppliers to guarantee low levels of noise and vibration during the tendering process, something that had never been expected of them before. After a rigorous period of evaluation, the gearing that was selected met the exacting parameters which had been demanded. To ensure even further quieting, the navy required a single raft for the entire propulsion plant to be resiliently mounted; another first at that time. This sophisticated approach presented a number of interesting design challenges. Because of the very high torque available at low speeds, the mountings had to be married to achieve power balance. Procedures had to be developed for achieving alignment during propulsion machinery installation. Factors such as temperature change, building procedures and launching techniques had to be taken into account. Navy engineers and shipbuilders worked together to develop innovative construction procedures, with the happy result that both quietness and correct alignment were achieved.

Because the COGOG design implied continuously rotating shafts, controllable pitch propellers had to be used — the largest in power ever built in the world at that time. An inherent problem with these propellers was that, improperly positioned, they could produce excessively high torques and thrusts, resulting in potentially severe damage to geartrain and shafting. Naval engineers developed a simulation model to study this problem using National Research Council analog computer facilities. They ultimately developed a solution, a modification to the ship's electropneumatic control system so that acceptable ship response times could be achieved without exceeding allowable limits. This was a major success story for navy engineers. We were becoming very flexible in our approach to new design, identifying potential problems and developing innovative solutions before the ship was even constructed.

Although we were justifiably proud of our 280-class ships when they first entered service in 1971, we could not rest on our laurels. The remarkable growth and sophistication of the Soviet navy led us to continually reassess our combat capabilities. It became apparent by the late seventies that, with submarines carrying cruise missiles, our fleet needed considerably better area air-defence capability. Moreover, the range of new Soviet missiles and aircraft dictated that our fleets operate over much more widely dispersed areas. Considerably better command, control and communication facilities would be required to support Canadian task group commanders. To achieve these badly needed improvements, the Canadian navy has recently embarked on the Tribal Class Update and Modernization Project. Known as TRUMP for short, this project will update the DDH-280 class ships by installing:

- a vertical launch SM-2 missile system;
- a close-in, anti-missile weapon system;
- improved gun and missile fire-control systems;

a été couronné de succès, car il a constitué un excellent banc d'essai pour le programme des DDH-280.

La mise au point des navires de guerre de la classe DDH-280 a marqué une étape importante tant pour la Marine que pour l'industrie canadienne. Toutes les connaissances que nous avons acquises sur la fabrication de l'acier, la technologie des turbines à gaz et les techniques spécialisées de lutte anti-sous-marine ont été exploitées à la limite : il nous fallait un navire silencieux, qui pourrait naviguer sans soutien pendant de longues périodes et à de grandes distances en mer, et qui serait capable d'affronter diverses armes de surface et différentes menaces sous-marines et aériennes dans à peu près toutes les conditions marines. Il était évident que les vieux navires de la classe *Saint-Laurent* ne possédaient pas ces capacités, pas plus d'ailleurs que le *Bras d'Or*, plus petit.

Inspirée par cette gamme d'exigences élevées, la Marine canadienne est devenue la première parmi les marines occidentales à se doter d'un navire entièrement mû par des turbines à gaz. Vu la taille modeste de notre marine, cela représentait un changement important qui allait avoir des conséquences pendant longtemps pour le personnel, les installations de soutien et les fournisseurs industriels.

Construire un navire silencieux : voilà qui devenait un paramètre clef de la conception! Pour améliorer la capacité de détection du sonar et empêcher les sous-marins ennemis de déceler le navire, il fallait viser à réduire le plus possible les bruits engendrés par les œuvres mortes et ceux qui étaient transmis par la coque. Pendant tous les travaux de mise au point du navire, on imposa de rigides paramètres quant au bruit et aux vibrations, ce qui ne s'était jamais vu auparavant.

On savait que les engrenages représentaient une des principales sources des bruits transmis par la coque. Le choix d'une modèle COGOG (propulsion combinée gaz ou gaz) supposait l'adoption d'un système relativement complexe d'embrayage et de démultiplication. Le Canada ne possédait plus la technologie nécessaire pour construire un pareil système, mais il exerça de fortes pressions sur les fournisseurs étrangers pour qu'ils garantissent, à l'étape des soumissions, un niveau de bruit peu élevé et de faibles vibrations; or, c'était là une exigence qu'on ne leur avait jamais imposée auparavant. Après une période d'évaluations rigoureuses, le Canada retint des rapports d'engrenage qui satisfaisaient aux paramètres rigoureux imposés au départ. Pour atténuer encore plus les bruits, la Marine demanda qu'on installe solidement un seul radier pour tout le groupe propulseur; encore là, c'était une innovation. Cette façon "sophistiquée" de faire présentait un certain nombre de défis intéressants aux concepteurs. Vu le couple très élevé développé à bas régime, il fallait joindre les bâtis pour assurer l'équilibre de la puissance. On devait aussi trouver des méthodes pour garantir l'alignement pendant l'installation des machines de propulsion. Il fallait par ailleurs prendre en compte des facteurs tels que les changements de température, les méthodes de construction et les techniques de lancement. Les ingénieurs et les constructeurs navals collaborèrent entre eux pour concevoir des moyens de construction novateurs, et ils réussirent à satisfaire aux exigences relatives au bruit et à l'alignement.

Comme le modèle COGOG supposait l'installation d'arbres à rotation continue, on se devrait d'opter pour des hélices à pas variable — ce furent les plus puissantes jamais construites dans le monde à ce moment-là. Cependant, si elles n'étaient pas correctement installées, ces hélices pouvaient engendrer des couples et des poussées très élevées, ce qui aurait risqué d'endommager gravement les trains d'engrenages et les arbres de transmission. Les ingénieurs navals construisirent une maquette pour étudier le problème et ils eurent alors recours à l'ordinateur analogique du Centre national de



- an improved gun;
- a significantly improved, computerized, command and control system; and
- a new electronic warfare suite.

On completion of these improvements, the DDH-280 is expected to equal or surpass any similarly sized allied ship in terms of air-defence firepower, flexibility, adaptability and survivability. The prime contractor for TRUMP, Litton Systems Limited, has subcontracted in a way which will develop a wide base of support for modern warships from amongst marine- and electronics-oriented industries in Canada. In addition to the major improvements in combat systems brought about by TRUMP, the ship will benefit from:

- installation of a new cruise engine and gearbox;
- hull strengthening; and
- a water displacement fuel system.

In order to reduce the ship's infra-red signature, the distinctive "V"-shaped funnels will be replaced by a single unit.

Four improvement features in TRUMP warrant special attention. The SHIN trio, SHINCOM, SHINPADS and SHINMACS as well as CANEWS, capitalize extensively on Canada's unique expertise in electronics. All four of these systems were conceived and formulated by Canadian naval engineers and developed by Canadian industry.

SHINCOM, standing for Shipboard Integrated Communication System, will provide high performance and great flexibility to all ship's communications networks, using advanced digital technology and microprocessor controlled terminals.

SHINPADS, meaning Shipboard Integrated Processing and Display System, will update the CCS-280 command and control system with a distributed and fully integrated system. The software will be supplied by Sperry Computer Systems of Winnipeg and the tactical display equipment will be supplied by Computing Devices Company of Ottawa.

SHINMACS, a Shipboard Integrated Machinery Control System, will replace the current pneumatic and hybrid analog/

recherches. Ils finirent par trouver une solution : modifier le système à commande électropneumatique du navire de façon qu'on puisse obtenir des temps de réaction acceptables sans dépasser les limites imposées. Voilà qui constituait une grande réalisation pour les ingénieurs de la Marine. Nous apprenions à faire preuve de souplesse dans les travaux de conception, car nous réussissions à déceler les problèmes possibles et à élaborer des solutions novatrices avant même que le navire fût construit.

Nous étions certes justifiés d'être fiers de nos navires de la classe 280 quand ils sont entrés en service en 1971, mais nous ne pouvions pas nous asseoir sur nos lauriers. La Marine soviétique ayant considérablement accru le nombre et la qualité de ses bâtiments, nous avons dû continuer à réévaluer nos moyens de combat. À la fin des années soixante-dix, il était devenu évident qu'il fallait à notre flotte des moyens de défense aérienne de zone considérablement meilleurs, étant donné que les sous-marins pouvaient désormais transporter des missiles de croisière. En outre, vu la portée et le rayon d'action des nouveaux missiles et aéronefs soviétiques, notre flotte devait être en mesure de couvrir des zones beaucoup plus dispersées qu'auparavant. Les commandants des groupements opérationnels canadiens allaient dès lors avoir besoin de systèmes de commandement, de contrôle et de communications beaucoup plus "sophistiqués". Afin d'opérer cette métamorphose vitale, la Marine canadienne a récemment amorcé le Projet de révision et de modernisation de la classe Tribal (TRUMP), projet qui, comme son nom l'indique, a pour objet de transformer les navires de la classe *DDH-280* en installant à leur bord :

- un lanceur vertical de missiles SM-2;
- un canon anti-missiles à tire rapproché ultra-rapide;
- des systèmes améliorés de conduite du tir pour missiles et canons;
- un canon aux capacités accrues;
- un système de commandement et de contrôle informatisé et nettement amélioré;
- un nouvel ensemble de guerre électronique.



digital system with a distributed digital system developed by CAE Limited. The system will permit a wide variety of machinery operation from specially designed computer displays, and will facilitate better maintenance, equipment health monitoring and crew training.

CANEWS, standing for Canadian Electronic Warfare System, will provide long-range detection, classification and tracking of electromagnetic emissions. The CANEWS project, which resulted in one of the most capable electronic warfare suites in the world, was made possible by extensive research and development carried out by several DND agencies. This technology has since been transferred to industry for development and production. In fact, there is a strong likelihood that both CANEWS and SHINMACS will be candidates for export sales. The Canadian navy is not just serving its own needs, but is also satisfying international naval operational and design requirements.

Overall, the TRUMP project represents a major commitment to the use of new technology at sea. The first TRUMP conversion, HMCS *Algonquin*, begins in November of this year. We will be watching her progress with great expectations.

By far our most ambitious project to date is the introduction of six state-of-the-art Canadian Patrol Frigates into service between 1989 and 1992. The first ship of this class, HMCS *Halifax*, is already under construction at Saint John, New Brunswick. The design of the CPF embodies remarkable advances in technology when compared with her predecessors, particularly in her weapons and sensor fits.

Une fois ces améliorations faites, on s'attend à ce que les navires DDH-280 également ou surpassent n'importe quel navire allié d'un tonnage semblable pour ce qui concerne la puissance de feu anti-aérienne ainsi que la souplesse, l'adaptabilité et la surviabilité des systèmes de défense aérienne. La société *Litton Systems Limited*, entrepreneur principal chargé du projet TRUMP, a attribué des contrats en sous-traitance de façon à favoriser au Canada la mise en place d'une vaste infrastructure de soutien pour les navires de guerre modernes, dans l'industrie maritime et le secteur de l'électronique. Mis à part les perfectionnements importants apportés aux systèmes de combat dans le cadre du projet TRUMP, les navires bénéficieront de ce qui suit :

- installation d'un nouveau moteur pour régime de croisière et d'un nouveau train d'engrenages;
- renforcement de la coque; et
- système d'alimentation en carburant déplacé par volumes d'eau compensateurs.

Afin d'atténuer la signature thermique des navires, on remplacera les cheminées caractéristiques en "V" par une seule structure.

Quatre améliorations réalisées dans le cadre du projet TRUMP méritent une mention spéciale. Les trois systèmes *SHIN* (*SHINCOM*, *SHINPADS* et *SHINMACS*) ainsi que le *CANEWS*, mettent énormément à profit les connaissances uniques que le Canada possède en électronique. Ces quatre systèmes ont été conçus et dessinés par des ingénieurs navals canadiens et mis au point par l'industrie de notre pays.

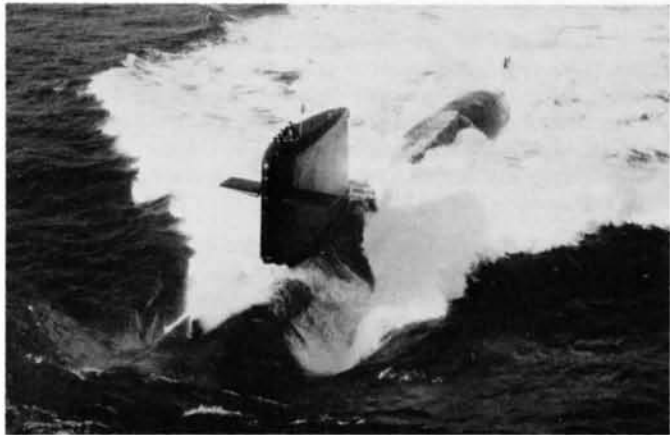
Le *SHINCOM*, c'est-à-dire le Système intégré de communication pour navires, garantira haut rendement et grande souplesse à tous les réseaux de communications du navire, grâce à une technologie numérique de pointe et à des terminaux commandés par microprocesseurs.

Le Système intégré de visualisation des informations tactiques (*SHINPADS*) permettra de moderniser le système de commandement et de contrôle *CCS-280* grâce à un système décentralisé et complètement intégré. *Sperry Computer Systems*, de Winnipeg, fournira le logiciel, et *Computing Devices Company*, d'Ottawa, les écrans de visualisation des informations tactiques.

Le *SHINMACS*, ou Système intégré de commande des machines, aboutira au remplacement du système pneumatique et hybride analogique-numérique par un système numérique décentralisé mis au point par la *CAE Limited*. Le système permettra d'effectuer des manoeuvres machines très variées, grâce à des écrans d'ordinateur spécialement conçus, et il favorisera l'entretien, la surveillance de l'état de l'équipement et la formation de l'équipage.

Le *CANEWS*, c'est-à-dire le Système canadien de guerre électronique, rendra possible la détection, la localisation et l'identification à grande distance des signaux électromagnétiques. Le projet, qui a donné lieu à l'un des meilleurs ensembles de guerre électronique au monde, a pu être mené à bien grâce aux travaux détaillés de recherche et de développement exécutés par plusieurs organismes du MDN. Depuis, la technologie en question a été remise à l'industrie pour qu'elle se charge des travaux de perfectionnement et de la production. En fait, il est fort possible que les projets *CANEWS* et *SHINMACS* engendrent des exportations. La Marine canadienne ne cherche pas seulement à répondre à ses propres besoins, mais aussi à ceux des marines étrangères pour ce qui concerne les systèmes opérationnels et la conception.

Dans l'ensemble, la Marine canadienne montre, par le projet TRUMP, qu'elle cherche vraiment à appliquer la nouvelle technologie au domaine maritime. Ce sera l'*Algonquin*



Canadian industry has been strongly encouraged to participate in this construction project, and to achieve maximum technological development. Where specific equipment must be obtained from off shore, efforts are being made to ensure that technological skills in support of these items are transferred to Canadian industry, thereby maximizing technological and industrial benefit to Canadians.

Saint John Shipbuilding has undertaken a modernized approach to construction. No longer will a complete hull be built and various systems installed afterwards. Instead, the ship is being built in modules with as many systems as possible being installed ashore in a work centre. The modules are moved in assembly-line fashion through a series of process lanes and joined into erection units. As the erection units are finished they, in turn, are lowered into the dock to be connected together to complete the ship.

qui bénéficiera le premier du programme de conversion; les travaux doivent commencer en novembre 1987, et nous en suivrons l'évolution avec beaucoup d'intérêt.

Le projet le plus ambitieux que nous ayons jamais entrepris, et de loin, est celui qui consiste à mettre en service six frégates canadiennes de patrouille ultra-modernes entre 1989 et 1992. Le premier navire de cette classe, le *Halifax* est déjà en construction à Saint-Jean (Nouveau-Brunswick). La conception de la FCP intègre des progrès technologiques remarquables, si on la compare à la génération précédente, notamment en ce qui concerne les armes et les détecteurs. Nous avons encouragé fortement l'industrie canadienne à participer à ce projet et à profiter ainsi au maximum de l'évolution technologique. Lorsqu'il faudra obtenir à l'étranger des composantes particulières, on veillera à ce que les compétences spécialisées nécessaires pour en assurer le soutien soient transférées à l'industrie canadienne, de façon que notre pays bénéficie le plus possible des retombées techniques et industrielles du projet.

La *Saint John Shipbuilding* a adopté une formule de construction novatrice. Cette fois-ci, la coque ne sera pas construite entièrement avant que les divers systèmes y soient installés. On recourra plutôt à des modules, et le plus grand nombre possible de systèmes y seront installés à terre, dans un centre de travail. Les modules se déplaceront en quelque sorte sur une chaîne de montage et franchiront des corridors de traitement avant d'être groupés en sections. À mesure que celles-ci seront terminées, elles seront descendues dans le bassin de construction, puis reliées les unes aux autres pour compléter le navire.

L'entrepreneur principal a choisi pour la FCP un système de propulsion éprouvé déjà employé par plusieurs marines. Le concept *CODOG* (combiné diesel ou gaz) intègre deux turbines à gaz interreliées *General Electric* de 25 000 ch à

The prime contractor chose for the CPF a proven propulsion system design already in use by several navies. The CODOG arrangement incorporates two, interconnected, General Electric 25,000-shp gas turbines backed by one 10,000-shp Pielstick cruise diesel engine. The cross-connect gearbox by De Schelde of Holland will permit the diesel or either one of the LM2500 gas turbines to drive both shafts. Alternatively, each LM2500 can drive its own shaft for full power operation. A resiliently mounted raft will isolate the prime movers to minimize shock and hull-transmitted noise.

As with TRUMP ships, the entire SHIN family, SHINCOM, SHINPADS and SHINMACS will be fitted. In addition, a new member, SHINNAVS, or Shipboard Integrated Navigation System will be incorporated. This system will rapidly process, integrate and display complex information collected from ship sensors and a navigational data base. Economically effective man-machine interfaces will superimpose information from various sources, including digitally stored hydrographic charts, navigation sensors and radar imagery. This too is a Canadian naval/industrial innovation.

