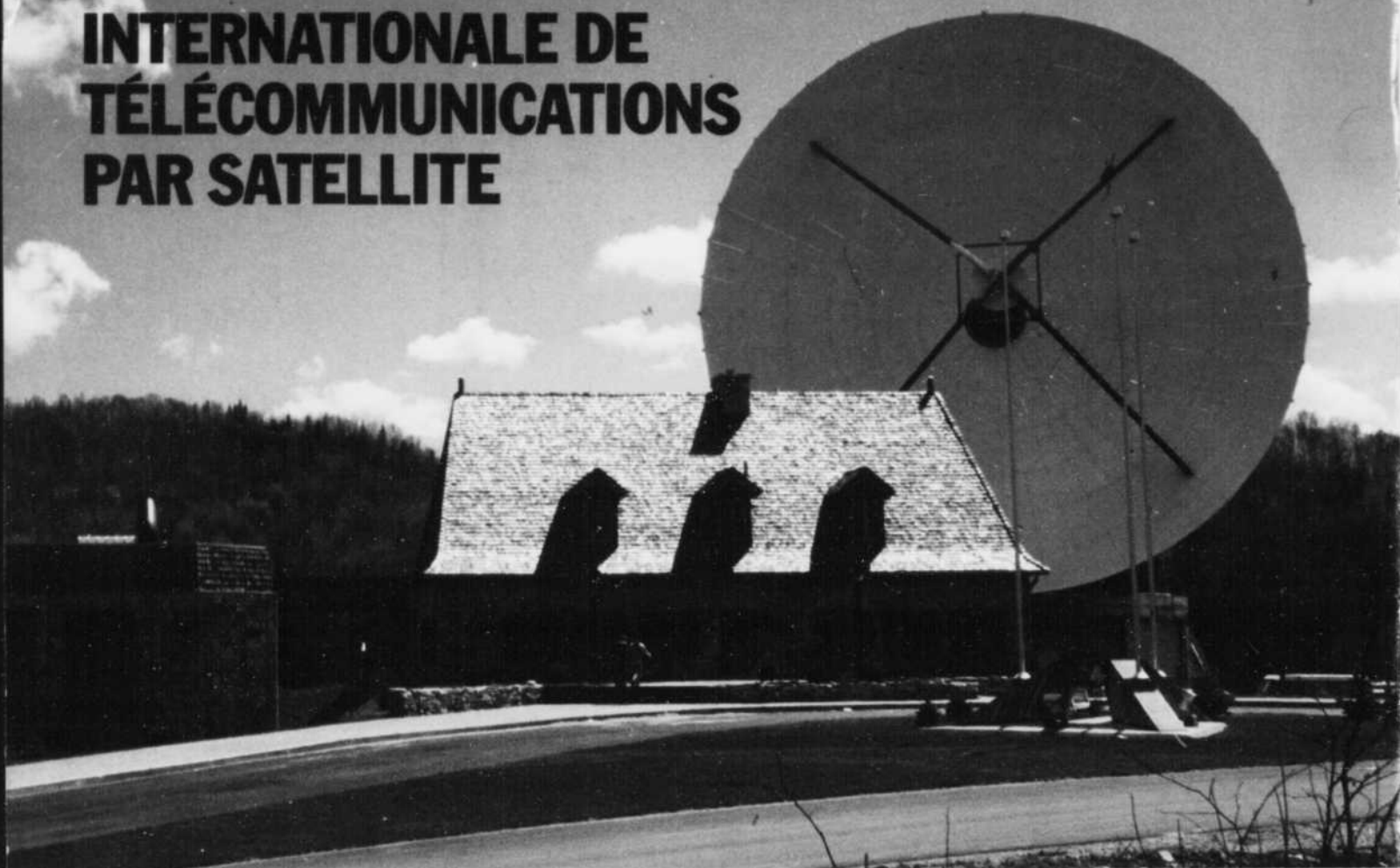


LE GÉNIE BIOMÉDICAL 2

La technologie et les services de santé

- 
- Le génie biomédical à la rencontre des besoins de l'hôpital
 - Organisation régionale d'un service de génie biomédical
 - Applications de l'informatique en cardiologie clinique
 - Télésanté: Les télécommunications au service de la médecine et de la dispensation des soins

LES ÉQUIPEMENTS DE FEDERAL PIONEER ALIMENTENT LA STATION TERRIENNE INTERNATIONALE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR SATELLITE



La station des Laurentides est située à Weir, au Québec, et fait partie du réseau Intelsat de télécommunications internationales.

Cette installation rurale éloignée des grands centres urbains a nécessité des équipements d'une grande qualité et d'une fiabilité à toute épreuve pour ses systèmes hautement automatisés. Les trois sous-systèmes principaux de l'alimentation sont interconnectés grâce aux équipements basse tension de Federal Pioneer, assurant une distribution fiable et une protection intégrale.

Dans ce type d'application aussi sophistiquée, c'est Federal Pioneer qui a conçu et fabriqué le matériel moyenne et basse tension à blindage métallique ainsi que les transformateurs à refroidissement liquide ou par air. Il est possible de fournir cet appareillage en sous-systèmes séparés ou en sous-stations individuelles totalement intégrées.

Parmi les systèmes offrant une protection totale, figurent les relais à semiconducteurs de surtension et de défaut à la terre, les systèmes de protection instantanée par sélection de zone (ZSIP) ainsi que les modules d'alarme/coupage type DSP, spécialement mis au point par Federal Pioneer.

Federal Pioneer dispose de 13 usines à travers le Canada, s'appuyant sur 20 points de vente, assurant la plus prompte assistance technique souhaitée.

Enfin, Federal Pioneer possède les produits et la capacité de service conformes à vos besoins et à votre réputation.

Pour des renseignements détaillés sur nos produits, consultez le point de ventes FPE le plus proche.



FPE

**FEDERAL
PIONEER**

FEDERAL PIONEER LIMITED

Bureaux de ventes dans les principales villes canadiennes.

ADMINISTRATION
ET REDACTION

a - Ecole Polytechnique
Case postale 6079 - Succursale « A »
Montréal, Québec, H3C 3A7
Tel. (514) 344-4764

COMITE ADMINISTRATIF

André BAZERGUI, ing.
Bernard BÉLAND, ing.
André BROSSARD, ing.
Jean-Pierre CHAMPAGNE, ing.
Gilles DELISLE, ing.
Guy DROUIN, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Roger FYEN, ing.
Roger P. LANGLOIS, ing.
Émeric G. LÉONARD, ing.
Gérald-N. MARTIN, ing.
Carol WAGNER, ing.

SECRETARE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

COMITE CONSULTATIF DE REDACTION

Bernard BELAND, ing.
directeur
Thomas AQUIN, ing.
Gérald BELANGER, ing.
Marc DROUIN, ing.
Yvon M. DUBOIS, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Claude GUERNIER, ing.
Norman McNEIL, ing.
Thomas H. PAVLASEK, ing.
Marc TRUDEAU, ing.
Charles VILLEMARE, ing.

RÉDACTEUR

Charles ALLAIN

PUBLICITE

JEAN SÉGUIN & ASSOCIÉS INC.
Courtiers en publicité

601, Côte Vertu, St-Laurent, Québec H4L 1X8
Téléphone (514) 748-6561

EDITEURS

Association des Diplômés de Polytechnique

En collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal,
la Faculté des Sciences et de Génie de l'Université Laval et
la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Sher-
brooke. Publication bimestrielle. Imprimeur: Les Pres-
ses Elite.

ABONNEMENTS

Canada \$10 / par année
Pass étrangers \$12 / par année
Vente à l'unité \$2

DROITS D'AUTEURS: Les auteurs des articles publiés
dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité
des théories ou des opinions émises par eux. Reproduction
permise, avec mention de source, on voudra bien cepen-
dant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publi-
cation dans laquelle paraîtront ces articles. — Engineering
Index, Biol. Chem. Sci. Abstracts, Periodex et Radar si-
gnalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR. ISSN
— 0020-1138 — Dépôt légal — Bibliothèque nationale du
Québec.

Tirage certifié: membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau



MAI-JUIN 1980

Numéro 337

66^e année

L'INGÉNIEUR

LE GÉNIE BIOMÉDICAL 2

La technologie et les services de santé

M. Fernand A. Roberge, ing., M.Sc.A., Ph.D., direc-
teur de l'Institut de génie biomédical de l'École Poly-
technique et de l'Université de Montréal, a agi com-
me coordonnateur de ce numéro.

4 INTRODUCTION

Fernand A. Roberge, ing., M.Sc.A., Ph.D.

7 LE GÉNIE BIOMÉDICAL À LA RENCONTRE DES BESOINS DE L'HOPITAL

Roger Jacob, ing., M.Sc.A.

Le remplacement des équipements désuets et l'introduction de tech-
nologues nouvelles exigent souvent des décisions difficiles car, même
si les investissements ne sont pas toujours en-soi très considérables,
leurs effets sur les coûts en personnel et en fournitures sont souvent
importants. Un Service de génie biomédical constitue pour l'hôpital
une source précieuse d'expertise pour faire face à ces situations et
pour arriver à une gestion compétente des ressources.

13 ORGANISATION RÉGIONALE D'UN SERVICE DE GÉNIE BIOMÉDICAL

Robert Jacob, ing. et Jean-Yvon Leclaire, ing., M.Sc.A.

Cet article écrit les fondements d'une approche régionale au problè-
me de l'organisation du génie biomédical et analyse brièvement
quelques modèles existants. On discute finalement des résultats at-
tendus de cette approche au niveau d'une région du Québec.

23 APPLICATIONS DE L'INFORMATIQUE EN CAR- DILOGIE CLINIQUE

Aimé-Robert LeBlanc, ing., D.Sc.A.

Parmi les plus importants secteurs de l'informatique appliquée en
cardiologie clinique, on retrouve l'interprétation de l'ECG assistée
par ordinateur, la surveillance de patients, l'électrocardiographie dy-
namique ambulatoire, le cathétérisme cardiaque et la médecine nu-
cléaire. Cet article présente les particularités des systèmes informati-
ques pour chacun de ces secteurs.

33 TÉLÉSANTÉ: LES TÉLÉCOMMUNICATIONS AU SERVICE DE LA MÉDECINE ET DE LA DISPENSA- TION DES SOINS

Fernand A. Roberge, ing., Ph.D., André Proulx, M.D.,
Gladys Pagé, M.Sc.,

Jacques Sylvestre, M.D. et Pierre Mathieu, ing., D.Sc.A.

Au Québec, la vaste étendue du territoire et la faible population en
dehors des grands centres urbains engendrent des problèmes diffi-
ciles au plan de l'accès aux soins médicaux spécialisés pour la popula-
tion des régions rurales ou isolées. Les télécommunications, par la
transmission rapide et économique des images, des signaux et de la
voix, offrent des éléments de solution fort intéressants.

RUBRIQUES

- 2 ABSTRACTS
- 41 OFFRES D'EMPLOI
- 46 ÉVÉNEMENTS À VENIR
- 48 RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

PAGE COUVERTURE

La page couverture a été réalisée par la section graphisme de l'École Poly-
technique de Montréal.