As a result of the immense CPF project, Canada has developed a modern centre for naval ship combat system integration at Paramax in Montreal, and has learned new techniques which will stand us in good stead for the future. As an indication of the magnitude of this project, some thirty thousand person-years of work will be created, spread across different regions of the country with contracts and spin-off benefits going to a multitude of smaller businesses in the manufacturing and service sectors. Approximately 67% of CPF expenditures will be placed with Canadian companies. Purchases of foreign equipment will be 100% offset by foreign purchases of Canadian goods, so that we achieve maximum possible industrial benefit.

It is fair to say that CPF and TRUMP thrust us onto the frontier of new technology, and landed us on our feet running. Current rumours would indicate it's going to be a marathon. The challenge of bringing this new equipment into service and integrating it into our fleet is enormous. Although our projects currently under way constitute exceptional challenge to the naval engineering community, the best may be yet to come. Faced with the need to improve our defence capability in our three oceans and to enforce sovereignty over these strategically important waters, we are currently examining a wide range of possible equipment choices, including a fleet of nuclear-powered submarines. Further into the future, Canada is actively participating in the NFR-90 project, designing a multinational frigate which may well become the NATO standard frigate of the late nineties and early 2000s. Canadian naval engineers are also examining the suitability of a small waterplane, twin-hull (SWATH) design, which combines superior seakeeping with a large useable deck area suitable for helicopter or V/STOL operations. Interspersed amongst these major design projects is the requirement to replace many of our aging auxiliary and reserve vessels within the next ten years.

The naval engineering community is heavily involved in research and development, seeking new ways to apply developing technologies to improve combat capability, ship safety, reliability and effectiveness. Previous research and development projects have led to many successes such as the beartrap helo hauldown system. This solid base of R&D activity allowed us to advance into high technology systems such as CANEWS and the SHIN family for the future. This continues with current projects such as the Infra-Red Surveillance, Tracking and Detection system. IRSTD is a joint project with the USN but is based on Canadian R&D initiated in one of our defence labs and is currently in the engineering prototype stage at Spar Aerospace. This system will provide passive

l'arbre, secondées par un moteur diesel Pielstick de 10 000 ch à l'arbre qui sera utilisé en régime de croisière. La boîte d'engrenages à connexion croisée, construite par le maison hollandaise De Schelde, permettra au moteur diesel ou à l'une ou l'autre des turbines à gaz LM2500 de faire tourner les deux arbres. Par ailleurs, chaque turbine pourra entraîner l'arbre lui étant relié, lorsqu'il faudra naviguer à plein régime. Un support résistant isolera les machines motrices, ce qui minimisera les secousses et le bruit transmis par la coque.

Comme les navires modernisés dans le cadre du projet TRUMP, les frégates seront équipées de tous les systèmes SHIN. Et il y en aura un nouveau, à savoir le Système intégré de navigation (SHINNAVS). Celui-ci permettra de traiter, d'intégrer et d'afficher rapidement des informations complexes fournies par les détecteurs de bord et une base de données de navigation. Grâce à des interfaces homme-machine économiques, on pourra superposer de l'information émanant de diverses sources, y compris des cartes hydrographiques numériques, des détecteurs de navigation et des images radar. C'est là une autre innovation de l'industrie et du secteur naval canadiens!

Vu l'envergure du projet de la FCP, le Canada a aménagé un centre moderne d'intégration des systèmes de combat de la frégate, chez Paramax, à Montréal; il a appris de nouvelles techniques qui lui seront fort utiles dans l'avenir. Afin de donner une idée de l'ampleur du projet, disons que des postes équivalant à environ trente mille années-personnes seront créés; ils seront répartis dans diverses régions du pays, et les contrats et retombées bénéficieront à une multitude de petites entreprises dans les secteurs de la fabrication et des services. Les sociétés canadiennes encaisseront environ 67 p. 100 des sommes versées pour la construction des FCP. Chaque fois qu'on se procurera du matériel à l'étranger, il y aura compensation totale sous forme d'achats de matériel canadien par l'étranger, de sorte que le Canada obtiendra les meilleurs retombées industrielles possibles.

Il est juste de dire que le programme de la FCP et le projet TRUMP nous ont propulsés à la frontière des découvertes technologiques et que le tout s'est fait à la vitesse de l'éclair. Et il y a tout lieu de croire qu'un long processus s'est ainsi amorcé! Le défi consistant à mettre ces nouveaux équipements en service et à les intégrer au reste de la flotte est énorme. Les projets que nous sommes en train de réaliser amènent nos ingénieurs navals à se dépasser constamment, mais le meilleur est sans doute encore à venir. Obligés que nous sommes d'améliorer nos moyens de défense dans trois océans et de faire respecter la souveraineté canadienne dans ces eaux stratégiques, nous nous interrogeons actuellement sur l'à-propos d'acheter divers équipements, dont des sous-marins à propulsion nucléaire. Songeant à l'avenir, le Canada participe activement au projet NFR-90 dont l'objet est de concevoir une frégate multinationale qui pourrait bien devenir la frégate standard de l'OTAN vers la fin des années 1990 et au début du prochain siècle. Les ingénieurs navals canadiens examinent aussi les capacités d'un petit bâtiment multicoque à faible surface de flottaison (SWATH) qui combinerait une tenue marine supérieure et un vaste pont où pourraient se poser des hélicoptères ou des ADAV/ADAC. Entre-temps, soit au cours des dix prochaines années, il faudra aussi remplacer bon nombre de nos vieux navires de servitude et de réserve.

Les ingénieurs navals s'intéressent beaucoup à la recherche et au développement, car ils cherchent toujours de nouvelles façons d'utiliser les technologies émergentes pour améliorer les moyens de combat, la sécurité des navires, la fiabilité et l'efficacité des systèmes. Des projets antérieurs de recherche et de développement ont été couronnés de succès; citons ici le système d'arrimage rapide d'hélicoptère (le

detection and tracking of aircraft, missiles and surface contacts within line of sight.

Ladies and gentlemen, I have thrown a lot of technology at you in the last half hour, much of which, given the rapidly changing nature of the naval threat, may be made obsolete within a very short time. The final point I would like to make, however, relates to the unchanging quality which makes or breaks a navy — our people. The fundamental strength of any navy, ours or theirs, then, now, or in the future, is the skill and determination of its people. Anything can be built, provided that it is built on this foundation. To attract and retain the best available people, we in the naval engineering community have placed great emphasis in the area of personnel. First-rate engineering training is provided to officer candidates at Canada's military colleges and civilian universities. Naval engineers have frequently engaged in discussions with universities and professional licensing bodies in a mutual effort to develop naval engineering expertise within this country. Our internal training standards are constantly reviewed to ensure that engineering candidates receive a sound preparation for their very demanding careers. Engineers can expect to be supported by excellent computer systems for operation and equipment health monitoring, but will be expected more than ever before to exercise leadership, good judgement and efficiency.

In addition to those currently serving in the navy, there is a large body of retired naval engineers who are continuing to contribute to Canada's defence through second careers in the public service and the marine and electronics industries. The considerable investment which the navy makes to train and develop its engineers is rarely lost on retirement. This valuable engineering competence and expertise becomes part of the strength of our small but capable naval defence industrial base.



In closing, might I just return you to the map of Canada from whence we started. I asked you to cast your vision wider, and to recognize the significant engineering accomplishments which have been achieved around our nation's land mass. We have built some fine ships in Canada. Despite the modest size of our navy, compared with the superpowers, we have exercised innovative engineering in a wide variety of forms. The future promises much more of the same. All of this has been accomplished by the efforts of a small but dedicated corps of naval engineers. As a member of that community, it has been my distinct honour and pleasure to address you today.

Beartrap). Les connaissances solides ainsi acquises nous ont permis de créer des appareils faisant appel à la technologie de pointe (par exemple, les systèmes *CANEWS* et *SHIN*), qui nous serviront dans l'avenir. Et le processus se poursuit avec des projets tels que celui concernant le Système infrarouge de détection et de désignation d'objectifs (*IRSTD*). Il s'agit d'un projet que nous menons conjointement avec la Marine américaine, mais il est fondé sur des travaux canadiens de R et D ayant été amorcés dans un de nos laboratoires de défense; il en est actuellement au stade des études techniques dans les locaux de *Spar Aerospace*. Le système offrira des moyens passifs de détection et de poursuite d'aéronefs, de missiles et d'objectifs se trouvant à portée de vue.

Mesdames et Messieurs, j'ai beaucoup parlé de technologie au cours des trente dernières minutes, mais une bonne partie de tous ces systèmes seront sans doute vétustes d'ici peu de temps, étant donné que la nature de la menace navale évolue rapidement. Je voudrais cependant souligner un dernier aspect essentiel aux yeux de la Marine, et j'ai nommé son personnel. La force fondamentale de n'importe quelle marine, qu'il s'agisse de la nôtre ou de la leur, ou que l'on se situe dans le passé, le présent ou l'avenir, réside dans l'adresse et la détermination des effectifs. On peut construire n'importe quoi, à condition de le faire sur cette fondation. Afin d'attirer et de conserver les meilleurs candidats possible dans le secteur du génie naval, nous avons accordé beaucoup d'importance à tout ce qui concerne le personnel. Une excellente formation en génie est offerte aux élèves-officiers dans les collèges militaires et des universités civiles du Canada. Des ingénieurs navals ont eu de fréquents entretiens avec des universités et des organismes d'accréditation professionnelle afin de doter le pays d'une expertise valable dans le domaine du génie naval. Nous révisons constamment nos normes de formation internes pour nous assurer que les candidats sont bien préparés avant d'entreprendre une carrière somme toute très exigeante. Nos ingénieurs peuvent compter sur d'excellents systèmes informatiques pour faire évoluer le navire et surveiller l'état du matériel, mais ils devront plus que jamais auparavant faire preuve d'efficacité, de jugement et de leadership.

Outre les ingénieurs qui servent actuellement dans la Marine, beaucoup d'autres continuent, après avoir pris leur retraite, à contribuer à la défense du Canada en poursuivant une deuxième carrière dans la Fonction publique, dans l'industrie maritime et dans le secteur de l'électronique. La Marine consacre d'énormes ressources à la formation et au perfectionnement de ses ingénieurs, mais elle perd rarement cet investissement quand ils la quittent. En effet, ils vont, avec leurs compétences et leurs connaissances, renforcer notre complexe militaro-industriel petit mais fort capable en matière navale.

En terminant, je voudrais revenir à la carte du Canada que nous examinions au début de mon allocution. Je vous ai alors demandé d'adopter une perspective plus large et de reconnaître les réalisations techniques importantes qui ont eu lieu un peu partout dans le territoire canadien. Nous avons construit d'excellents navires, ici, chez nous. En dépit de la modeste taille de notre marine, si on la compare à celles des superpuissances, nous avons innové de diverses manières dans le domaine du génie. L'avenir nous réserve bien d'autres occasions semblables d'exceller. Et nous devons tout cela aux efforts d'un groupe petit mais enthousiaste d'ingénieurs navals. En tant que membre de ce groupe, j'ai été heureux et honoré de vous adresser la parole aujourd'hui.

The Evolution of Octave-Band Vibration Severity Zones for Marine Equipment

by G.D. Xistris

Abstract

The navy has implemented a machinery condition assessment program on selected equipment of all major fleet elements. The program is based on full-octave-band vibration measurements at the principal bearing supports of auxiliary and main propulsion units, and is used to ascertain the relative operating status of naval equipment. The condition assessment phase is accomplished via a direct comparison of the measured vibration amplitudes in velocity decibels (VdB) to a series of severity zones established for each monitoring point and axis. The severity zones are derived through a critical evaluation of actual equipment performance data and are updated periodically to reflect the influence of changes in maintenance policies and procedures.

The effectiveness of the machinery condition assessment program employed by the navy in identifying defective equipment and in minimizing catastrophic failures during the ships' operational cycles has been confirmed through a continuous reduction of the shipboard vibration levels. Further, it has been found that fluctuations in the measured vibration amplitudes correlate well with changes in maintenance routines.

This paper describes the evolution of the vibration monitoring program and the gradual acceptance of this technique as a reliable quality assurance indicator. It discusses the yearly variation of both overall and octave-band vibration severity zones computed on a moving, 48-month cycle and demonstrates the use of these fluctuations in assessing the effectiveness of maintenance policies. Detailed case studies on the success of maintenance procedures introduced to combat specific machinery problems are presented.

Introduction

In the late 1960s the navy introduced an equipment health monitoring (EHM) program encompassing the main propulsion power plants and principal auxiliary equipment installed in the four classes of steam-propelled destroyers. Initially, the vibration analysis (V/A) program was based on triaxial, full-octave-band vibration measurements taken at the main bearing supports and covered the frequency range from 5.6 Hz to 11.2 kHz. The resulting information was employed to assess the relative condition of equipment units through a direct comparison of the measured octave-band signatures with the corresponding levels established for machines considered to be in an acceptable operational state¹. Although no comprehensive study was ever conducted to quantify the global effectiveness of V/A, it is generally accepted that the navy has acquired the expertise necessary to ascertain equipment condition with an overall confidence factor in excess of 80%.

Despite the potential monetary savings which could be realized by exploiting the diagnosis and prognosis capabilities of this and other implemented EHM methods, the navy con-

L'évolution des zones de sévérité des vibrations en octaves entières de l'équipement de la marine

par G.D. Xistris

Résumé

La marine a mis en oeuvre un programme d'évaluation de l'état de la machinerie dans le cas de certains équipements de tous les grands éléments de la flotte. Ce programme, qui se fonde sur le mesurage des vibrations en octaves entières des paliers principaux des groupes de propulsion principaux et auxiliaires, sert à contrôler l'état relatif du matériel naval. L'évaluation se fait par comparaison directe de l'amplitude des vibrations, mesurée en décibels vitesse (dBV), avec un ensemble de zones de sévérité définies pour chaque point et axe de contrôle. Ces zones de sévérité sont établies par étude critique de données portant sur la performance de l'équipement et sont revues périodiquement pour refléter l'effet des changements survenant dans les politiques et les méthodes de maintenance.

Une réduction continue du niveau des vibrations à bord des navires a confirmé l'efficacité du programme d'évaluation de l'état de la machinerie dont se sert la marine pour repérer les équipements défectueux et pour réduire au minimum les pannes catastrophiques pendant les cycles opérationnels de ses bâtiments. Il a par ailleurs été constaté que les fluctuations de l'amplitude des vibrations mesurées correspondent bien avec les changements survenus dans les programmes de maintenance.

Le présent article décrit l'évolution du programme de contrôle des vibrations et fait état de l'acceptation graduelle de cette technique comme indicateur fiable d'assurance de la qualité. On y commente la variation annuelle des zones de sévérité en octaves entières et globales calculées sur un cycle mobile de 48 mois et on montre comment cette variation sert à évaluer l'efficacité des politiques de maintenance. On y présente enfin des études de cas détaillées sur le succès des méthodes de maintenance mises en oeuvre pour surmonter des problèmes précis.

Introduction

C'est vers la fin des années 60 que la marine s'est dotée d'un programme de contrôle de l'état de l'équipement (PCEE) portant sur les groupes de propulsion principaux et l'équipement auxiliaire principal de quatre classes de destroyers à vapeur. Au début, le programme d'analyse des vibrations (PAV) était fondé sur le mesurage des vibrations triaxiales en octaves entières des paliers principaux, dans la gamme de fréquences allant de 5,6 Hz à 11,2 kHz. Les renseignements obtenus servaient à évaluer l'état relatif du matériel par comparaison directe des signatures en bandes entières mesurées avec des signatures correspondantes établies pour du matériel réputé être dans un état opérationnel acceptable¹. Bien qu'aucune étude globale n'ait été menée pour chiffrer l'efficacité globale du PAV, on admet généralement que la marine s'est dotée des compétences nécessaires lui permettant d'évaluer l'état de ses équipements avec un facteur de confiance supérieur à 80 %.

tinued to subscribe to the "calendar-based maintenance" philosophy for another decade. However, in recent years, the high cost of maintaining a fleet of warships with an increasing average age has forced a critical review of the promulgated repair policies and has culminated in the adoption of a Reliability Centered Maintenance (RCM) policy for new and modernized elements of the fleet². In such a maintenance environment, the equipment condition evaluations made on the strength of EHM techniques will be given full consideration in the definition of repair priorities and schedules.

The imminent move away from the traditional calendar-based maintenance scheme, towards some as yet undefined variation of the potentially more cost-effective "condition-based maintenance" approach, is predicated on the availability of a reliable machinery condition assessment methodology for first- and second-line personnel. The navy experience since the late 1960s has demonstrated that V/A, supplemented by the Spectrometric Oil Analysis Program (SOAP)*, constitutes an adequate framework for ships' staff to make practical evaluations of the operating state of marine equipment. In addition to the significant achievements realized in the diagnosis and prognosis phases of the machinery maintenance process, the V/A program has resulted in a number of indirect improvements to the overall performance and availability of the fleet.

This paper describes the evolution of the machinery vibration health monitoring program, and traces its gradual acceptance first as a reliable quality assurance indicator, and subsequently as an accurate means of determining the mechanical condition of a wide range of equipment. It discusses the development of representative octave-band vibration severity zones for different equipment classes and identifies the effect of changes in maintenance policies and procedures on the variation of the severity zones over a 17-year period. Several detailed case studies, where the variation in the severity zones is used to assess the outcome of procedures introduced to combat specific maintenance problems, are presented.

Vibration Analysis Program

The vibration analysis program developed by the navy employs full-octave-band measurements at the main bearing supports in the frequency range from 11.2 Hz to 12.5 kHz, encompassing 10 contiguous octave bands (initially the 8-Hz band was included) plus an overall reading (15 Hz to 12 kHz, or 25 Hz to 12 kHz). Because of the spectral characteristics of the equipment installed in the fleet, vibration amplitude is measured in velocity decibels (VdB reference 10^{-6} cm/s). The machinery condition index is obtained by comparing the measured octave-band vibration levels against signatures generated by identical machines considered to be in acceptable working condition. In order to alleviate the influence of different transmission paths and load factors, sensor positions are uniquely defined by installing accelerometer mounting blocks (3/4" cadmium-plated mild steel cubes) and the equipment is operated at standardized power levels while vibration readings are recorded.