ABSTRACTS

BIOMEDICAL ENGINEERING SERVICES TO MEET HOSPITAL NEEDS

by Roger Jacob, M. Sc.A., eng.

The last two decades have confronted the hospital with more and more acute problems arising from unimpeded cost increases. Even though the investment cost is not always very large, replacing old equipment and introducing new technologies often lead to difficult decisions because of the impact on expenditures in personnel and supplies. A biomedical engineering service is an important source of technical expertise for the hospital and constitutes a strong basis for the competent management of resources.

COMPUTER APPLICATIONS IN CLINICAL CARDIOLOGY

by Aimé-Robert LeBlanc, D.S.A., eng

The organization of biomedical engineering services throughout the hospital network has become a key element for the solution of management problems arising from the widespread use of medical technology. This paper describes the basis for a regional approach to the problem of organizing biomedical engineering services and briefly analyzes a few existing models. Finally, results expected from the use of this approach are presented for one region of the Province of Quebec.

REGIONAL ORGANIZATION OF BIOMEDICAL ENGINEERING SERVICES

by Robert Jacob, eng., and Jean-Yvon Leclaire, M.Sc.A., eng

At the present time, the most important computer applications in clinical cardiology are : computer-assisted ECG interpretation, patient monitoring, ambulatory ECG, cardiac catheterization and nuclear medicine. The main features of these applications are discussed. The interest arises as a result of the intensity of clinical and research activities, as well as from the advanced state of development of available commercial system.

TELEHEALTH: TELECOMMUNICATIONS IN THE SERVICE OF MEDICINE AND HEALTH CARE

by Fernand A. Roberge, Ph.D., eng., André Proulx, M.D., Gladys Pagé, M.Sc., Jacques Sylvestre, M.D. and Pierre Mathieu, D.Sc.A., eng.

In Quebec, the dissemination of a relatively small population over a vast territory gives rise to serious problems of direct access to specialty medical care. Ever increasing costs put severe constraints on capital investment for rural and isolated regions. However, a potentially interesting solution is offered by rapid and economical transmissions of video and audio information through telecommunications. This paper describes the basic concepts of a TELEHEALTH system, together with some possible operational modalities, while noting the more recent developments occurring in this field.

La revue L'INGÉNIEUR et son orientation

La revue L'INGÉNIEUR est publiée sur une base bimestrielle et tirée à environ 10.000 exemplaires dont 85% sont distribués au Québec. Depuis sa création en 1915, sous l'appellation « revue trimestrielle canadienne », par l'Association des Diplômés de Polytechnique (ADP), la revue a évolué de façon continue : c'est en 1955 que le nom L'INGÉNIEUR lui est consacré.

Rappelons que les principaux objectifs de L'INGÉNIEUR sont :

- maintenir un lien entre les différents corps professionnels francophones reliés de près ou de loin aux travaux de génie ;
- permettre un échange de connaissances sur des études, des constructions ou des réalisations de projets d'intérêt général ;

- faire connaître aux ingénieurs les différentes réalisations dans le domaine du génie au Québec ;
- sensibiliser les ingénieurs aux différents aspects du défi technologique québécois et des besoins actuels et futurs ;
- traiter de l'aspect humain du génie et de ses contraintes économiques et autres dans le respect de l'environnement.

Bien que publiée sous la responsabilité de l'ADP, la revue n'en est pas l'organe officiel. Elle est gérée par un Comité administratif et sa politique rédactionnelle relève d'un Comité consultatif dont les membres ont une compétence qui couvre les différents milieux de génie du Québec.

L'INGÉNIEUR se veut un recueil d'articles scientifiques, notes techniques et discussions

présentés sous une forme non spécialisée, facile à lire par l'ensemble des ingénieurs. Les articles soumis sont évalués dans le cadre d'un système d'expertise faisant appel normalement à trois examinateurs. Seuls les articles originaux sont acceptés pour publication ; cependant le Comité consultatif de rédaction peut accepter un article ayant eu une publication restreinte si sa diffusion plus vaste est jugée utile et d'intérêt pour les ingénieurs lecteurs de la revue.

Les articles peuvent être soumis par les auteurs ou encore sur invitation, *particulièrement dans le cadre des numéros thématiques*. Les articles sont normalement publiés quatre mois environ après la date de réception.

Le Comité consultatif
de rédaction

LA SOLUTION FRANKI

Depuis bientôt 50 ans, Franki a eu à solutionner des problèmes de fondation particuliers au sol canadien. Les différentes techniques de construction développées par ses experts ont été

résumées sur des feuillets appelés "Faits divers Franki". Sur demande, on se fera un plaisir de vous les faire parvenir. Il suffit de remplir le coupon ci-dessous.

**VEUILLEZ ME FAIRE
PARVENIR LES
"FAITS DIVERS FRANKI"**

FRANKI CANADA LTÉE, 1320, boul. Graham,
Montréal (Québec) H3P 2C4

J'aimerais recevoir les
"Faits divers Franki"

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Province _____ Code postal _____



LI-6

INTRODUCTION

Dans une précédente livraison de la revue *L'Ingénieur*, nous présentions la problématique de la recherche en génie biomédical en insistant sur sa complémentarité avec les recherches effectuées dans les disciplines traditionnelles de la médecine et de l'ingénierie. Plusieurs exemples furent fournis, de façon à exposer la nature des problèmes rencontrés et les moyens adoptés pour leur trouver des solutions.

Dans le présent numéro, nous examinerons le rôle du spécialiste en génie biomédical en rapport avec les hôpitaux et les services de santé. Dans le cadre de cette étude, nous tenterons de mettre en valeur de façon particulière l'apport du génie biomédical à la gestion des ressources et à l'amélioration du fonctionnement des services médicaux et hospitaliers.