At the outset, triaxial recordings of the vibratory response were made so that an additional measurement in either the radial or axial plane was available to the analyst. This practice proved to be quite helpful in providing corroborative evidence in cases where the presence of incipient defects was suspected. As the users of this technique became more proficient in its implementation, triaxial readings became redundant and the current version of the program employs biaxial readings only. A further simplification occurred when it was found that the 8-Hz octave band did not contain many

En dépit des économies potentielles que pouvait permettre l'exploitation des possibilités de diagnostic et de pronostic de cette méthode de contrôle de l'état de l'équipement et d'autres méthodes semblables, la marine est demeurée fidèle à l'idée de la maintenance programmée pour une autre décennie. Toutefois, ces récentes années, l'importance des coûts de l'entretien d'une flotte de bâtiments de guerre d'âge moyen en hausse l'a forcé à revoir ses politiques officielles de maintenance, révision qui a abouti à l'adoption d'une politique de maintenance centrée sur la fiabilité (MCF) pour les éléments nouveaux et modernisés de la flotte². Cette politique prévoit que l'établissement des priorités et des programmes de réparation est fonction des résultats d'évaluations faites au moyen des techniques de contrôle d'état.

La mise au rancart des programmes de maintenance classiques en faveur d'une variante non encore définie d'un programme plus économique d'entretien "à la demande" suppose que le personnel de première ligne et de deuxième ligne disposera de techniques fiables d'évaluation et l'état de la machinerie. L'expérience acquise par la marine depuis la fin des années 60 a montré que le PVA, complété par le Programme d'analyse spectrométrique de l'huile (SOAP)*, constitue un outil adéquat permettant au personnel navigant d'évaluer de façon commode l'état opérationnel de l'équipement marin. Outre les résultats importants atteints pendant les phases du diagnostic et du pronostic du processus de maintenance, le PAV a permis d'améliorer indirectement la performance et la disponibilité globales de la flotte.

Le présent article décrit l'évolution du programme de contrôle de l'état de la machinerie par mesurage de ses vibrations et fait état de son acceptation graduelle tout d'abord comme indicateur fiable d'assurance de la qualité et par la suite comme moyen précis de déterminer l'état mécanique d'une vaste gamme d'équipements. On y commente l'établissement de zones de sévérité représentatives des vibrations en octaves entières pour différentes classes d'équipement et on y précise les effets des changements survenus dans les politiques et les méthodes de maintenance sur la variation des zones de sévérité sur une période de 17 ans. On y présente enfin plusieurs études de cas détaillées, dans lesquelles la variation des zones de sévérité sert à évaluer le résultat des méthodes mises en oeuvre pour surmonter des problèmes de maintenance précis.

Programme d'analyse des vibrations

Le Programme d'analyse des vibrations mis au point par la marine fait appel à des mesures en octaves entières des vibrations des paliers principaux entre 11,2 Hz et 12,5 kHz, gamme qui couvre 10 octaves contiguës (la bande 8 Hz était exclue à l'origine), auxquelles s'ajoute une mesure globale (de 15 Hz à 12kHz ou de 25 Hz à 12 kHz). En raison des caractéristiques spectrales de l'équipement dont est dotée la flotte, l'amplitude des vibrations est mesurée en décibels vitesse (dBV, référence de 10^{-6} cm/s). L'indice d'état de la machinerie s'obtient par comparaison des niveaux mesurés des vibrations en octaves entières avec des signatures produites par des équipements identiques réputés être dans un état de marche acceptable. Afin de minimiser les effets de la variation des trajets de transmission et des facteurs de charge, les positions des capteurs sont définies une fois pour toutes, par installation de blocs de montage pour accéléromètres (cubes d'acier doux cadmié de 3/4 po) et la puissance de marche de l'équipement est normalisée pendant le mesurage des vibrations.

Dès le départ, l'enregistrement triaxial des vibrations a été conçu de sorte que l'analyste puisse procéder à des mesures

*In late 1985, SOAP was incorporated into the navy's new Oil and Coolant Condition Analysis Program (OCCAP).

*À la fin de 1985, le programme SOAP a été intégré au nouveau Programme d'analyse de l'état de l'huile et des refroidisseurs (OCCAP) de la marine.

machinery generated vibration components. This realization, coupled with the development of commercial portable octave-band analyzers, led to the de facto elimination of the 8-Hz band from the shipboard program. The vibration measurement system in use today throughout the navy covers the octave-band range from 16 Hz to 8 kHz, plus overall measurements either from 25 Hz to 12 kHz or from 15 Hz to 12 kHz depending on the machine type. Diagnostic capability to handle special problem cases is available on a limited basis. For this work, more sophisticated detection and analysis systems such as the HP 3516A narrow-band analyzer are employed.

The condition assessment aspect of the program is wholly dependent on the establishment of octave-band patterns typical of machines in a "normal" operating state. These norms are developed as the arithmetic average of all readings taken at the same sensor location (machine and bearing housing) and are computed separately for each direction and octave-band centre frequency. Since the structural configurations and mounting methods do not deviate significantly between ships of the same generic class, the norms were developed for each machine type within a class of similar ships.

The norms were originally prepared in a format which depicted the lowest vibration level recorded, the average level computed across the fleet and, finally, the maximum value encountered. For assessment purposes, equipment which generated vibration signatures up to the promulgated norms plus 6 VdB in the pertinent octave bands was considered to be in acceptable or normal condition. If the measured levels were above the band defined by the norms plus 6 VdB, but below the norms plus 12 VdB, the equipment was deemed to have sustained some degradation of performance and warranted to be monitored at more frequent intervals. Severe damage was diagnosed when the recorded vibrations were in excess of the norms plus 12 VdB. In these cases, immediate corrective action was recommended to avoid catastrophic failure, but at all times the nature of maintenance tasks was dictated primarily by the ship's operational commitments.

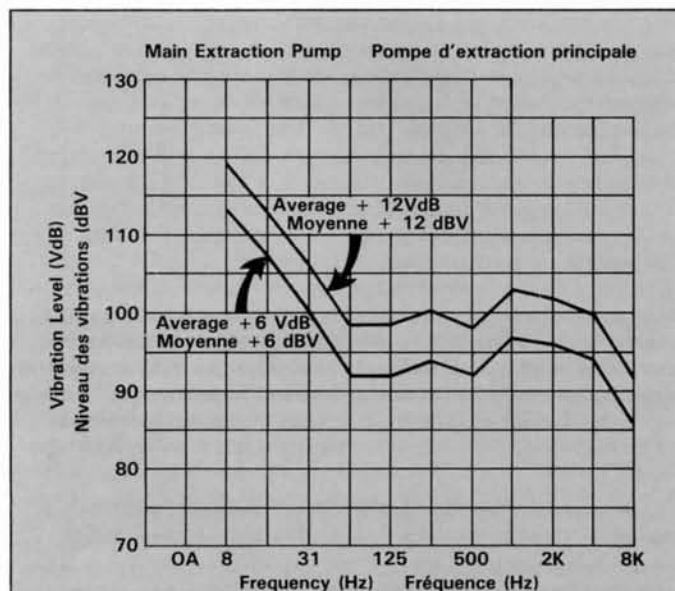


Figure 1.

Typical Machinery Vibration Octave-Band Severity Zone Graph

Octave type des vibrations de la machinerie Graphique de la zone de sévérité

supplémentaires dans le plan radial ou axial. Cette pratique s'est révélée extrêmement utile, puisqu'elle permettait d'obtenir des données corroborantes lorsqu'on soupçonnait la présence de défauts naissants. À mesure que les utilisateurs de la technique se familiarisaient avec sa mise en oeuvre, les mesures triaxiales sont devenues superflues et la version courante du programme ne fait appel qu'à des mesures biaxiales. La découverte que l'octave de 8 Hz ne contenait pas beaucoup de vibrations produites par la machinerie a conduit à une simplification supplémentaire de la méthode. Cette découverte, combinée à l'apparition sur le marché d'analyseurs d'octaves portatifs a en effet amené à éliminer l'octave de 8 Hz du programme d'analyse à bord. Le système de mesurage des vibrations utilisé aujourd'hui dans la marine couvre les octaves entre 16 Hz et 8 kHz, et permet une mesure globale de 25 Hz à 12 kHz ou de 15 Hz à 12 kHz, selon le type de machine étudié. Le système offre également des possibilités limitées de diagnostic permettant de traiter des problèmes spéciaux, dont l'étude complète requiert l'emploi de systèmes d'analyse et de détection perfectionnés comme l'analyseur en bandes étroites HP 3516A.

Le volet "évaluation de l'état" du programme repose entièrement sur l'établissement de signatures en octaves représentatives de machines dont l'état de fonctionnement est "normal". Ces signatures normalisées sont établies par moyennage arithmétique de toutes les mesures prises au même emplacement de (machine et logement de palier) et son calculées séparément pour chacune des directions et pour chaque fréquence centrale d'octave. Comme la configuration de l'équipement et les méthodes de montage ne varient pas de façon importante entre navires d'une même classe, ces normes ont été établies pour chaque type de machinerie par classe de navires semblables.

À l'origine, les normes ont été préparées dans un format qui représentait le plus bas niveau de vibrations enregistré, le niveau moyen calculé pour toute la flotte et, enfin, le niveau maximal enregistré. Aux fins d'évaluation, l'équipement qui produisait des signatures ne dépassant pas la norme établie plus 6 dBV dans les octaves pertinentes était réputé être dans un état acceptable ou normal. Si le niveau mesuré était supérieur à la norme plus 6 dBV, mais inférieur à la norme plus 12 dBV, l'équipement était réputé avoir subi une dégradation de sa performance et justifiait alors un contrôle plus fréquent. Lorsque enfin le niveau enregistré des vibrations excédait la norme plus 12 dBV, on estimait que l'équipement avait subi des dégâts importants. Dans ces cas, l'analyste recommandait la prise immédiate de mesures correctives afin de prévenir une panne catastrophique, mais en tout temps la nature des tâches de maintenance était subordonnée aux engagements opérationnels du bâtiment.

La présentation des normes a été modifiée depuis la mise en oeuvre du programme à la lumière des méthodes d'analyse et de traitement des données adoptées par les gestionnaires locaux. Le format courant compte trois zones de sévérité. La première zone est démarquée par une ligne qui est égale à la norme plus 6 dBV. La deuxième couvre toutes les mesures supérieures à la première zone par moins de 6 dBV. La troisième zone, enfin, synonyme d'une dégradation sévère, comprend toutes les lectures supérieures à la deuxième zone. Un exemple type des zones de sévérité est donné à la figure 1.

À ce jour, on a augmenté le PAV pour l'appliquer aux équipements d'opération et d'armement des destroyers à vapeur (classes ISL, IRE, MKE et ANS). On l'a également adapté à tous les types d'équipement des destroyers propulsés par turbines à gaz (classe TRL), des avitailleurs (classes AOR et OSS), des sous-marins propulsés au diesel (classe SUB) ainsi que d'un certain nombre de navires auxiliaires.

The presentation of the norms has been altered since the inception of the program in the light of analysis and data handling procedures adopted by the local program managers. The current format consists of three equipment severity zones. The first zone is demarcated by a line which is equal to the norm plus 6 VdB. The second band encompasses all readings which exceed the first zone by no more than 6 VdB. The third zone, which is synonymous with severe deterioration, includes all readings above the second zone. A typical example of equipment vibration severity zones is shown in Figure 1.

To date, the V/A program has been expanded to include the steam-destroyer (ISL, IRE, MKE and ANS classes) operations and weapons equipment. It has also branched out to encompass all types of equipment installed in the gas-turbine-powered destroyers (TRL class), in the supply ships (AOR and OSS classes), in the diesel-propelled submarines (SUB class) as well as in a number of auxiliary vessels.

The current version of the V/A program is quite labor intensive, requiring a considerable amount of manual data recording and processing. The advent of miniaturized digital data acquisition circuitry and dedicated microprocessors has made it possible to automate many of the manual functions and tasks performed by the first-line maintainers. Thus, future refinements to the shipboard phase of the V/A program will concentrate towards automating many of the data acquisition and processing operations. Modern portable digital measurement systems are presently being evaluated and will be introduced to selected elements of the fleet in the near future.

Severity Zone Trends

Development of Severity Zones

The equipment vibration severity zones are established independently for each generic type of machinery within each class and are based on readings taken by the dockyard Naval Engineering Units (NEU) during an appropriate time period. The restriction of the vibration data bank to a single source assures a degree of repeatability in the measurement phase and thereby minimizes potential instrumentation and coding errors. The length of the period during which readings are considered in developing the norms varies depending on the mean number of measurements acquired from each monitoring location. For the steam-powered destroyers, the severity zones are computed from a data base accumulated within the most recent four-year period. This time segment corresponds to approximately 20 separate measurements per monitoring point and axis. In the case of the gas-turbine-propelled destroyers, the severity zones are computed from about 10 readings per sensor location and orientation.

There is also an indirect control on the equipment condition at the time vibration measurements are made. About 90% of the NEU readings are conducted during pre- and post-refit trials. Consequently, the data base comprises, in approximately equal amounts, machines which have either performed satisfactorily over an operational cycle or have been restored to an "as new" condition. To ensure that equipment in the pre-refit stage has not sustained excessive deterioration, octave-band signatures which are indicative of very poor operating condition are rejected. The current rejection criteria are arbitrarily defined as any reading in excess of 130 VdB. At the beginning, a more elaborate procedure was implemented to reject all readings which exceeded the norms by more than 12 VdB. However, it was found that only 2% of the input data fell into this category. Such a small proportion of poor machines did not have an appreciable effect on the norms, and the data screening procedure was simplified to a single verification to reject the occasional high reading. This is balanced partly by rejecting all extremely low readings, i.e. below 60 VdB.

La version courante du PAV exige une intervention importante de la part de l'analyste qui doit enregistrer et traiter à la main une quantité considérable de données. L'apparition de circuits miniaturisés d'acquisition de données numériques et de microprocesseurs spécialisés permet d'automatiser de nombreuses fonctions et tâches manuelles exécutées par le personnel d'entretien de première ligne. Les prochains perfectionnements de la phase du PAV menée à bord des navires seront en conséquence concentrés sur l'automatisation de nombreuses opérations d'acquisition et de traitement des données. On est ainsi en train d'évaluer des systèmes de mesure numériques modernes et portatifs dont seront dotés des éléments choisis de la flotte dans un proche avenir.

Zones de sévérité

Établissement des zones de sévérité

Les zones de sévérité sont établies indépendamment pour chaque type générique de machinerie au sein de chaque classe et sont fondées sur des mesures prises par les services techniques de chantier naval (NEU) au cours d'une période de temps appropriée. Le fait que les données sur les vibrations proviennent d'une seule source garantit un certain degré de répétabilité dans les mesures et réduit en conséquence au minimum les erreurs possibles d'instrument et de codage. La durée de la période pendant laquelle les mesures sont prises pour établir les normes varie en fonction du nombre moyen de mesures obtenues à chaque emplacement de contrôle. Dans le cas des destroyers à vapeur, les zones de sévérité sont calculées à partir des données accumulées au cours des quatre plus récentes années. Ce segment de temps correspond à une vingtaine de mesures distinctes par point et axe de contrôle. Dans le cas des destroyers propulsés par turbines à gaz, les zones de sévérité sont calculées à partir d'une dizaine de lectures par emplacement et orientation des capteurs.

L'état de l'équipement subit aussi un contrôle indirect pendant le mesurage des vibrations. Environ 90 % des mesures NEU sont faites pendant des essais qui précèdent et qui suivent les révisions. En conséquence, la base de données comprend, en nombres approximativement égaux, des données sur des machines qui ont eu une performance satisfaisante pendant un cycle opérationnel ou qui ont été remises à neuf. Pour garantir que l'équipement n'a pas subi de dégradation excessive avant la révision, les signatures en octaves qui indiquent un très mauvais état de fonctionnement sont rejetées. Les critères actuels de rejet sont définis arbitrairement : pour l'heure, toute mesure supérieure à 130 dBV est rejetée. Au début, une méthode plus complexe prévoyait le rejet de toutes mesures supérieures à la norme par plus de 12 dBV. Cependant, il a été constaté que seulement 2 % des données d'entrée tombaient dans cette catégorie. Une si faible proportion de machines en mauvais état n'avait pas un effet appréciable sur les normes et la méthode de tri des données a été simplifiée et réduite à une unique vérification dans le cadre de laquelle sont rejetées les hautes lectures occasionnelles. Cela est partiellement équilibré par le rejet de toutes les mesures extrêmement faibles, par exemple celles qui sont inférieures à 60 dBV.

Comme elles proviennent d'un échantillon équilibré de machines récemment remises à neuf et de machines qui, à toutes fins pratiques, sont encore en bon état, les données en octaves servant à calculer les zones de sévérité sont de fait représentatives d'un équipement dont les chances de passer à travers un cycle opérationnel complet du navire sont très bonnes. Les données ne sont pas complètes, mais pour un échantillon de 20 machines, qui après révision présentaient des signatures en octaves se situant dans la première zone de sévérité, on a constaté que toutes ont fonctionné de façon satisfaisante pendant le cycle subséquent de 48 mois. L'expérience

Since the octave-band data base employed to calculate the vibration severity zones is an equal mix of newly refurbished machines and machinery which for all intents and purposes is still in good order, in fact it represents equipment which has a high probability of surviving a complete ship's cycle. Data are not by any means complete, but in a sample of 20 machines, which after refit had octave-band signatures within the first severity zone, all of them performed satisfactorily over the subsequent 48-month cycle. The experience of the NEUs has been that the severity zones are a reliable mechanism in ascertaining the condition of individual machinery units.

Severity Zone Trends and Maintenance Policies

In addition to the direct correlation which has been established between severity zones and equipment condition, the norms also provide a measure of the outcome of any maintenance policy or work procedure which influences the state of machinery. In fact, any change in the machinery life cycle which affects the total operating environment will alter the generated vibration octave-band signature and, hence, cause a proportional change in the current severity zones. Obviously, there is a distinct time lag between the implementation of a particular maintenance policy and its corresponding manifestation in the severity zone trend.

In order to use the severity zones as an index of the effectiveness of the maintenance policies, the variation in the norm levels with time is required, as opposed to the instantaneous value which is employed for condition assessment purposes. Furthermore, depending on the nature of the promulgated policy, the trend with respect to a unique machinery type or with respect to the complete class may be required. For example, if the maintenance policy in question dealt with a problem area encountered in a specific machinery type, the trend for that group of machines will reveal the effect of the new policies much before a measurable change is observed in the class trend.

Lastly, since the machinery vibratory response has distinct spectral characteristics which reflect the particular design specifications and operational features of its subassemblies, the octave band which contains the frequency generated by the component addressed in the new policy is expected to depict the largest change in the trend. Thus, changes in the octave-band vibration severity zone trends, either for the whole class or for a specific machinery group, provide a direct link to the promulgated maintenance policies.

The effects of a number of refurbishment actions undertaken by the navy on the evolution of the vibration severity zones are presented in the following section.

Discussion of Equipment Severity Zone Trends

Overall Trend of Steam-Destroyer Vibrations

Figure 2 shows the overall (25 Hz — 12 kHz) vibration severity zone trend of the steam-powered destroyers from 1968 to 1985. The abscissa value in this and subsequent figures represents the final year of the period used to compute the corresponding norms. This graph contains a broad overview of the vibration generated by the auxiliary equipment and depicts an almost monotonic decrease of the vibration amplitude with time, since 1968.

V/A was introduced in late 1969 following a three-year feasibility study. The first phase of the V/A program from 1969 to 1974 comprised the application of this technique to refit equipment in both civilian and naval dockyards. During this period several different octave-band meters were employed. Following the initial learning-curve span, the reduction in overall vibration amplitude has a more or less constant slope up to 1974.

acquise par les NEU indique que les zones de sévérité sont un outil fiable d'évaluation de l'état de la machinerie.

Zones de sévérité et politiques de maintenance

Outre la corrélation directe qui a été établie entre les zones de sévérité et l'état de l'équipement, les normes fournissent également une mesure du succès de toute politique de maintenance ou de toute méthode de travail qui influe sur la machinerie. De fait, tout changement survenant dans le cycle de vie de la machinerie qui influe sur l'environnement global d'exploitation modifie la signature en octaves des vibrations produites et, par suite, induit un changement proportionnel dans les zones de sévérité courantes. Manifestement, il s'écoule cependant un certain délai entre la mise en oeuvre d'une politique de maintenance donnée et sa manifestation correspondante dans l'évolution des zones de sévérité.

Pour que les zones de sévérité puissent servir d'indice de l'efficacité des politiques de maintenance, il faut connaître la variation dans le temps du niveau des normes, par opposition à leur valeur instantanée qui sert à évaluer l'état de la machinerie. De plus, selon la nature de la politique promulguée, il peut être nécessaire de connaître l'évolution des normes pour un type donné de machinerie ou pour une classe complète. Ainsi, si la politique de maintenance porte sur un problème éprouvé avec un type de machinerie donné, l'évolution des normes pour ce groupe de machines mettra en lumière l'effet de la nouvelle politique bien avant qu'un changement mesurable puisse être observé dans l'évolution des normes s'appliquant à la classe de machinerie.

Enfin, comme la réponse vibratoire de la machinerie présente des caractéristiques spectrales distinctes qui reflètent les aspects particuliers de la conception et de l'exploitation de ces sous-ensembles, l'octave qui contient la fréquence produite par l'élément visé par la nouvelle politique devrait représenter le plus grand changement dans l'évolution des normes. Les changements survenant dans l'évolution des zones de sévérité, soit pour l'ensemble d'une classe ou pour un groupe donné de machinerie, permet donc d'établir un lien direct avec la politique de maintenance promulguée.

Les effets d'un certain nombre de mesures de remise à neuf prises par la marine sur l'évolution des zones de sévérité des vibrations sont présentés dans la section qui suit.

Observations sur l'évolution des zones de sévérité

Évolution globale des vibrations des destroyers à vapeur

La figure 2 montre l'évolution globale des zones de sévérité (de 25 Hz à 12 kHz) des destroyers à vapeur, de 1968 à 1985. Dans cette figure et dans les figures subséquentes, l'abscisse représente la dernière année de la période ayant servi au calcul des normes correspondantes. Ce graphique donne un aperçu général des vibrations produites par l'équipement auxiliaire; on peut y constater une décroissance presque monotone de l'amplitude des vibrations depuis 1968.

Le PAV a été introduit à la fin de 1969 au terme d'une étude de faisabilité de trois ans. La première phase du programme, de 1969 à 1974, a porté sur l'application de la technique à la révision de divers équipements des chantiers navals civils et militaires. Plusieurs analyseurs en octaves différents ont été employés pendant cette période. Après la période initiale d'apprentissage, il a été possible de réduire plus ou moins régulièrement l'amplitude globale des vibrations jusqu'à 1974.

De 1974 à 1977, la réduction observée s'est accentuée mais elle n'était pas constante. Le phénomène est attribuable à l'introduction de nouveaux analyseurs d'octaves portatifs, au lancement de programmes de révision de nombreux navires et enfin à l'introduction du concept de la maintenance par

In the period 1974 to 1977, the observed reduction is somewhat steeper but not constant. The different reduction rates are attributed to the introduction of a new, portable octave-band meter in the dockyard program, the inception of multi-ship refit programs and the introduction of the maintenance-by-exchange concept. These three separate factors led to further reductions in the overall severity zones.

The last distinguishable segment of the trend covers the period from 1978 to 1985. This is characterized by an even steeper drop between 1979 and 1980, which coincides with the issuance of the standard octave-band meter to the ships. However, there is no documented evidence that the shipboard phase of the V/A program developed as promulgated.

Clearly, the 50% reduction (about 6 VdB) in broad-band vibratory response shown in Figure 2 is not solely due to the use of vibration analysis. A major portion of the credit must go to the various repair and maintenance centres which have achieved significant improvements in their workmanship.

Global 31.5- and 63-Hz Steam-Destroyer Trends

V/A is particularly suited to diagnosing defects associated with imbalance and misalignment. In the steam destroyer equipment, these defects appear predominantly in the 31.5-Hz and 63-Hz octave bands.

Figure 3 depicts a continuous decrease in these two octave-band severity zones with a general pattern very similar to that seen in Figure 2. Consequently, the comments made previously with respect to the effects of various maintenance actions apply to the trends depicted in Figure 3 as well. It should be emphasized that these reductions have been achieved despite the fact that the average age of the equipment included in the samples has increased by 15 years over the period covered by

échange. Ces trois facteurs distincts ont contribué à réduire davantage les zones de sévérité globales.

Le dernier segment distinct de l'évolution des zones de sévérité se constate pour la période allant de 1978 à 1985. Il est caractérisé par une chute encore plus prononcée entre 1979 et 1980, chute qui coïncide avec la livraison de l'analyseur d'octaves standard aux navires. On ne possède toutefois aucune donnée établissant que la phase à bord des navires du PAV s'est déroulée comme il avait été promulgué.

Manifestement, la réduction de 50 % (environ 6 dBV) dans la réponse vibratoire en large bande montrée à la figure 2 n'est pas uniquement attribuable à l'utilisation de l'analyse des vibrations. Une portion majeure est le fruit des efforts des centres de réparation et de maintenance dont la qualité de main-d'oeuvre s'est considérablement améliorée.

Tendances globales pour les destroyers à vapeur à 31,5 Hz et 63 Hz.

L'analyse des vibrations convient particulièrement à diagnostiquer les défauts associés aux déséquilibres et aux désalignements. Dans le cas de l'équipement des destroyers à vapeur, ces défauts se manifestent surtout dans les octaves de 31,5 Hz et 63 Hz.

La figure 3 montre une diminution constante des zones de sévérité de ces deux octaves, la tendance générale étant extrêmement semblable à celle qui est illustrée à la figure 2. En conséquence, les observations faites antérieurement au sujet des effets des diverses mesures de maintenance s'appliquent tout aussi bien aux tendances montrées à la figure 3. Il faut toutefois souligner que ces réductions ont été réalisées en dépit du fait que l'âge moyen de l'équipement compris dans les échantillons s'était accru de 15 ans au cours de la période couverte par le graphique. La réduction observée dans les

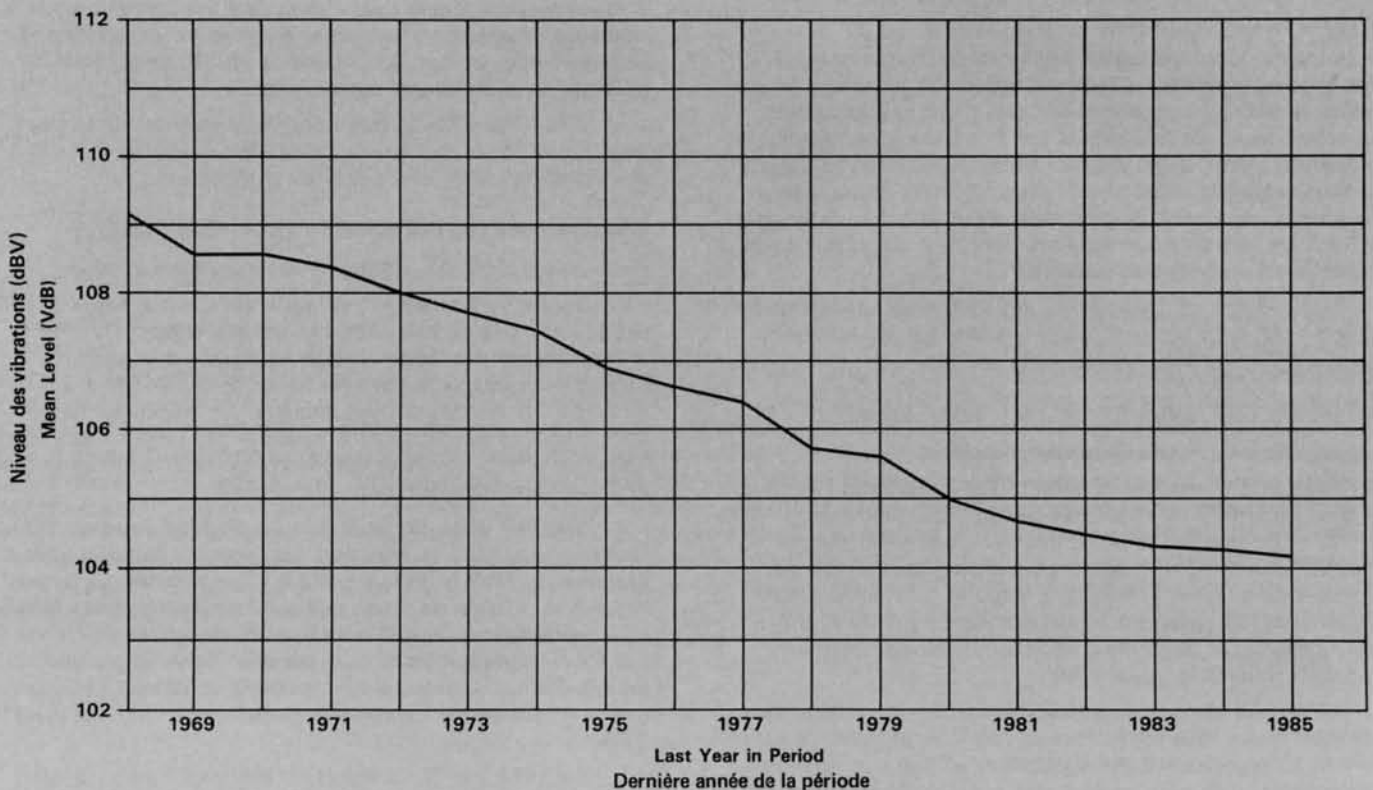


Figure 2. Overall Severity Zone Trend for Auxiliary Equipment in the Steam-Propelled Destroyers
Évolution globale des zones de sévérité pour l'équipement auxiliaire des destroyers à vapeur

the graphs. The observed reduction in the 31.5- and 63-Hz bands is 6.19 and 5.84 VdB respectively.

Main Extraction Pump 1-kHz-Band Trend

The main extraction pump employed in the steam-destroyer classes is a vertically mounted turbine driving an eight-blade, dual-stage impeller through a 5:1 reduction gearbox. The primary train gear-meshing frequency occurs at 2540 Hz (2-kHz octave band). The most severe vibration associated with the gearing system occurs at the half order of the meshing frequency (1270 Hz) which falls in the 1-kHz octave band.

In 1970, a procedure was instituted whereby all refurbished units were subjected to a rigorous performance test prior to returning the units to the naval stores system. Furthermore, since 1977, new gear sets were installed in all repaired units.

Figure 4 illustrates the 1-kHz severity zone trend for the main extraction pump. The levels remained constant until 1972 and then began to drop until 1979. From 1979 to 1983 the drop is more pronounced. In this instance there is a two-year phase lag between the implementation of new policy changes and the expected reduction in the norms. The delay represents the time taken between replacement of the gear sets and subsequent installation of the refurbished units in the fleet. From 1983 to 1985, there is a gradual increase in levels and this is possibly an indication that wear is beginning to have a noticeable effect on performance. It should be noted that the net decrease in the 1-kHz band over the period covered by the graph amounts to 13.57 VdB which represents a five-fold decrease.

Overall Trend of Gas-Turbine-Destroyer Vibrations

Figure 5 shows the overall (25 Hz — 12 kHz) vibration severity zone trend of the gas-turbine-powered destroyers from

bandes 31,5 Hz et 63 Hz est respectivement de 6,19 dBV et de 5,84 dBV.

Tendances de la bande 1 kHz de la pompe d'extraction principale

La pompe d'extraction principale employée dans les classes de destroyers à vapeur est une turbine verticale qui entraîne un rotor double étage à huit pales au moyen d'un réducteur 5/1. La fréquence d'engrènement de la pignonnnerie primaire est de 2540 Hz (octave de 2 kHz). Les vibrations les plus importantes de pignonnnerie se produisent à la moitié de la fréquence d'engrènement (1270 Hz), fréquence qui se situe dans l'octave de 1 kHz.

En 1970, la marine a mis en oeuvre une procédure prévoyant que toutes les unités remises à neuf devaient être l'objet d'un test de performance rigoureux avant d'être réexpédiées aux magasins navals. De plus, depuis 1977, de nouveaux ensembles d'engrenage ont été installés dans toutes les unités réparées.

La figure 4 illustre l'évolution de la zone de sévérité à 1 kHz pour la pompe d'extraction principale. Les niveaux sont demeurés constants jusqu'à 1972 puis ont commencé à chuter, jusqu'en 1979. De 1979 à 1983, la chute est encore plus prononcée. Dans ce cas, il existe un décalage de deux ans entre la mise en oeuvre des changements de la nouvelle politique et la réduction attendue des normes. Ce délai représente le temps écoulé entre le remplacement des nouveaux ensembles d'engrenage et l'installation subséquente des unités remises à neuf dans la flotte. De 1983 à 1985, on constate une augmentation graduelle de niveau, ce qui indique peut-être que l'usure commence à avoir un effet appréciable sur la performance des unités. On constatera enfin que la diminution nette dans la bande de 1 kHz sur la période couverte par le graphique est de 13,57 dBV, ce qui représente une diminution d'un facteur cinq.

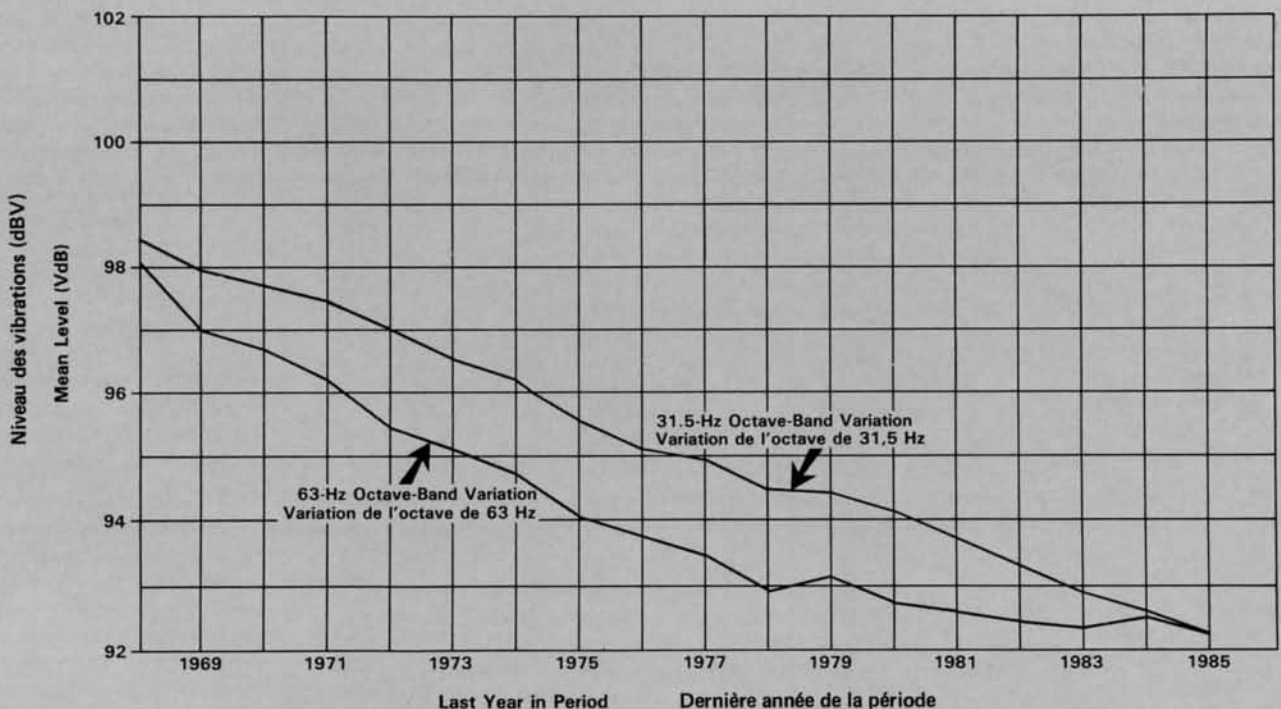


Figure 3. 31.5-Hz and 63-Hz Severity Zone Trends for Auxiliary Equipment in the Steam-Propelled Destroyers
Évolution des zones de sévérité de 31.5 Hz et de 63 Hz pour l'équipement auxiliaire des destroyers à vapeur

1973 to 1985. This graph gives a general picture of the vibration generated by the main propulsion and principal auxiliary equipment installed in the TRL-class ships. It shows a continuous reduction until 1978, followed by a levelling-off segment to 1985.