La technologie est bien implantée dans les hôpitaux et les services de santé, et ses nombreuses ramifications ont des répercussions sur la qualité des soins, l'accessibilité aux services et les coûts. Elle constitue, en réalité, la charnière de plusieurs systèmes de soins : qu'on songe, par exemple, au rôle clé joué par les services de biochimie et de radiologie en milieu hospitalier. Au Québec, où une partie de la population est disséminée sur un vaste territoire, des solutions à caractère technologique sont attrayantes pour résoudre certains problèmes d'accès aux services de santé. Les coûts élevés des soins et leur croissance quasi exponentielle sont attribuables en partie à une utilisation exagérée de la technologie. À cet égard, la préoccupation pressante d'une évaluation des procédures médicales, soit la détermination des coûts précis et de l'utilité réelle de ces soins pour certaines catégories de patients, porte souvent également sur les instruments médicaux et leur insertion dans le milieu de la santé.


Le bon fonctionnement des services médicaux et hospitaliers, surtout dans la perspective actuelle d'un équilibre budgétaire astreignant, exige une gestion compétente des moyens technologiques disponibles ainsi que des décisions éclairées au sujet des nouvelles technologies. Comme le montre l'article de Roger Jacob, l'expertise offerte par un service de génie biomédical en milieu hospitalier est à la base d'une utilisation judicieuse des ressources de l'hôpital. Afin de rencontrer rapidement les besoins des patients et d'assurer l'efficacité du personnel hospitalier, il est nécessaire que les instruments médicaux offrent un fonctionnement continu qui soit à la fois fiable, sécuritaire et bien adapté aux exigences du milieu.

De plus, l'organisation sur une base régionale de certains aspects d'un service de génie biomédical peut être très avantageuse, comme l'expliquent Robert Jacob et Jean-Yvon Leclaire dans leur exposé. Il est clair que certaines ressources humaines hautement spécialisées devraient être partagées par plusieurs centres hospitaliers, autant pour limiter les coûts engendrés par chaque hôpital que pour permettre à ces spécialistes de s'attaquer à une variété suffisante de problèmes. De cette façon, un service régional de génie biomédical peut jouer un rôle complémentaire à celui qui est requis à l'intérieur même de l'hôpital.

Idéalement, les nouveaux développements technologiques devraient permettre d'accomplir les tâches plus efficacement sans amener une augmentation globale du personnel de santé ou de la consommation en fournitures. Le traitement de l'information relative à la santé à l'aide de l'ordinateur offre des possibilités intéressantes sous ce rapport.

La quantité considérable et sans cesse croissante des informations concernant la santé, parfois redondantes et peu utiles, est possiblement la plus grande cause de congestionnement et de l'inefficacité des services, car les mécanismes de manipulation, d'échange et de traitement des informations sont totalement inadéquats. Toutefois, à moins de disposer de ressources considérables, il faut se garder de tomber dans le sillon de l'informatique de grande échelle. Dans un premier temps du moins, ce sont les micro-ordinateurs et les mini-ordinateurs qui doivent servir à réaliser des actions ponctuelles d'envergure limitée : manipulation et gestion d'informations diverses, comptabilité des opérations d'un service, traitement des signaux physiologiques, aide au diagnostic, évaluation des régimes de traitement, compilations statistiques, analyses de tendances, etc.

Certains progrès ont déjà été réalisés dans cette voie en cardiologie clinique, comme le montre l'article de Robert LeBlanc. Il est à noter, cependant, que les applications actuelles ne sont pas exclusivement axées sur le traitement de l'information de santé. Dans tous les cas, on cherche également à utiliser l'ordinateur comme aide au diagnostic.