The four TRL-class destroyers were commissioned in 1972 and 1973. The ships entered a protracted period of familiarization with the new equipment and systems during which the defects inherent in new construction were gradually eliminated. This is represented by a continuous drop in the severity trend until 1978.

The ships became fully operational in 1977 and ship's staff priorities were altered to reflect the emphasis on first-line operational commitments. A steady state equipment condition level was reached, and thereafter the effects of wear and reduced shipboard maintenance caused the vibration level to start increasing. From 1978 to 1985 the levels appear to have remained more or less constant, indicating that maintenance and equipment wear are in balance.

Summary

The navy has implemented a successful octave-band, vibration analysis equipment health monitoring program encompassing the main propulsion plants and auxiliary equipment in all major elements of the fleet. On the strength of the results of V/A and a number of other EHM techniques, the navy is in the process of moving away from calendar-based maintenance towards the more cost-effective condition-based maintenance which is an integral part of the promulgated Reliability Centred Maintenance policy.

In the V/A program, the evaluation of the relative operational status of marine equipment is accomplished by a direct comparison of the measured vibratory levels to machinery severity zones which are continuously updated to reflect the

Évolution globale des vibrations des destroyers propulsés par turbines à gaz

La figure 5 montre l'évolution globale de la zone de sévérité (25 Hz-12 kHz) des destroyers propulsés par turbines à gaz, entre 1973 et 1985. Le graphique donne un aperçu général des vibrations produites par l'équipement de propulsion principal et l'équipement auxiliaire principal des navires de la classe TRL. On y constate une réduction continue jusqu'en 1978, suivi par un nivellement de la courbe jusqu'en 1985.

Les quatre destroyers de la classe TRL ont été mis en service en 1972 et en 1973. Pendant une certaine période, les équipages des navires se sont familiarisés avec le nouvel équipement et les nouveaux systèmes, période pendant laquelle les défauts inhérents aux navires nouvellement construits ont été éliminés graduellement. À cette période correspond une chute continue de la sévérité des vibrations, jusqu'en 1978.

Les navires sont devenus entièrement opérationnels en 1977, année où les priorités du personnel des navires ont été modifiées pour mettre l'accent sur la maintenance opérationnelle de première ligne. Le niveau des vibrations de l'équipement est parvenu à un régime permanent, et par la suite les effets de l'usure et de la réduction de la maintenance à bord ont entraîné une augmentation du niveau des vibrations. De 1978 à 1985, ces niveaux semblent avoir été plus ou moins constants, ce qui indique que les travaux de maintenance permettaient de contrebalancer l'usure de l'équipement.

Résumé

La marine a mis en oeuvre avec succès un programme de contrôle de l'état de l'équipement par analyse des vibrations en octaves, programme qui couvrait les groupes principaux de propulsion et l'équipement auxiliaire de tous les grands éléments de la flotte. À la lumière des résultats concluants de l'analyse des vibrations et d'un certain nombre d'autres techniques de contrôle de l'état de l'équipement, la

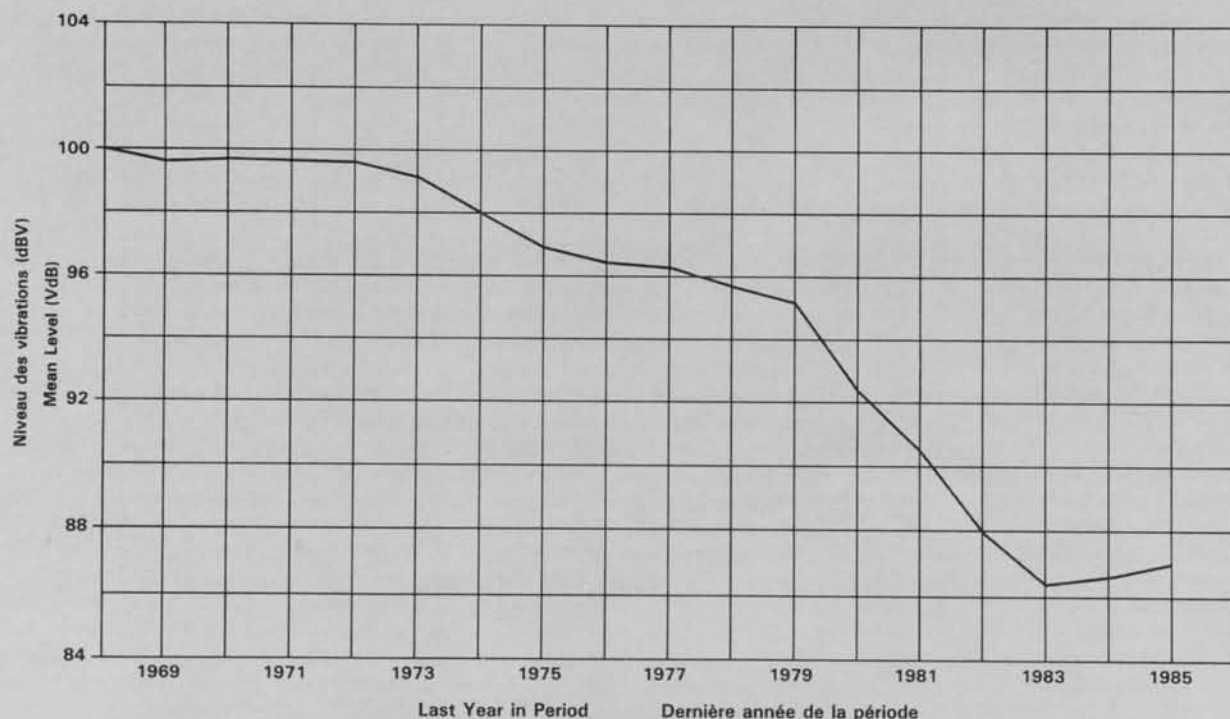


Figure 4. 1-kHz Severity Zone Trend for the Main Extraction Pump in the Steam-Propelled Destroyers
Évolution de la zone de sévérité de 1 kHz pour la pompe d'extraction principale des destroyers à vapeur

current status of shipboard equipment. The observed fluctuations in the level of machinery octave-band severity zones are directly related to changes in maintenance policies and procedures. This concept has been demonstrated with respect to the data obtained from the ISL, IRE, MKE, ANS and TRL-class destroyers which were the first elements of the navy to use vibration analysis as an indicator of equipment condition.

References

1. Xistris, G.D., "Implementation of Vibration Analysis as a Maintenance Tool", Naval Engineering Test Establishment, Report No. 4/69, February 1969.
2. The Naval Maintenance Policy Statement, Letter of Promulgation, Annex A to 10032-1 (DMES 6), 26 July 1984.
3. DMES 6, "Vibration Analysis Manual for DDH/ISL Class Machinery", Canadian Forces Technical Order (CFTO), C-03-020-026/MT-002, September 1981.

Dr. Xistris has been associated with the Naval Engineering Test Establishment (NETE) since 1969 and is an Associate Professor of Mechanical Engineering at Concordia University in Montreal. His work has been in the area of Equipment Health Monitoring and Reliability of Mechanical Systems, where he has published 12 articles in engineering journals and presented 26 papers in technical conferences. He obtained his Bachelor and Master of Engineering degrees from McGill University and his Doctorate from Université de Montreal (École Polytechnique). He is currently the Director of Engineering at NETE.



marine est en train de délaissier la maintenance programmée en faveur de la maintenance "à la demande", plus rentable, qui s'inscrit intégralement dans le cadre de la politique promulguée de maintenance centrée sur la fiabilité.

Dans le PAV, l'évaluation de l'état opérationnel relatif de l'équipement marin se fait par comparaison directe des niveaux mesurés des vibrations à des zones de sévérité qui sont constamment mises à jour pour refléter l'état courant de l'équipement des navires. Les fluctuations observées du niveau des zones de sévérité en octaves de la machinerie sont en relation directe avec les changements apportés aux politiques et aux méthodes de maintenance. Cela a été bien démontré à l'aide des données obtenues pour les destroyers des classes ISL, IRE, MKE, ANS et TRL qui ont été les premiers éléments de la flotte pour lesquels l'analyse des vibrations a servi d'indicateur de l'état de l'équipement.

Références

1. Xistris, G.D., "Implementation of Vibration Analysis as a Maintenance Tool", Naval Engineering Test Establishment, Report No. 4/69, février 1969.
2. The Naval Maintenance Policy Statement, Letter of Promulgation, Annex A to 10032-1 (DSGM 6), 26 juillet 1984.
3. DSGM 6, "Vibration Analysis Manual for DDH/ISL Class Machinery", Instructions techniques des Forces canadiennes (ITFC), C-03-020-026/MT-002, septembre 1981.

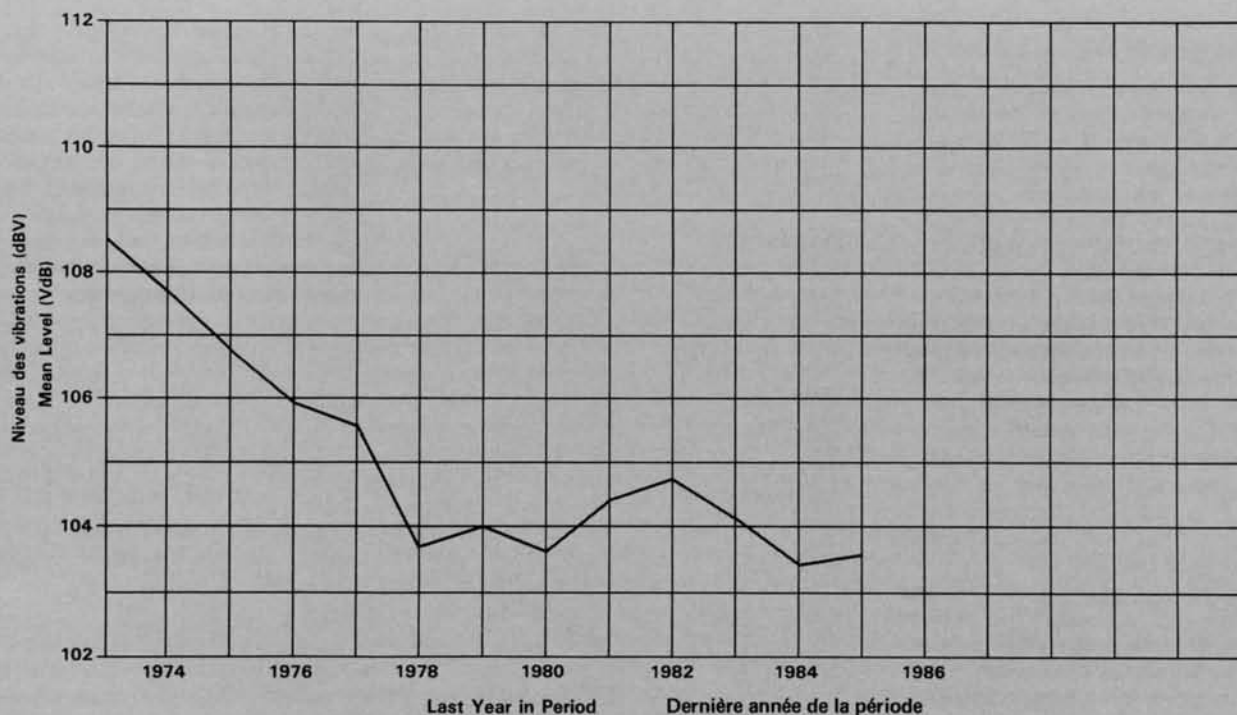
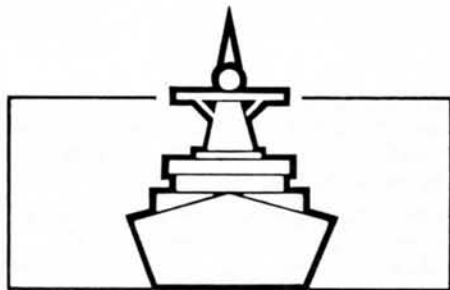


Figure 5. Overall Severity Zone Trend for Gas-Turbine-Powered (TRL) Destroyers
Évolution globale des zones de sévérité pour les destroyers (TRL) propulsés par turbines à gaz



Fleet Software Support

by R.C. Johnston

L'essor quasi exponentiel de la complexité du logiciel dans les programmes naval a obligé la marine à évaluer les besoins en ce qui attrait à l'entretien de ces logiciels. Les procédés qui ont été mis en place pour la gestion des logiciels sont discutés par rapport aux besoins de personnel, équipement et logiciel.

When the first DDH-280 slipped into the St. Lawrence River some fifteen years ago its CCS-280 Command and Control System was a very capable system for its time. It embodied virtually all of the, then, current tactical doctrine, and enabled command decision-making many times faster than any other system the navy had known. Add to that an underwater combat system (UCS-280), incorporating hull-mounted and variable-depth SQS-505 active sonars, and a digital fire-control system for the 5"50 gun and we had what could then be considered a very capable ship for its class.

But time has changed all of that. Attempts to squeeze enough out of the old CCS (L304) and UCS (SMR) computers to defend against today's smarter and faster weapons are no longer successful. Something always has to be given up. The CPF and TRUMP ships will certainly have the capability for modern combat, but where the old DDH-280 combat system had three computers with access to about 250 kilobytes of memory, the CPF alone will have more than 40 computers with access to over 20 megabytes of memory with a corresponding increase in the driving software. As more and more systems become dependent on embedded software, the navy faces a formidable task of managing a software load that will have grown from 100,000 lines of source code in the early 1970s, to an estimated five million lines by 1992. Admittedly about half of this will be supported by industry, but the navy is going to be hard-pressed to support the remainder in-house.

In November 1982 the Chief of Maritime Doctrine and Operations tasked DGMEM to consult with MARCOM in charting the way ahead for naval ship-

board software. A study was conducted by Cdr L.M. Maglieri (DMCS 7) and the results were published in July 1984. From his research, based on several independent studies of the causes of the high cost of software development and life-cycle support, he determined that effective software support had to be based on a "systems approach". One of the study recommendations was for the establishment of a software support centre in MARCOM to implement changes to software during its operational phase.

Accordingly, on July 12th 1986, the Fleet Software Support Centre (FSSC) was officially created as a division of the Naval Engineering Unit Atlantic, replacing the Combat System Division of the fleet school's Combined Support Division for support of the navy's "operational software". Establishing such a centre involved much more than publishing an organization chart and a mailing address. It also meant providing enough suitably qualified personnel, an infrastructure to support them and the hardware and software tools they need to perform the work efficiently and effectively.

Personnel

The development and support of operational software, particularly command and control software, benefits most from the combined experience and knowledge of military technical and operator officers, and civilian software specialists. The technical officer applies the discipline required for creating and maintaining manageable software, the operator officer applies knowledge of the operational environment and of the users of the systems. Although the engineering discipline skills of the technical officer can be taught to the operator officer, the experience of the operator officer cannot be "taught" to the technical officer. Non-commissioned personnel participating in the maintenance of software can be taught good programming skills and some, given an appropriate aptitude and attitude, will develop sufficient insight into the systems aspects of software to

become good analysts or diagnostics programmers. The civilian programmers and analysts are able to provide the continuity and "corporate memory" so essential in such a complex undertaking. Hence, there is a need to staff software positions with personnel having a wide spectrum of skills.

One of the problems in the past has been the lack of a career path for the operational officer who wished to become a programmer/analyst. Officers with their sights on a command could not afford to spend their time on software support activities. Some who did enter the software field discovered a different type of challenge and a different sense of achievement, but these officers stayed with full knowledge that they had given up aspirations to command. The recent introduction of the Software Specialist subclassification now ensures that operational officers assigned to software support activities are not denied a career path. For military programmer/analysts wishing to qualify for more senior employment in the navy's software-related activities, the Software Engineering and Design course now being offered by the fleet school will introduce them to the advanced skills which will be prerequisite to advancement.

In order to manage the increased amount of software the navy is going to be responsible for, the personnel requirements for the FSSC have been estimated to include positions for 146 military and 50 civilian personnel. The military occupational requirements will be for:

- 61 operational officers certified "software specialist" or MARS 71E;
- 50 technical officers or MAREs;
- 32 non-commissioned officers from various occupations;
- two support staff; and
- one sea operations officer.

In general, the solution to the software life-cycle maintenance problem is the application of engineering principles

to software and, as with other engineering disciplines, the application of tools and utilities in an organized and constructive fashion.

Support Hardware

In the face of a computer hardware industry characterized by fairly rapid change, the FSSC has moved to establish the VAX family of mini-computers (using the VMS operating system) as the standard hardware suite for software support. With delivery of a VAX-11/785 and assorted peripherals came the need to dispose of the existing DEC 2020 computer which had been purchased for the DELEX Project. Although it performed well for the few years it was with the CSD/FSSC, the 2020 became an orphan due to the uniqueness of its software environment. It became the only DEC 2020 computer in North America to use HOST-16 version 6, running under the TOPS 10 operating system.

Disposal of the DEC 2020 has required the transfer of existing software from the DEC 2020 computer to the VAX-11/785. The transfer of the UCS and CCS has been completed, the DEC 2020 has been shut down and a second VAX-11/785 has arrived. Additional improvement in the performance of the software support system will occur with provision of a network (cluster) capability for the VAXs and additional user disk storage and terminals.

Software

Ideally, users of the program development and maintenance system at the FSSC should be able to work in a common environment. The type of computer they communicate with should not be visible, rather they should see a common keyboard, a common display, program menus that relate solely to the functions they want the system to perform, and software tools and utilities that are application-dependent as opposed to site-dependent. Equally, managers of the applications programs need to have a common set of controls and procedures for managing the configuration of their software. As a first step in this direction a series of improvements is planned in the program generation software of the FSSC:

- a. A set of configuration management and control tools is being purchased. The significance of this is that software managers will be able to control the configuration of software produced under the HOST-16 environment as well as that produced directly in the VMS environment. Additionally, it will be possible to automate to a large extent the procedures and controls

necessary for effective configuration management.

- b. A Language Sensitive Editor (LSE) has been purchased and is being modified for compatibility with the CMS-2M language. It is already usable with the higher-order languages hosted on VAX computers. A trial version of the LSE has been produced for the CMS-2M language and will be trialled in the FSSC.

The United States Department of Defense has issued a mandate that the higher order language (HOL) Ada shall be used for all computers that are integral to weapon systems. In Canada, the Chief of Engineering Maintenance has given the go-ahead for mandating Ada as the standard DND higher order language. A CRAD sponsored development project, known as the Naval Standard Software Engineering Environment (NSSEE) project, has been established to investigate and develop a set of common tools for the support of the navy's software, and to provide a vehicle for Canada's participation in the Ada Language System/Naval (ALS/N) project. As part of a separate project, the ALS/N will be modified to target it to the next generation of shipboard computer, the Militarized Reconfigurable Microcomputer.

Apart from the implications with respect to implementing embedded computer applications using Ada as the source language, a factor of significance which has to be considered is the ongoing support of software written using the CMS-2M HOL under the HOST-16 environment. Ada is not supported by HOST-16, and CMS-2M is not amenable to the software development and maintenance tools typically associated with Ada. But having to train personnel in two different operating systems, maintain expensive equipment and software support tools and retain different "user interfaces" to the software engineering environment is costly in all aspects of personnel, equipment and time overheads.

A related policy statement for configuration management of ship systems is being prepared which will ensure that:

- a. ship systems are managed as systems;
- b. MARCOM and NDHQ will collaborate to a greater degree in the management of ship systems; and
- c. software will have additional management and control constraints which recognize its special nature.

The Program Generation Centre currently being set up at the FSSC is oriented entirely about VAX hardware and software. There arises the problem of CPF software support compatibility. One

of the subcontractors for the CPF software is a vendor of his own hardware and software, the Univac 1100 computer and the HOST-16 software environment for CMS-2M code targeted to the Standard Digital Equipment on the CPF. Perhaps the Univac-hosted software could be transferred to the VAX computers, or the 1100 computer could be networked with the VAXs and it could be made a federated CPU for large processing activities. Obviously there is a cost associated with each of these approaches, however, it is equally apparent that maintaining a multitude of operating systems and user interfaces would be far more costly than establishing a single operating system and user interface. There is no easy solution to this problem, but one must be found.

Fortunately, the prime contractor for TRUMP is implementing a VAX-based PGC which will provide not only a flexible, standard user environment, but will additionally provide for maximum utilization of the PGC even while processing classified data. This will be done via the use of Local Area Network technology and the effective allocation of data processing equipment resources. The same technology will permit easy integration of TRUMP PGC equipment with the FSSC's system.

Conclusion

The quantity of software being delivered to the navy is far greater than we have previously experienced. Its development and maintenance is complex and requires skilled people working on expensive equipment to ensure that the embedded computer systems in which it is running are reliable, effective and maintainable. Fleet software support is evolving to meet the maintenance challenge.



A former naval officer, Bob Johnston graduated from RMC in 1964 and served as Operations Officer in HMCS Nipigon from 1968 to 1970. He retired from the navy in 1982 and is currently on the staff of DMCS 8, responsible for Software Technology Development and Application.

The MARE Council

by LCdr Gary Mueller and LCdr(R) Brian McCullough

Last February the navy's senior engineer officers gathered in Ottawa for the annual two-day meeting of the MARE Council. Under the chairmanship of Cmdre D.R. Boyle (DGMEM), 18 members of the 22-member council of MARE captains, commodores and flag officers met to discuss the major issues and problems affecting the maritime engineering classification and NCM technical trades. Their aim was to advise DGMEM, in his capacity of MARE Branch Adviser*, on branch issues, priorities and way ahead.

When Cmdre Ross initiated the MARE Council in 1977, his purpose was to establish a high-level council of naval engineers which could provide just such guidance. The MARE Branch Adviser provides a focal point for branch identity and is a source of specialist knowledge which the Personnel Group or the Maritime Commander can call upon when dealing with matters specific to the classification or trades. The branch advisory function itself embodies no executive authority, as responsibility for personnel matters rests with ADM(Per) or, in certain instances, with the commander of a command.

"The function," said Cmdre Boyle in a recent interview, "is limited to the advice I can give to these people and the assistance I can provide in either defining problems or helping them to implement solutions." He said he regards the MARE Council as an advisory senate, in the sense of a council of elders. "I am only one person, and thus need a lot of advice and input in order that I may present the corporate opinion on any subject and not just my own. I'm a conciliator by nature, and getting advice is one form of conciliation. If I'm to perform the function of Branch Adviser adequately, I want all the advice I can get."

Unlike previous years when the MARE Council discussed everything from naval projects to engineering subjects, the emphasis this year was put on personnel-related issues. The Council's mandate does not restrict the agenda to personnel items, but Cmdre Boyle said that he was concerned over the number of informational briefings that have been scheduled in the past. "I never saw the MARE Council as having a mandate for the professional development of senior MAREs," he said. "I saw it as an advisory council." He added that, while there are other ways to approach other problems, the personnel issues unquestionably need the attention of the Council. "I believe that's where the most useful work can be done," he said.

*DGMEM is a co-adviser for the Naval Operations Branch. His counterpart, the Chief of Maritime Doctrine and Operations, is responsible for the MARS classification and Sea Ops trades.

Le Conseil du Génie maritime

Par le LCdr Gary Mueller et le LCdr (Réserve) Brian McCullough

En février dernier, les officiers supérieurs du Génie maritime se réunissaient à Ottawa à l'occasion de l'assemblée annuelle de deux jours du Conseil du Génie maritime. Tenue sous la présidence du commodore D.R. Boyle, de la DGGMM, et regroupant 18 des 22 membres du Conseil composé des capitaines, des commodores et des officiers d'un grade supérieur du Génie maritime, cette réunion avait pour objet l'examen des grandes questions et des problèmes reliés à la classification du Génie maritime ainsi qu'aux catégories d'emplois techniques du personnel non officier afin de présenter au DGGMM, en sa qualité de conseiller du groupe des ingénieurs maritimes*, des recommandations relatives aux questions d'intérêt général, aux priorités et à l'évolution de la classification du génie maritime.

En mettant sur pied le Conseil du Génie maritime en 1977, le commodore Ross visait à établir un conseil d'ingénieurs maritimes haut gradés qui puisse formuler ce genre de recommandations. Le conseiller constitue la figure de proue à laquelle les membres de la classification du G MAR peuvent s'identifier et il représente une source de renseignements spécialisés à laquelle les membres du Groupe du personnel ou le commandant du Commandement maritime peuvent faire appel pour les questions propres à la classification ou aux catégories d'emploi du G MAR. La fonction de conseiller n'est assortie d'aucun pouvoir décisionnel; l'autorité en matière de personnel est dévolue au SMA (Per) ou, dans certains cas, au commandant du Commandement.

Dans le cadre d'une entrevue qu'il accordait récemment, le commodore Boyle a déclaré : "La fonction de conseiller se limite aux conseils et à l'aide que je puis offrir aux membres de la classification afin de cerner les problèmes ou de les aider à mettre en oeuvre des solutions." Il a dit considérer le Conseil du Génie maritime comme une assemblée consultative, au sens d'un conseil de sages, et a ajouté : "Afin de pouvoir présenter un point de vue d'ensemble sur une question donnée, en non mon opinion personnelle, je dois pouvoir compter sur une large éventail d'avis et de renseignements. Je suis conciliateur de nature, et recueillir des avis divers constitue une forme de conciliation. Pour m'acquitter de façon efficace de ma fonction de conseiller je dois connaître le plus grand nombre d'opinions possible".

Contrairement aux années précédentes où le Conseil du Génie maritime s'était penché sur de nombreux sujets, allant de projets navals jusqu'à des questions d'ingénierie, cette année le Conseil a mis l'accent sur des questions ayant trait au personnel. Le mandat du Conseil ne se limite pas à ces questions, mais le commodore Boyle s'est dit préoccupé par le nombre d'exposés informatifs inscrits à l'ordre du jour des

*Le DGGMM agit à titre de conseiller associé pour la classification des opérations navales. Son homologue, le chef de la doctrine et des opérations maritimes, assume la direction de la classification MAR SS ainsi que des catégories d'emploi rattachées aux opérations maritimes.

Highlights of the 1987 Meeting

State of the Trades

The NCM trades were reported to be in relatively good shape; a reflection, it was said, of the substantial effort expended during the last five to eight years in implementing the MORPS recommendations. The Council discussed the individual issues still requiring attention (e.g. promotion flows, East-West balance, training bottlenecks and the elusive steady state) and directed a number of follow-on activities for resolving them through consultation with MARCOM.

Reserve MAREs

The concept of forming a Reserve MARE Occupation has been the subject of discussion for some time. It has already been approved in principle, but other than that, little substantive action has been taken on the issue. In order to move things along the Council examined a strawman discussion paper, prepared earlier by Cmdre Lawder (COS MAT), which detailed a concept, role, training and employment of Reserve MAREs. It was agreed that the paper should be staffed to OPIs, OCIs and naval reserve divisions for comment, and that follow-on action should be taken towards implementing a MARE Reserve starting in mid-1988.

Women in Naval Occupations

The Council discussed the Minister's statement regarding trials for women to serve in previously restricted MOCs. The concept of women at sea was never at issue. Rather, the discussion centred on the start date and duration of a trial, and the extent to which the naval occupations would be opened. Council's chief concerns were:

- a. the number of women who might be available and willing to serve in hard sea occupations, and the need for adequate numbers to resolve accommodation problems, particularly with regard to privacy;
- b. the need to ensure that, wherever possible, women are present in the NCM and officer ranks;
- c. the possibility of an impact on sea/shore ratios or Home Port Division policies; and
- d. the need to ensure that there will be no overt or covert restrictions which could prevent women in the hard sea MOCs from having a full career.

Selection of EOs and CSEs for CPF and TRUMP Ships

The imminent introduction into service of the first CPF and TRUMP ships has prompted many officers to ask what criteria will be used to select the Marine and Combat Systems Engineers for these ships. At the request of the MARE career manager, the Council set up two subcommittees to develop selection criteria. Their recommendations will be forwarded to ADM(Per) staff in due course.

MARE Get Well Program

Cdr Cale, DGMEM's Special Projects Officer, presented a special briefing on the status of the MARE Get Well Program. One of the issues that was highlighted was the confusion over the requirement for Head of Department qualifications and defining when an officer is subclassification qualified. The point was made that Assistant HOD is clearly the preferred first posting for a 44B or 44C qualified officer, in order to get HOD qualified, but it is not the only possible first posting. A discussion on the causes of this problem centred on the MS bubble in the training system, the shortage of bunks at sea and the inevitability of some officers not getting HOD qualified immediately after subclassification qualification.

réunions précédentes. "En ce qui me concerne, a-t-il précisé, le Conseil du Génie maritime n'a jamais eu pour fonction l'avancement professionnel des ingénieurs maritimes haut gradés, je le considère plutôt comme une assemblée consultative." Le commodore Boyle a ajouté que s'il existe des méthodes différentes pour absorber d'autres questions, les problèmes en matière de personnel relèvent indiscutablement du Conseil. "Selon moi, c'est le domaine où notre action produira les meilleurs résultats" a-t-il conclu.

Faits saillants de la réunion de 1987

Situation au sein des groupes professionnels

On souligne que la situation au sein des spécialités du personnel non officier (PNO) est plutôt bonne et que cela résulte des efforts considérables consacrés au cours des dernières années (entre cinq et huit ans) à la mise en oeuvre des recommandations formulées dans le rapport de l'ÉRPNO. Le Conseil a examiné les diverses questions non encore résolues (p. ex. le flot des promotions, l'équilibre entre la côte Est et la côte Ouest, l'engorgement du processus instructionnel et l'impossibilité d'atteindre une dotation stable). Il a aussi déterminé certaines mesures à prendre pour résoudre ces problèmes de concert avec le Commandement maritime.

Ingénieurs maritimes réservistes

On étudie depuis un certain temps déjà la possibilité d'établir la catégorie d'emploi d'ingénieur maritime réserviste. Un accord de principe a déjà été obtenu, mais peu de mesures concrètes ont été prises depuis lors. Afin de relancer ce projet, le Conseil a étudié un document de travail rédigé par le commodore Lawder, CEM MAT, dans lequel ce dernier présente l'idée de base, ainsi que les modalités relatives à la fonction, la formation et l'emploi de l'ingénieur maritime réserviste. Le Conseil a convenu d'acheminer le document aux BPR/BC ainsi qu'aux divisions de la réserve navale pour obtenir leurs commentaires, et de prendre ensuite des mesures concrètes en vue de l'établissement de cette catégorie d'emploi au milieu de 1988.

Emploi des femmes au sein de la Marine

Le Conseil a examiné la déclaration ministérielle ayant trait à l'emploi expérimental de femmes au sein de groupes professionnels auparavant réservés aux hommes. Le principe même de l'emploi des femmes à bord d'un navire n'a pas été mis en question. Les échanges ont plutôt porté sur la date et la durée des essais et sur le nombre d'emplois de la marine qui seraient ouverts aux femmes. Le Conseil a manifesté certaines appréhensions dont voici les principales :

- a) le nombre de femmes qualifiées désireuses d'occuper des postes à bord d'un navire et la nécessité que ce nombre soit assez élevé pour justifier la construction d'installations sanitaires et de logements distincts à bord des navires, afin d'assurer l'intimité des militaires des deux sexes;
- b) la nécessité d'assurer, lorsque cela est possible, une présence féminine parmi les non-officiers et les officiers;
- c) l'incidence possible de cette mesure sur les lignes de conduite relatives à la proportion de temps de service en mer par rapport au service à terre (principe du port d'attache);
- d) la nécessité de s'assurer de l'absence de toute restriction, explicite ou implicite, qui pourrait empêcher les femmes occupant un emploi à bord d'un navire de poursuivre une carrière normale.

Sélection des ingénieurs maritimes et des ISC dans le cadre des programmes de FCP et de TRUMP

La mise en service imminente des premières frégates canadiennes de patrouille et des navires issus du programme

It was clearly presented that a MARE establishment review is necessary. It was obvious that while the Get Well Project was working for all subclassifications, the Combat Systems subclassification, having further to go to reach required strength, still has serious production problems. The Naval Constructor subclassification is also seriously under strength, and this must be addressed. The ensuing discussion centred on the MS/CS balance and the need to establish hard CS requirements in the establishment review. The topic of Engineers in Software was briefly touched on and it was agreed that software is not exclusively in the combat systems domain.

In summarizing, Cmdre Boyle stated that the major problem facing the classification is one of production, particularly with regard to CSEs. He emphasized the need for maintaining high recruiting levels and for defining a clear requirement through an establishment review.

MARE Establishment Review

The MARE structure was revised in January 1985, following the 1983 MARE Study and subsequent revision of MARE specifications and training. The essential next step, a complete establishment review, was never fully taken. The MARE Council agreed that an establishment review must pro-

de révision et de modernisation de la classe Tribal a amené de nombreux officiers à se renseigner sur les critères qui présideront à la sélection des ingénieurs-mécaniciens et des ingénieurs des systèmes de combat appelés à servir à bord de ces navires. A la demande du directeur de carrière pour la classification du G MAR, le Conseil a mis sur pied deux sous-comités chargés d'élaborer les critères de sélection. Leurs recommandations à cet égard seront acheminées au SMA (Per) en temps utile.

Programme de relance du G MAR

L'officier des projets spéciaux à la DGGMM, le commandeur Cale, a présenté un exposé spécial sur la situation du programme de relance du génie maritime. Il a notamment souligné la confusion qu'a entraînée l'exigence relative aux qualifications de chef de section, de même que la difficulté de déterminer le moment où un officier obtient une qualification de sous-classification. Il a été établi que la première mutation d'un officier qualifié dans la sous-classification 44B ou 44C devrait de préférence l'amener à un poste de chef adjoint de section, afin qu'il puisse obtenir la qualification appropriée, mais que d'autres mutations sont également possibles. Les échanges de vues relatifs aux causes de ce problème ont surtout porté sur l'engorgement du processus d'instruction, sur le manque de lits à bord des navires et sur le fait que certains officiers n'obtiendront sûrement pas la qualification de chef



The MARE Council (1987)

Seated (L to R) — Capt(N) Plant, Cmdre Broughton, Cmdre Green, Cmdre Boyle, Cmdre Lawder, Cmdre Murray, Capt(N) Brown. Standing (L to R) — Capt(N) Sutherland, Capt(N) Richards, Capt(N) Garneau, Capt(N) Saker, Capt(N) Baxter, Capt(N) Child, Capt(N) Dean, Capt(N) Reilley, Capt(N) Baker, Capt(N) Schaumburg, Capt(N) May. (Not Present) — RAdm Hotsenpiller, Capt(N) Bowkett, Capt(N) Preston, Capt(N) Harrison, Capt(N) Chiasson.