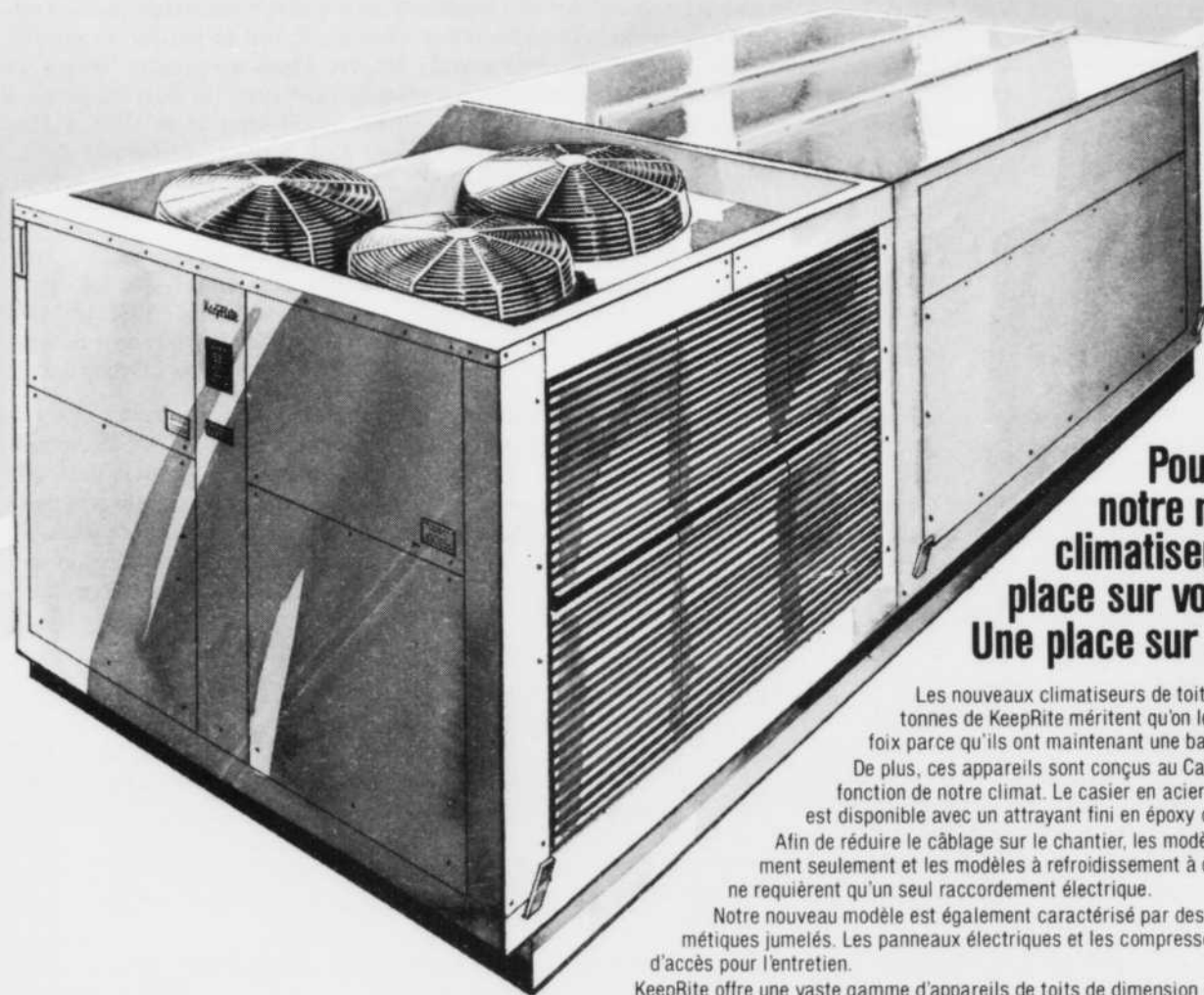
Sur le plan de l'accessibilité aux soins, particulièrement en ce qui a trait aux services spécialisés destinés à la population des régions rurales et éloignées, la technologie des communications offre des moyens intéressants. On réalise déjà de façon courante la transmission de signaux électriques et la consultation verbale par ligne téléphonique. L'addition de la transmission d'images représente une innovation attrayante, qui peut mener à la concrétisation de systèmes de TÉLÉSANTÉ pouvant répondre à des besoins pressants. Le texte fourni par le soussigné et collaborateurs vise à faire le point sur cette question. 

Fernand Roberge

M. Fernand A. Roberge est le coordonnateur de ce numéro sur le génie biomédical. Directeur du Programme de génie biomédical de 1970 à 1978, il dirige, depuis 1979, le nouvel Institut de génie biomédical de l'École Polytechnique et de l'Université de Montréal et il est également chef du service de génie biomédical de l'hôpital Sacré-Cœur de Montréal depuis 1973.

M. Roberge est diplômé de l'École Polytechnique (ing. 1959, M.Sc.A. 1960) et de l'Université McGill (Ph.D. 1964). Spécialisé en électronique et en physiologie, il fut successivement professeur adjoint (1965), agrégé (1969) et titulaire (1974) au département de physiologie de la faculté de médecine de l'Université de Montréal. Il a été membre du Groupe de recherche en sciences neurologiques du Conseil de recherches médicales du Canada de 1967 à 1975 et membre du Conseil des sciences du Canada de 1971 à 1974.

UNE PLACE DE CHOIX POUR UN PRODUIT DE CHOIX



**Pour
notre nouveau
climatiseur, une
place sur votre liste?
Une place sur votre toit?**

Les nouveaux climatiseurs de toits KCRT de 15 à 30 tonnes de KeepRite méritent qu'on les regarde à deux fois parce qu'ils ont maintenant une base pleine grandeur.

De plus, ces appareils sont conçus au Canada et fabriqués en fonction de notre climat. Le casier en acier galvanisé durable est disponible avec un attrayant fini en époxy cuit au four.

Afin de réduire le câblage sur le chantier, les modèles à refroidissement seulement et les modèles à refroidissement à chaleur électrique ne requièrent qu'un seul raccordement électrique.

Notre nouveau modèle est également caractérisé par des compresseurs hermétiques jumelés. Les panneaux électriques et les compresseurs sont faciles d'accès pour l'entretien.

KeepRite offre une vaste gamme d'appareils de toits de dimension allant de 2 à 50 tonnes.

Pensez à KeepRite pour le climatiseur de toit dont vous pourriez avoir besoin.

Pour obtenir fiches techniques, dépliants ou soumissions, entrez en communication avec le bureau de KeepRite le plus près de chez vous:

KeepRite Inc. B.P. 460, Brantford, Ont. Canada N3T 5P4

Bureaux de vente KeepRite: Halifax, Montréal, Ottawa, Toronto, Hamilton, London, Winnipeg, Calgary, Edmonton et Vancouver.

KeepRite

LE GÉNIE BIOMÉDICAL À LA RENCONTRE DES BESOINS DE L'HÔPITAL

Roger Jacob, ing., M. Sc. A.*

Résumé

Au cours des deux dernières décennies, le milieu hospitalier s'est vu confronté à des problèmes de plus en plus aigus découlant de l'augmentation accélérée des coûts. Le remplacement des équipements défectueux et l'introduction de technologies nouvelles exigent souvent des décisions difficiles car, même si les investissements ne sont pas toujours en-soi très considérables, leurs effets sur les coûts en personnel et en fournitures sont souvent importants. Un service de génie biomédical constitue pour l'hôpital une source précieuse d'expertise pour faire face à ces situations et pour arriver à une gestion compétente des ressources.