Conseil du Génie maritime (1987)

Assis (de gauche à droite) — Capt (M) Plant, Cmdre Broughton, Cmdre Green, Cmdre Boyle, Cmdre Lawder, Cmdre Murray et Capt (M) Brown. Debout (de gauche à droite) — Capt (M) Sutherland, Capt (M) Richards, Capt (M) Garneau, Capt (M) Saker, Capt (M) Baxter, Capt (M) Child, Capt (M) Dean, Capt (M) Reilley, Capt (M) Baker, Capt (M) Schaumburg et Capt (M) May. (Absents au moment de la photo) — CAm Hotsenpiller, Capt (M) Bowkett, Capt (M) Preston, Capt (M) Harrison et Capt (M) Chiasson.

ceed quickly* to ensure that the MARE Establishment defines the minimum qualifications necessary on the effective performance of each MARE position, and is consistent with the new specifications. As an ancillary task, the MARE Establishment Review would address other questions which have arisen as a result of current manning problems; namely:

- a. a large number (bubble) of junior marine systems officers for whom there are insufficient sea positions to provide timely employment and experience as Assistant Head of Department at sea; and
- b. a continuing shortage of combat systems officers.

*A MARE Establishment Review Board was formed under the Naval Personnel Planning Project and has prepared detailed objectives, evaluation criteria and terms of reference. The establishment review has since been completed and the subsequent report was submitted in June 87.

Action Resulting from the 1987 Meeting

Two forms of follow-on action came out of the Council meeting. Letters were sent to ADM(Per) and the Maritime Commander, expressing Council concerns and recommendations, and an action record was sent to all Council members, outlining the major action items and identifying action OPIs.

Conclusion

Cmdre Boyle attested to both the usefulness and effectiveness of the MARE Council:

"It allows us to focus on issues — to isolate ourselves and examine an aligned problem-set. I think the Council had significant influence and impact on the MARE Study, and it was instrumental in getting the MARE Get Well Program going. During MORPS the Council provided useful input to the debate. Those were difficult years, but we had the backing of Council in opinions. If the knights are all on board, it's going to happen. If they're not — it won't happen."

"Most of the personnel problems we'll have to face in the next few years are terribly complex and you've got to make sure you have properly identified the right problem — talk to everybody to find out. The MARE Council is a sound-ing board; a forum to test the concepts and to sound out courses of action before we implement them."

Cmdre Boyle also said that the Council is an effective means of keeping lines of communication open within the branch. *"I seldom have the opportunity to meet and exchange ideas with as many officers as I would like, therefore your MARE Council member is one of my principal sources of your ideas, opinions and concerns. Council members can also carry the message to the field. If they are part of the decision-making process, then they are able to explain the long-range plans and the rationale behind them. This is just common sense."*

"If it does nothing else," he said, "it gives the elders a chance to get at the boss and do some stubby finger-work on his chest."

de section immédiatement après la qualification de sous-classification.

La nécessité d'une revue des effectifs de la classification d'ingénieur maritime a été clairement établie. Il est apparu évident que le projet de relance avait produit de bons résultats pour toutes les sous-classifications; cependant, la sous-classification des systèmes de combat ayant un plus long retard à rattraper avant d'avoir des effectifs complets, cette dernière demeure aux prises avec des problèmes d'insuffisance de personnel qualifié. Il en va de même pour la sous-classification de construction navale. On devra donc s'attaquer à ces problèmes. Les échanges qui ont suivi ont porté sur la proportion d'ingénieurs-mécaniciens et d'ingénieurs de systèmes de combat et sur la nécessité d'établir des postes d'ISC exclusifs dans le cadre de la révision des effectifs. On a brièvement touché la question des logiciels, pour finalement convenir que ces derniers ne sont pas uniquement du ressort des ingénieurs des systèmes de combat.

Pour résumer, le commodore Boyle a déclaré que la formation d'un nombre suffisant d'officiers compétents, en particulier dans le cas des ISC, constitue la plus importante difficulté avec laquelle la classification est aux prises. Il a souligné la nécessité de maintenir un taux de recrutement élevé et d'établir clairement les besoins dans le cadre de la révision des effectifs.

Révision des effectifs du G MAR

La classification du G MAR a fait l'objet d'une révision en janvier 1985, à la suite de l'étude du G MAR menée en 1983 et d'une révision subséquente de la monographie de la classification ainsi que de la formation. La révision complète des effectifs, qui aurait dû constituer l'étape suivante, n'a jamais été entièrement réalisée. Le Conseil a donc convenu que la révision des effectifs doit s'effectuer sans délai* afin d'établir les qualifications minimales nécessaires à l'accomplissement des tâches inhérentes à chaque poste d'ingénieur maritime et de s'assurer que les effectifs soient compatibles avec la nouvelle monographie. Cette révision viserait, de façon accessoire, d'autres questions qui ont été soulevées à la suite des difficultés actuelles en matière de dotation :

- a) le grand nombre d'officiers subalternes au sein de la sous-classification d'ingénieur-mécanicien, alors qu'il existe trop peu de postes à bord des navires pour leur permettre d'occuper un emploi en temps utile et d'acquérir de l'expérience à titre de chef adjoint de section;
- b) l'insuffisance persistante du nombre d'officiers au sein de la sous-classification d'ingénieur des systèmes de combat.

*(Un Conseil de révision des effectifs du G MAR a été mis sur pied dans le cadre du Projet de planification du personnel naval et on y formule des objectifs précis, des critères d'évaluation et des attributions. La révision des effectifs est maintenant terminée et le rapport a été présenté en juin 1987.)

Mesures résultant de la réunion de 1987

La réunion du Conseil a entraîné la prise de mesures de deux types différents : des lettres faisant état des préoccupations et des recommandations du Conseil ont été acheminées au SMA (Per) et au commandant du Commandement maritime, et un relevé indiquant les principales mesures à prendre et désignant les responsables à cet égard a été remis à chacun des membres du Conseil.

Conclusion

Le Cmdre Boyle témoigne de l'utilité et de l'efficacité du Conseil du Génie maritime :

"Il nous permet de concentrer notre attention sur certaines questions — de nous isoler afin d'examiner une succession de problèmes inter-reliés. A mon avis, le Conseil a eu une incidence considérable sur l'étude menée dans le domaine du génie maritime et il a contribué à la mise sur pied du programme de relance du G MAR. En outre, la participation



LCdr Mueller is the subsection head for administration in DGMEM.

Le LCdr Mueller agit à titre de chef de la sous-section d'administration à la DGGMM.



LCdr McCullough is the Production Editor of the Maritime Engineering Journal.

Le LCdr McCullough agit à titre de directeur de la publication du Journal du Génie maritime.

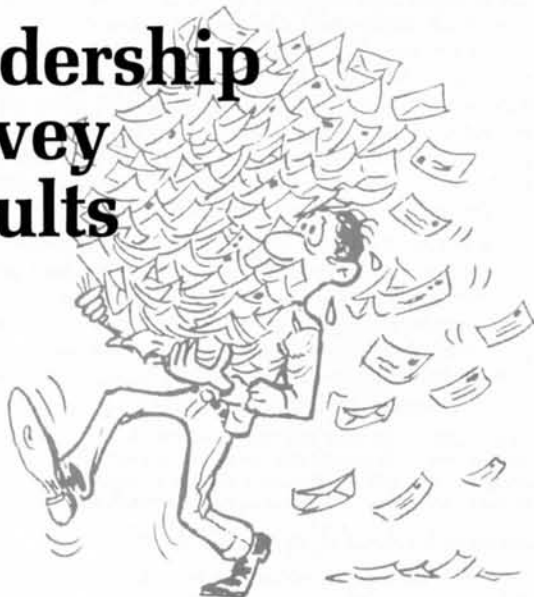
du Conseil aux séances de l'ÉRPNO s'est révélée très fructueuse. Nous traversons des années difficiles, mais pouvions compter sur le soutien du Conseil. Si les membres du Conseil sont prêts à jouer leur rôle de "redresseurs de torts", nos efforts seront couronnés de succès; dans le cas contraire, ils sont voués à l'échec.

"La plupart des problèmes en matière de personnel auxquels nous devons faire face au cours des prochaines années sont très complexes et il faudra s'assurer que l'on a bien cerné le problème visé — on doit en parler avec tout le monde pour savoir à quoi s'en tenir. Le Conseil du Génie maritime permet de recueillir l'opinion des intéressés; il constitue une tribune où l'on peut mettre ces idées à l'essai et sonder avant leur mise en oeuvre les options envisagées."

Toujours selon le commodore Boyle, le Conseil représente un moyen efficace de maintenir ouvertes les filières de communication au sein de la classification : "J'ai rarement l'occasion de rencontrer autant d'officiers que je le souhaiterais et d'échanger des idées avec eux. C'est donc en grande partie grâce à ma participation au Conseil que je peux connaître vos idées, votre opinion et vos préoccupations. De plus, les membres du Conseil peuvent véhiculer l'information aux ingénieurs maritimes exerçant leur profession au sein des diverses unités. Les membres du Conseil qui participent au processus décisionnel sont en mesure d'expliquer les plans d'action à long terme ainsi que les motifs qui les justifient. C'est là le simple bon sens."

"S'il n'apporte rien d'autre, a-t-il ajouté, le Conseil fournit aux anciens de la classification l'occasion d'attirer de façon non équivoque l'attention du patron!"

Readership Survey Results



In our January issue we included a questionnaire to find out what you do and don't like about the *Journal*. We also wanted to get your suggestions for improving the magazine. Of the 1,400 or so copies that we sent out, we received replies from 93 readers — that's about a 7% response.

Roughly grouped, 49% of the replies came from personnel in the commands, headquarters and project offices, 25% came from universities, training centres and military colleges, 20% came from fleet units, and the remaining 6% came from the field units and technical services detachments. In terms of years of involvement with naval engineering, 40% of our respondents indicated they had 20 or more years under their belts, 13% said they had 16 to 20 years' experience, 33% had between six and 15 years, and 14% had five years or less.

Résultats du sondage auprès des lecteurs

Dans notre numéro de janvier, nous avons inséré un questionnaire dans le but de savoir ce que vous aimez et ce que vous n'aimez pas à propos du *Journal*. Nous voulions aussi avoir vos suggestions pour améliorer le magazine. Des quelque 1 400 exemplaires que nous avons envoyés, nous avons reçu des réponses de 93 lecteurs, soit près de 7 %.

Sommairement, 49 % des réponses sont venues du personnel des commandements, du quartier général et des bureaux de projets, 25 % des universités, centres de formation et collèges militaires, 20 % des unités de la flotte, et les 6 % restants d'unités en campagne et de détachements de services techniques. Sous l'angle du nombre d'années d'activités au sein du génie maritime, 40 % des personnes interrogées ont indiqué qu'elles avaient 20 années ou plus d'ancienneté, 13 % en avaient entre 16 et 20, 33 % en avaient entre 6 et 15 et 14 % en avaient moins de 5.

La vaste gamme de commentaires que nous avons reçus nous a démontré que nombre de nos lecteurs manifestent à l'égard du *Journal* un intérêt bien plus que passager. Bien entendu, il était inévitable que certaines réponses illustrent le fait que la critique ironique est un art sans frontière, et nous en avons eu assez merci. Par exemple, l'un de nos lecteurs nous a dit que oui, le magazine répond aux objectifs qu'il s'était fixés, mais a ajouté, en passant : "C'est incroyable ce que l'on peut faire sans ressources". À notre demande de suggestion d'un titre plus approprié pour notre magazine, et sur la lancée de la remarque qu'il venait de faire, ce même lecteur nous a fait une réponse laconique : il a refusé de suggérer un titre en alléguant que "cela pourrait bien lui valoir des sanctions disciplinaires". Et le commandant d'un destroyer, cher-

The range of comments we received showed us that many of our readers have more than just a passing interest in the *Journal*. Of course there were bound to be replies that furthered the art of tongue-in-cheek criticism, and we got our fair share of them. For example, one reader told us that, yes, the magazine does meet its stated objectives, but then added the casual remark that "it is amazing what can be done without resources". On the heels of this throwaway line came his cryptic response to our request for suggestions for a more appropriate magazine title. He declined to suggest a title, claiming "there could be grounds for disciplinary action here". And the jury is still out on a destroyer captain's request for an article on the maintenance of air-conditioning systems in the steamers. Makes us wonder if he hasn't recently experienced the joys of cruising the warmer climes with a temperamental AC plant.

What was really encouraging was that almost every person who responded to the survey had some thoughtful opinion, criticism, insight or suggestion to give us. These will be considered by the editorial committee and in the months to come we will be introducing changes and new sections based on these comments. We will get to them in a moment, but first let's see how the *Journal* stacked up with the respondents.

Overall, 97% were favourably impressed with the *Journal*, 91% felt that it was meeting its objectives and 89% said they found the magazine useful. As far as the articles were concerned, more than 80% of those who responded to the survey judged the technical and non-technical articles to be just right, and 95% thought there was a good mix of articles in each issue. On the other side, the *Journal* was criticized for leaning too much towards the purely technical and for all but ignoring personnel development and Branch issues of concern to all ranks. Criticism was also aimed at the lack of controversial issues being dealt with, and one reader complained that most items covered by the *Journal* are either common knowledge or are covered better elsewhere.

The respondents called for generally shorter articles with more substantial discussions and less theory, and for more news briefs. They also indicated that they would like to see topical issues addressed in the Editor's Notes and have the Commodore's Corner deal more with issues and less with "motherhood". Another suggestion was that we should run photographs of authors alongside their articles.

On the question of humour, 84% agreed that there is a place for lighter material in the *Journal*, but most stipulated that it should be limited and tasteful. Cartoons would be welcome, they said, but we should keep away from a "cartoon corner". Several suggestions came in for publishing amusing, real-life anecdotes such as they do in the U.S. Naval Institute's *Proceedings* magazine.

On the more serious side, a number of people asked to see some type of nostalgia section where brief notes on naval history can be featured, and in the same vein it was suggested that we institute a "How We Solved the Problem" section where we can highlight personnel initiatives relating to engineering incidents at sea. It is interesting to note that about one third of all the suggestions for articles, features or new sections had something to do with personnel. In each issue, we were told, we should carry Branch news and trade updates in a Career Managers' Corner, snapshot descriptions of posting opportunities for all ranks, notices of appointments, promotions and retirements, and at least one personnel profile ("creature features", we call them) of the type we did on LCdr Dave Nairn for our September 86 issue.

Only 12 people responded to our question about the magazine title, and two of those said we should leave it as it is

che toujours un article sur l'entretien des systèmes de climatisation sur les bateaux à vapeur. C'est à se demander s'il n'a pas récemment vécu les joies de croiser sous des cieux torrides à bord d'un bâtiment aux installations de climatisation capricieuses.

Ce qui est vraiment encourageant, c'est que presque tous ceux qui ont répondu au sondage avaient un commentaire prévenant, une critique bienveillante, un petit mot ou une suggestion à formuler. Le comité de rédaction étudiera tout cela et, dans les mois qui viennent, nous introduirons les changements et nouvelles rubriques que nous aurons inspirés ces commentaires. Nous reparlerons de tout cela dans un moment, mais voyons bord comment les personnes interrogées ont évalué le *Journal*.

Dans l'ensemble, 97 % d'entre elles sont favorablement impressionnées par le *Journal*, 91 % pensent qu'il répond à ses objectifs et 89 % ont déclaré le magazine utile. En ce qui concerne les articles, plus de 80 % des personnes interrogées et qui se sont prononcées jugent que les articles techniques et non techniques touchent droit au but, et 95 % estiment que chaque numéro contient un mélange satisfaisant d'articles. Par contre, le *Journal* a été critiqué pour son penchant trop marqué vers un contenu purement technique qui ne laisse guère de place aux questions touchant le perfectionnement du personnel et les problèmes de la Branche qui concernent tout le monde, peu importe le grade. On a reproché aussi le manque de questions controversables et l'un des lecteurs s'est plaint de ce que la plupart des sujets traités dans le *Journal* abordent des notions qui n'apportent rien de nouveau ou qui sont mieux traitées ailleurs.

Les personnes interrogées ont demandé, d'une part, des articles généralement plus courts avec plus de discussion de fond et moins de théorie; et d'autre part, davantage de nouvelles brèves. À leur avis, il serait préférable que la rubrique du rédacteur en chef porte aussi sur des questions d'actualité et que le Coin du Commodore dépasse les petites déclarations bien gentilles pour s'attacher aux véritables problèmes. Autre suggestion : il devrait y avoir les photos des auteurs à côté de leurs articles.

Pour ce qui est de l'humour, 84 % conviennent qu'il y a de la place pour certaines choses plus légères dans le *Journal*, mais la plupart ont précisé qu'il ne faudrait pas d'excès et que cela doit toujours demeurer de bon goût. Les bandes dessinées seraient les bienvenues, ajoutent-ils, mais nous ne devrions pas tomber dans le "Coin de la bande dessinée". Plusieurs ont suggéré que nous publions des anecdotes réelles amusantes, comme cela se fait dans le *Proceedings* de l'Institut naval américain.

Plus sérieusement maintenant, un certain nombre de ceux qui ont répondu ont demandé une rubrique "nostalgie", où l'on pourrait trouver de brèves notes sur l'histoire de la marine, et, dans la même veine, il est suggéré que nous lancions une rubrique "comment résoudre le problème", où l'on pourrait mettre en lumière certaines initiatives individuelles prises par suite d'incidents techniques en mer. Il est intéressant de remarquer que près du tiers de toutes les suggestions d'articles, d'éléments ou de nouvelles rubriques étaient reliées au personnel. On a souligné que nous devrions avoir, dans chaque numéro, des nouvelles de la Branche et des informations sur les nouveautés du métier dans une rubrique "gestionnaires de carrières", des reproductions photos des possibilités d'affectations, peu importe le grade, des avis de nomination, de promotion et de retraite, et le profil d'au moins une personne (ce que, en anglais, on suggère d'appeler "creature features") du même genre que ce que nous avons fait sur le LCdr Dave Nairn dans notre numéro de septembre 86.