1. Introduction

L'époque où l'aide-dentiste jouait du tambour pour couvrir les cris du patient qui se faisait extraire une dent est heureusement révolue. De telles situations ont été reléguées au plan caricatural par les progrès de la médecine moderne avec les vaccins, les anesthésiques, les médicaments et une foule de moyens technologiques plus ou moins spécifiques. À un moment donné, le pendule a presque atteint l'autre extrémité de sa course, avec la vision que la science et la technologie pouvaient être une panacée à la plupart des maux qui affligent l'humanité. Comme le souligne un auteur américain réputé, un tel point de vue a prévalu au cours des années qui suivirent immédiatement la Deuxième Guerre mondiale : « A euphoric reverence for science and technology produced the widespread conviction that most ills of the world would succumb to appropriate technologies if only sufficient money, manpower, and management could be mobilized [1, page 2]. »

* M. Roger Jacob a fait ses études de premier cycle en génie électrique à l'École Polytechnique (promotion 1972) et ses études de génie biomédical (M. Sc. A. 1974) dans le cadre du Programme de génie biomédical conjoint de l'École Polytechnique et de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal. Il est ingénieur biomédical à l'Hôpital du Sacré-Cœur depuis 1974. Ses principaux domaines d'intérêt sont les laboratoires cliniques de biochimie et d'hématologie, la radiologie, la physiothérapie et l'électrochirurgie.

C'est essentiellement dans cette optique que les services de santé se sont développés depuis les années 50. Certes, l'automatisation, l'ordinateur et divers moyens technologiques de plus en plus sophistiqués ont permis d'offrir une grande variété de soins médicaux de haute qualité à une partie importante de la population des centres urbains. Toutefois, la congestion des services de santé dans les villes et le désintéressement des médecins pour la pratique dans les régions rurales et éloignées ont amené de graves problèmes d'accessibilité aux soins.

En tentant de corriger ces déficiences des services de santé, on s'est rapidement heurté au problème du coût global des soins. Bien sûr, la technologie n'est qu'un élément de ce problème complexe qui est surtout le résultat de forces socio-politiques et économiques. Dans le contexte nord-américain, la médecine est essentiellement une opération commerciale où le patient éventuel, qui est en même temps le contribuable supportant le système, n'a comme seul pouvoir que d'amorcer le processus de dispensation de soin. Pour la suite de la transaction, le patient est passif et on lui conteste même le privilège de se prononcer sur la nature des soins qu'il reçoit ou d'en apprécier la qualité.

Les coûts des soins de santé ont atteint un niveau inquiétant et leur montée en flèche semble devoir continuer (2). Aux États-Unis, les coûts sont passés de \$38,9 milliards en 1965 à \$206 milliards en 1979, soit 9,1% du PIB. Si cette tendance se maintient, les coûts doubleront à tous les 5 ans. Au Massachusetts General Hospital de Boston, une chambre semi-privée coûtait \$80 par jour en 1969 et \$189 en 1979. À l'unité coronarienne, un lit coûte actuellement entre \$400 et \$500 par jour. Au Cornell Medical Center de New York, il y a 10 ans, les frais d'hospitalisation pour un accouchement sans complication étaient de \$350; il en coûte aujourd'hui \$2,800 aux parents, dont \$1300 vont à l'hôpital. Environ 80,000 pontages aorto-coronariens ont été effectués aux États-Unis en 1978 à un coût unitaire variant entre \$10,000 et \$15,000; cette intervention chirurgicale n'existait pas il y a dix ans.

Au Canada, les coûts des soins de santé ont augmenté à un taux annuel moyen de 12% depuis 1953, pour atteindre un montant per capita de \$237 en 1971 [3]. Entre 1970 et 1975, les coûts passaient de \$5,2 à \$12 milliards, soit un accroissement annuel de 18,4% ; en 1977, les coûts des soins de santé représentaient 8% du PIB [4]. À ce rythme, le coût per capita estimé pour 1979 est de \$1000.

Les crédits annuels consacrés à l'achat de nouveaux équipements médicaux ne représentent qu'une faible partie du budget d'un hôpital, soit moins de 1%, alors que les salaires en représentent plus de 70%. Cependant, la disponibilité accrue de moyens techniques a un impact important sur les coûts d'opération. Selon une étude effectuée aux États-Unis, de 25% à 50% de l'augmentation des coûts que doivent supporter les hôpitaux est causée par l'introduction de nouvelles technologies [5]. Les nouveaux équipements, dont l'utilité clinique est quelque fois relative, contribuent souvent à augmenter le volume et la variété des soins dispensés, entraînent généralement un recrutement de personnel additionnel et une consommation plus élevée de fournitures médicales.

Au niveau de l'hôpital, à tout le moins, le problème posé est celui d'une gestion compétente de tous les aspects touchant les équipements médicaux, de façon à bien connaître l'impact sur les coûts d'opération et d'arriver à optimiser l'efficacité clinique et la sécurité des services hospitaliers offerts à la population. Dans cet article on présentera d'abord les principaux éléments du problème des équipements médicaux en milieu hospitalier. Ensuite on soulignera le rôle de l'ingénieur biomédical qui, en tant que spécialiste des questions relatives aux équipements médicaux et de leur insertion en milieu hospitalier, est en mesure de fournir une aide précieuse autant au personnel utilisant ces équipements qu'aux administrateurs confrontés par les problèmes de gestion des ressources.

2. Les équipements médicaux et l'hôpital

a) La diversité des équipements médicaux

Les deux principales catégories d'équipements médicaux sont ceux visant à assurer le soutien vital du patient et ceux servant à l'assistance médicale. Sans vouloir être exhaustif, le Tableau I fournit une liste de quelques types d'appareillage ayant une utilisation thérapeutique ou diagnostique. L'ordre de grandeur du coût unitaire traduit le degré de complexité ou de sophistication de ces divers équipements. Comme on peut le constater, un grand nombre de nouveaux instruments sont apparus depuis les années 60.

b) Perception globale du problème

Aux États-Unis, une étude de l'American Hospital Association a indiqué que les immobilisations hospitalières totales sont passées d'environ \$20 000 par lit en 1967 à \$62 816 en 1977 [6]. L'auteur n'indique pas s'il s'agit ou non de dollars constants. Toutefois, même en supposant un facteur d'inflation de 100%, on constate

TABLEAU I: Quelques appareils actuellement utilisés en milieu hospitalier.

	Coût Unitaire (1000\$, 1980)	Année approximative d'apparition en milieu hospitalier
A) Équipements de soutien vital		
a) Thérapeutique		
- ressuscitation cardiaque	6	1960
- cardio-stimulation (pacemaker)	2	1960
- respiration maintenue artificiellement		
- pression contrôlée	1	1952
- volume contrôlé	10	1970
- Dialyse rénale (rein artificiel)	8	1062
- circulation sanguine extra-corporelle	35	1950
- radiothérapie	150	1912, 1951, 1970
b) Diagnostique		
- surveillance cardiaque	7	1955
- surveillance fœtale	9	1965
B) Équipements d'assistance médicale		
a) Thérapeutique		
- ultra-sons	12	1955
- ondes électromagnétiques	7	1900, 1950
- courants électriques de stimulation	5	1950
- électrochirurgie	5	1928
b) Diagnostique		
- ultra-sons	100	1970
- tomographie axiale assistée par ordinateur (CT Scan)	de 200 à 1000	1973
- lecture d'électrocardiogrammes par ordinateur	de 175 à 500	1972
- analyseur biochimique à cadence élevée	de 50 à 350	1967
- analyseur rapide de globules sanguins	de 100 à 200	1967
- salle de radiographie :		
- graphie conventionnelle	125	1895, 1935
- fluoroscopie (conventionnelle)	275	1896, 1935
- fluoroscopie (télécommandée)	350	1960
- angiographie	450	1955
- caméra à scintillation gamma	100	1965

que les immobilisations ont plus que doublé en 10 ans. Une partie importante de cet accroissement vient de l'acquisition d'équipements médicaux à la fois nouveaux et plus nombreux.

En 1971, l'inventaire d'équipements médicaux majeurs au Canada était estimé à \$696 millions, et \$58 millions ont été dépensés en acquisitions nouvelles au cours de l'année, dont 22% pour la radiologie, 15% pour les laboratoires cliniques et 6% pour l'appareillage de monitoring [7]. En supposant que le nombre de lits pour les soins de courte durée était à ce moment de 109 000*, on avait donc un inventaire d'environ \$6300 par lit et un déboursé annuel moyen de \$500 par lit.

Au Québec, la valeur réelle des équipements médicaux était estimée à \$258 millions en 1975 alors que les achats, pour la même année, furent de \$12 millions [9]. Puisqu'il y a environ 25 000 lits pour les soins de courte durée, ceci équivaut à un inventaire approximatif de \$10 000 par lit et un déboursé annuel moyen de \$500 par lit.

Toutefois, la difficulté d'obtenir de la part des hôpitaux des inventaires fiables en équipements médicaux spécialisés explique en partie la non concordance de ces chiffres avec ceux donnés par des études sur l'activité commerciale au pays pour la même époque. Une de ces études permet d'estimer que la dépense annuelle moyenne au Canada était de \$1176 par lit pour les soins de courte durée en 1971 et de \$1728 en 1974 [4].

* Lits de traitement actif excluant ceux consacrés aux malades chroniques (8).

Même si les ventes d'appareillage rapportées ici comprennent la part des cliniques privées de médecins, de dentistes et de vétérinaires, il est probable que les déboursés annuels dépassent de beaucoup \$500 par lit par année.

Un examen plus détaillé de la situation au Québec montre que les disponibilités d'investissement annuel ne permettent pas un renouvellement suffisamment rapide de l'appareillage. Certaines régions font face à une situation de vieillissement avancé des équipements médicaux majeurs. C'est le cas de la région de Montréal, par exemple, où l'instrumentation de quelques 75 salles de radiologie et 30 unités mobiles ont plus de 16 ans d'âge [10]. S'il fallait remplacer tous ces appareils, un déboursé de plus de \$10 millions serait nécessaire. Or la masse monétaire disponible annuellement dans la région pour fin d'achat de tous les équipements médicaux ne dépasse guère \$8 millions, et la radiologie représente environ 40% des besoins exprimés. Cette situation témoigne donc d'un problème sérieux en matière de remplacement d'équipements désuets.

c) Problèmes au niveau de l'hôpital

Comme dans toute entreprise, les équipements médicaux d'un hôpital font l'objet de plusieurs types de désuétude. La désuétude matérielle est due au vieillissement des appareils. La désuétude technologique survient, par exemple, lorsque des appareils plus précis et plus sécuritaires deviennent disponibles et présentent des avantages notables par rapport aux appareils traditionnels. Le troisième type de désuétude, que l'on peut appeler économique, se produit lorsqu'il devient plus rentable d'acheter un nouvel appareil qui consomme moins de fournitures ou demande moins de personnel que l'appareil traditionnel. Dans ces trois cas, l'hôpital est appelé à faire des déboursés importants (voir tableau 1) qui, la plupart du temps, dépassent ses moyens.