Seulement 12 personnes ont répondu à notre question sur le titre du magazine et deux d'entre elles nous ont suggéré de le conserver tel quel, parce que les lecteurs y sont maintenant habitués. Les autres ont déclaré souhaiter un titre plus court et plus facile à retenir, comme : *MARE Digest* ou

because readers are used to it now. The remainder suggested we move to a shorter, catchier title such as *MARE Digest* or *Marine Engineering Today* or to one that includes references to Canada or the navy such as *Canadian Naval Engineering Journal*, *Canadian Maritime Engineering Journal* or, simply, *Naval Engineering*.

All told, we were extremely pleased with the response to our survey, and we say thank you to those who took the time to answer our questions and give us ideas for improving the magazine. It was flattering to receive so many kind remarks, but at the same time we were grateful for your valid, unflattering criticisms as well. The important thing is that you have given us a lot to consider and from your strong consensus of opinion in so many areas we can now determine the direction in which we should take the *Journal*.

Marine Engineering Today ou encore, un titre qui fasse référence au Canada ou à la Marine, tel que *Canadian Naval Engineering Journal*, *Canadian Maritime Engineering Journal* ou *Naval Engineering*.

En fin de compte, nous sommes extrêmement heureux des réponses à notre sondage et nous remercions tous ceux qui ont pris le temps de répondre à nos questions et de nous donner les idées qui nous permettront d'améliorer notre magazine. Nous sommes charmés des si nombreuses remarques gentilles que nous avons reçues, mais en même temps, nous vous sommes reconnaissants des critiques peu flatteuses mais valables, que vous nous avez adressées. L'important, c'est que vous nous avez donné beaucoup de matière à prendre à l'étude et, grâce au fort consensus qui se dégage de vos réponses dans de si nombreux domaines, nous sommes maintenant en mesure de déterminer l'orientation que devrait prendre le *Journal*.

Here are just some of the subjects you said you would like to see featured in the *Journal*

- Submarine Engineering
- Pollution Abatement
- CASAP
- Configuration Management
- SRP II
- CPF Propulsion
- DND Industrial Relations
- Role of the LCMM
- Crew Training for New Vessels
- Major Capital Project Milestones
- Machinery/Equipment Selection Process
- Long-Term Engineering Plans
- MSEOs and the 3A Ticket
- Naval Architecture
- Nuclear Submarine Propulsion
- Damage Control
- CPF Equipment/System Trials
- Computer Architecture
- Missile Control
- Naval History
- MARE Career Path Beyond Commodore
- Personnel Profiles
- Implementation of the New Naval Maintenance Policy
- Engineering Incidents at Sea
- Employment Opportunities for MARE ROTPs

Voici certains des sujets qu'à notre avis, il faudrait couvrir dans le *Journal* —

- Génie des sous-marins
- Réduction de la pollution
- PCASM
- Gestion de la configuration
- PNR II
- Propulsion des FCP
- Role du GDVM
- Formation de l'équipage pour les nouveaux bâtiments
- Étapes importantes de réalisation des grands projets d'immobilisation
- Processus de sélection de l'équipement et de la machinerie
- Plans d'ingénierie à long terme
- OMSR et le "ticket 3A"
- Architecture navale
- Propulsion des sous-marins nucléaires
- Contrôle des dommages
- Essais des systèmes et de l'équipement de la FCP
- Architecture des ordinateurs
- Contrôle des missiles
- Histoire de la Marine
- Cheminement de carrière du G MAR au-delà du grade de Commodore
- Profils individuels
- Mise en oeuvre de la nouvelle politique de maintenance navale
- Incidents techniques en mer
- Possibilités d'emploi — PFOR G MAR
- Relations industrielles au sein du MDN

News Briefs

Fibre Optics Sensor Distribution System

A definition study for a bus distribution system for combat systems sensor data is under way at Computing Devices Company in Ottawa. The medium to be considered for the bus is fibre optics. Results of the study are expected this October.

Bulletin d'information

Système de distribution de données par fibre optique

La Computing Devices Company d'Ottawa est présentement en train de compléter une étude sur un système de distribution de données des détecteurs par fibre optique. Les résultats de l'étude seront disponibles en Octobre.



The maritime engineering community of Halifax recently hosted a Casino Night in the wardroom of CFB Halifax. As a result, \$2,260 was raised for a Computerized Clinical Information System for the Poison Control Centre of the Izzak Walton Killam Hospital for Children.

(From left to right are: Cmdre & Mrs. E. Lawder, Dr. & Mrs. Anderson, Janis Kinnie, LCdr & Mrs. R. Gebbie.)

La communauté du Génie Maritime de Halifax a récemment organisé une soirée Casino au Carré des Officiers de la BFC Halifax. On a amassé \$2,260 comme contribution à l'acquisition d'un système informatisé de renseignements cliniques qui servira au centre du contrôle de poison de l'hôpital des enfants, Izzak Walton Killam.

(De gauche à droite sont: Cmdre et Mme E. Lawder, Dr et Mme Anderson, Janis Kinnie, LCdr et Mme R. Gebbie.)

Alliance Partners can Count on Canada

The Minister of National Defence told a group of international parliamentarians and dignitaries attending the fifth Transatlantic Conference in Washington, D.C. in July that the Canadian Forces "will be there when needed".

In his first address outside of Canada since unveiling the Defence White Paper last June, Mr. Beatty pledged that a consolidated Canadian presence in Europe will be both credible and realistic. He also emphasized the importance of Canada's commitment to NORAD.

"The White Paper should leave neither our friends nor our opponents with any doubt about where we stand," he said. "Our nuclear submarine program provides a clear statement of our determination to be effective and full partners in the defence of North America and the North Atlantic sea lanes. It will help us to protect our coastal waters and will address our commitment to prevent Canadian territory from being used in an attack on the United States."

"We are determined," he said, "that we will be a partner with the other democracies and not a protectorate".

Les partenaires de l'OTAN peuvent compter sur le Canada

Le ministre de la Défense nationale a déclaré devant un groupe de dignitaires et de parlementaires internationaux qui assistaient à la Cinquième Conférence transatlantique à Washington D.C. en juillet que les Forces Canadiennes seront au poste lorsqu'un aura besoin d'elles.

Dans son premier discours prononcé à l'extérieur du Canada depuis la publication du Livre blanc sur la Défense en juin, M. Beatty a soutenu qu'une présence canadienne consolidée en Europe serait à la fois crédible et réaliste. M. Beatty a également souligné l'importance de l'engagement du Canada à l'égard du NORAD.

"Le livre blanc ne devrait laisser aucun doute, dans l'esprit de nos alliés comme dans celui de nos adversaires, quant à la position que nous avons adoptée", a déclaré M. Beatty. "Notre programme de sous-marins nucléaires est la preuve de notre détermination à participer pleinement et efficacement à la défense de l'Amérique du Nord et des voies maritimes de l'Atlantique Nord. Il nous aidera à protéger nos eaux littorales, tout en nous permettant de remplir l'engagement que nous avons pris d'empêcher que le territoire canadien soit utilisé dans une attaque contre les États-Unis."

"Nous sommes déterminés", a-t-il poursuivi, "à être partenaire des autres démocraties, en non un protectorat."

AN/SQS-510 Engineering Design Model Contract Awarded

In July 1987 a contract worth \$15.9 million was signed with Computing Devices Company Ltd. of Nepean, Ontario

Signature d'un contrat pour un Modèle d'Étude de Conception du AN/SQS-510

En juillet 1987, un contrat d'une valeur de 15,9M\$ fut signé avec la Computing Devices Limited de Nepean, Ontario

for the production of the Engineering Design Model of the AN/SQS-510 sonar system.

The major activity involved in the contract is the repackaging of the sonar control cabinet in order to make it meet full military qualification standards. This requires a reduction in size and power requirements and the replacement of AN/UYK-502 computers with embedded M68020 microcomputers.

The contract also calls for the production of an AN/UY5-501 signal processor, a dual-screen SHINPADS Standard Display and other system components. The complete sonar is scheduled for delivery to *Nipigon* in September 1989 where it will undergo extensive sea trials.

A follow-on contract is expected to be issued this fall for the production of five AN/SQS-510 sonar systems. Two will be provided as part of the DELEX package to *Annapolis* and *Nipigon* while the other three will be delivered to the Portuguese New Frigate Program as Canada's contribution to a NATO Military Assistance Program.

Women in Combat Roles

Defence Minister Perrin Beatty announced in July that, effective immediately, women will be eligible to fly in CF-18 fighter squadrons and Army tactical helicopter squadrons. This is the result of the elimination of previous restrictions on the employment of women within Air Force units.

Last February, the Minister announced the creation of a trials office to conduct trials with women in combat roles. The decision to lift all restrictions in the Air Force is a result of the preliminary work in developing the trials proposals.

"The criteria governing our efforts to attain equality of opportunity for women in the Armed Forces have been that the operational effectiveness of units must not be impaired," said Beatty. *"In the Air Force, experience has shown that mixed-gender crews are now working effectively in maritime aircraft patrol, reconnaissance units and within air transport group. Therefore, we believe that the time has come to place women into fighter and tactical helicopter squadrons,"* Beatty added.

The elimination of restrictions for women in these squadrons was recommended by the Chief of the Defence Staff, General Paul Manson, who has also approved plans for evaluating mixed-gender employment in the combat ships of the Navy and combat units of the Army.

Trials will go ahead for women in combat roles in the Navy and Army. For the Navy, 25 percent of a destroyer ships company will be made up of service women by 1989 at which time a two-year evaluation to measure the impact of mixed-gender employment on operational effectiveness will begin. Because women flying anti-submarine helicopters would be based on a destroyer, mixed-gender employment in anti-submarine warfare helicopters will be part of the Navy trials.

Final recommendations regarding the impact of mixed-gender employment on unit efficiency in the Navy and Army are scheduled to be submitted to the Chief of the Defence Staff in 1991.

pour la production d'un Modèle d'Étude de Conception du sonar AN/SQS-510.

La fonction principale de ce contrat consiste à restructurer le cabinet de contrôle du sonar afin de recotter les normes militaires. Ceci demande que la grosseur de l'équipement et les besoins de puissance électrique soient réduits. Les ordinateurs AN/UYK-502 seront aussi remplacés par des micro-ordinateurs encastrés du type M68020.

Le contrat adresse aussi la production d'un processeur de signaux AN/UY5-501, d'une console de visualisation à double écran du type SHINPADS, et de plusieurs autres éléments. Le sonar doit être livré au *Nipigon* en septembre 1989 et sera alors soumis à des essais en mer.

Un deuxième contrat doit être accordé cet automne pour la production de cinq systèmes de sonar AN/SQS-510. Deux de ces systèmes seront installés à bord d'*Annapolis* et *Nipigon* dans le cadre du programme DELEX. Les trois autres sonars seront livrés à la Marine du Portugal puisqu'ils constituent la contribution Canadienne au Programme d'assistance militaire de l'OTAN.

L'Emploi de femmes dans des postes liés au combat

Perrin Beatty, ministre de la Défense nationale, a annoncé en juillet que dès maintenant les femmes pourront devenir pilotes dans les escadrons de chasse de CF-18 et les escadrons tactiques d'hélicoptères de l'Armée de terre. Ceci est le résultat de l'élimination des restrictions applicables à l'emploi des femmes dans les unités de l'Aviation.

En février dernier, le Ministre a annoncé la création d'un bureau chargé d'essais sur l'emploi de femmes dans des postes liés au combat. La décision voulant que soient abolies toutes les restrictions applicables à l'Aviation découle des travaux préliminaires ayant pour objet d'élaborer les propositions en prévisions des essais.

"Le critère qui a servi de fondement aux mesures que nous avons prises afin d'offrir aux femmes dans les Forces canadiennes les mêmes possibilités qui sont offertes aux hommes est qu'il ne faut nullement porter atteinte à l'efficacité opérationnelle des unités," a déclaré M. Beatty. *"Au sein de l'Aviation, l'expérience nous prouve que les équipages formés de militaires masculins et féminins sont maintenant une réussite dans les unités de patrouille et de reconnaissance maritimes et les groupes de transport aérien. Voilà pourquoi nous sommes d'avis qu'il est temps d'intégrer les femmes aux escadrons de chasse et aux escadrons tactiques d'hélicoptères,"* a poursuivi le Ministre.

L'élimination des restrictions relatives au personnel féminin dans ces escadrons a été recommandée par le général Paul Manson, chef de l'état-major de la Défense, qui a aussi approuvé les projets d'évaluation des emplois ouverts aux hommes et aux femmes à bord des navires de combat de la Marine et des unités de combat de l'Armée de terre.

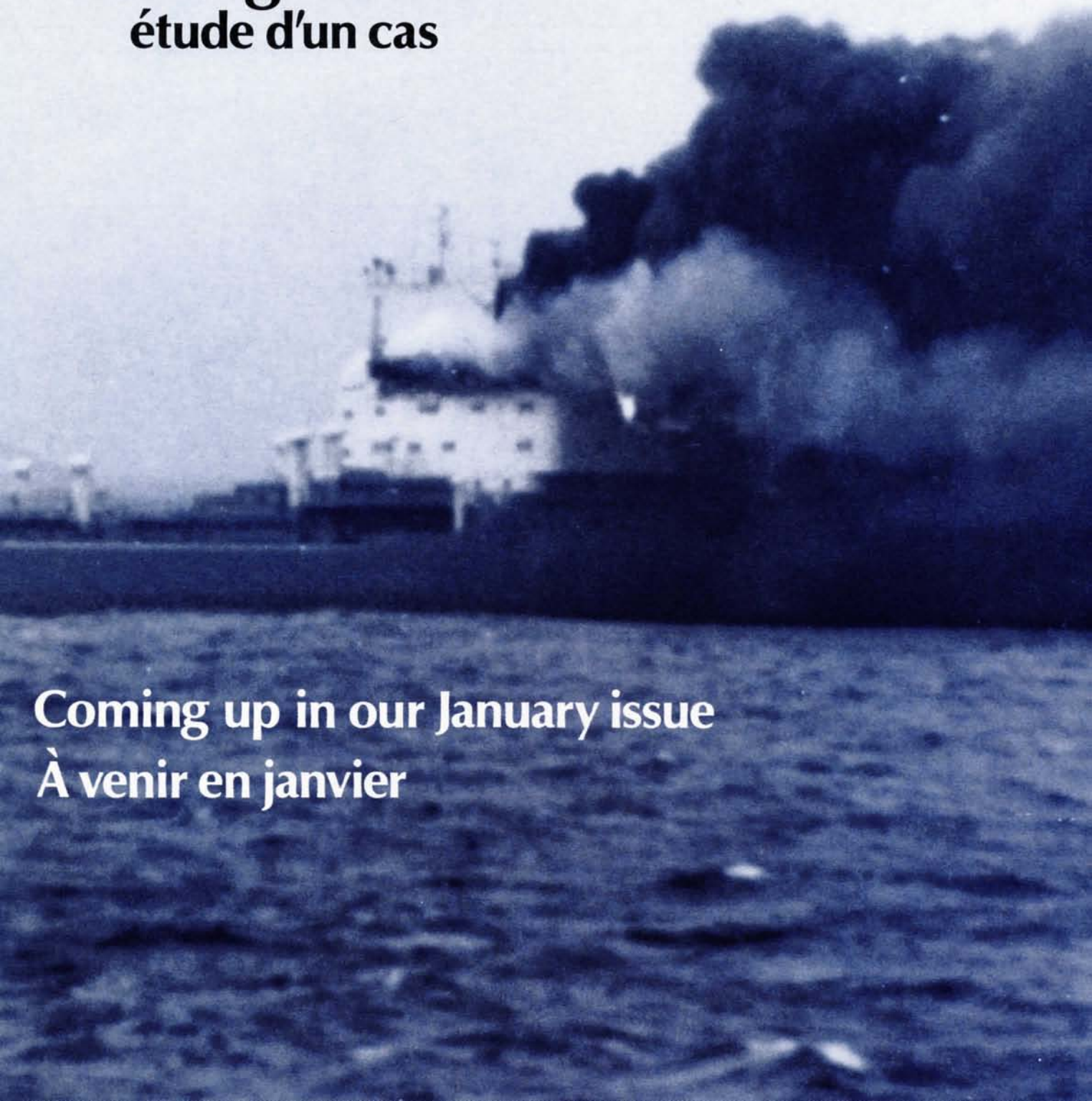
Les essais projetés porteront sur l'emploi de femmes dans des postes de la Marine et de l'Armée de terre liés au combat. Pour ce qui est de la Marine, il est prévu que les femmes constitueront 25 p. 100 de l'effectif d'un destroyer d'ici à 1989, date à laquelle on amorcera une étude de deux ans visant à mesurer l'incidence de l'emploi de militaires des deux sexes sur l'efficacité opérationnelle. Étant donné que les femmes qui piloteront les hélicoptères anti-sous-marins seront basées à bord d'un destroyer, l'emploi de femmes à bord d'hélicoptères de guerre anti-sous-marine fera partie des essais de la Marine.

Il est prévu que les recommandations définitives en ce qui concerne l'incidence de l'emploi de militaires des deux sexes sur l'efficacité des unités de la Marine et de l'Armée de terre seront présentées au chef de l'état-major de la Défense en 1991.

Salvage at Sea...
a case study

Sauvetage en mer...
étude d'un cas

Coming up in our January issue
À venir en janvier





The CPF Combat System...

From concept to reality ...page 7



Le systeme de combat des FCP...

de la conception à la réalité ...page 7