Au Québec, le mode de financement des hôpitaux présente plusieurs contraintes au chapitre des investissements. D'abord, l'hôpital ne peut utiliser son budget d'opération pour fins de capitalisation. Le mobilier, les réparations aux bâtiments et les équipements médicaux doivent être financés à partir des revenus des chambres privées et semi-privées. Chaque hôpital conserve 45% de ses revenus propres, en remet un autre 45% au CRSSS (Conseil Régional de Services Sociaux et de Santé) et le reste au Ministère des Affaires Sociales. Les sommes reçues par le CRSSS sont redistribuées aux hôpitaux de la région sous forme de péréquation afin de soulager les établissements qui ont moins de revenus. Par conséquent, un hôpital donné peut tenter de rencontrer ses besoins en investissements à partir du 45% de ses revenus propres et en soumettant des demandes au CRSSS. En 1979, les demandes présentées au CRSSS de la région de Montréal se chiffraient à \$20 millions, alors que le budget disponible n'était que de \$4 millions [11].

Traditionnellement, les hôpitaux n'ont pas de comptabilité de prix de revient, et l'achat d'un appareil est considéré comme une simple facture à payer. Aucune mise de côté n'est effectuée en fonction de l'amortissement qui, la plupart du temps, n'est pas comptabilisé. Ainsi, aucune planification de renouvellement de l'é-

quipement désuet ou d'achat de technologie nouvelle n'est pratiquée à court, moyen ou long terme. Les appareils sont remplacés d'urgence lorsque survient une panne définitive. Les équipements basés sur des technologies nouvelles sont achetés sur la base de considérations diverses qui font rarement l'objet d'un examen critique systématique.

Les appareils médicaux sont de plus en plus complexes et peu d'hôpitaux ont le personnel qualifié qui leur permettrait de planifier le renouvellement et d'organiser adéquatement l'entretien. Très souvent l'hôpital se fie aux fournisseurs pour le choix des équipements et, pour les réparations, doit faire appel à des firmes parfois localisées à plusieurs centaines de kilomètres. L'entretien préventif est à peu près inexistant dans la majorité des hôpitaux, et les questions de sécurité (brûlures, irradiation, électrocution) ne sont pas toujours traitées adéquatement.

En somme, les équipements et systèmes médicaux d'un hôpital posent plusieurs problèmes techniques, opérationnels et administratifs. Dans le contexte des coûts élevés des services de santé et des restrictions budgétaires des hôpitaux, une gestion compétente de ces ressources et de leur utilisation revêt une importance considérable.

d) Éléments de solution

En plus des médecins, infirmières et technologues qui s'occupent des aspects cliniques, la disponibilité d'un éventail d'expertises techniques et scientifiques est nécessaire en milieu hospitalier pour faire face adéquatement aux problèmes posés par l'acquisition et l'utilisation d'équipements médicaux complexes et variés. Jusqu'ici, la plupart des hôpitaux ont pu bénéficier de la présence des biochimistes au niveau des laboratoires cliniques. Pour leur part, les physiciens se sont surtout préoccupés des problèmes reliés aux radiations : radiothérapie, médecine nucléaire, radiologie et radioprotection. Depuis peu, on retrouve des ingénieurs biomédicaux qui s'attaquent plus spécifiquement aux divers problèmes rattachés à l'entretien, à l'utilisation et au renouvellement des équipements médicaux. Enfin, un nombre croissant de techniciens spécialisés s'occupent d'une part importante de l'entretien des équipements.

Un petit nombre d'hôpitaux privilégiés disposent d'un personnel suffisant en professionnels et techniciens. D'autres en ont insuffisamment, tandis que la majorité en sont totalement dépourvus.

Au Canada, le nombre d'ingénieurs biomédicaux qualifiés œuvrant dans les hôpitaux était de 20 en 1971 [12], il est passé à 40 en 1975 et à 41 en 1978 [13]. Ceci pour 1368 hôpitaux disposant de 196,522 lits ; 87 de ces hôpitaux ont plus de 500 lits et 144 ont plus de 100 lits [8]. Au Québec, environ une douzaine d'ingénieurs biomédicaux œuvrent dans les hôpitaux.

3. Le rôle de l'ingénieur biomédical

a) Problème d'implantation d'un service de génie biomédical

La situation décrite ci-dessus pourrait laisser croire qu'il y a des demandes pressantes de la part des hôpi-

taux pour des ingénieurs biomédicaux et des techniciens. Tel n'est pas le cas, cependant, et on peut avancer diverses hypothèses pour expliquer cet état de chose. Les restrictions budgétaires qui frappent les hôpitaux inhibent fortement toute initiative dans ce sens, et la priorité est donnée aux services cliniques. Le mode de financement des hôpitaux a peu favorisé jusqu'à maintenant l'amélioration des méthodes de gestion axées sur l'utilisation optimale des ressources. La complexité du fonctionnement hospitalier rend difficile une démonstration spectaculaire de la rentabilité d'un service de génie biomédical car plusieurs des interventions sont sous la forme de consultations et de support technique difficiles à comptabiliser de façon précise.

Une étude américaine [14] rapporte que parmi 70 administrateurs d'hôpitaux questionnés sur le sujet, 50 ont indiqué qu'une étude bénéfices-coûts devait être effectuée préalablement à la création d'un service de génie biomédical. Ceci découlerait du fait qu'une faible valeur est accordée aux activités autres que celles dont la rentabilité est évidente, comme la réparation des appareils. Parmi 23 hôpitaux employant un ingénieur biomédical, 13 ont effectué une étude coûts-bénéfices avant l'embauche, et 12 ont démontré la rentabilité du service. Également, 18 administrateurs sur 23 ont répondu que les bénéfices secondaires à l'entretien des appareils, résultant de la présence d'un ingénieur biomédical dans l'hôpital, sont supérieurs aux coûts associés.

La situation au Canada est semblable à celle existant aux États-Unis. Elle est peut être même davantage favorable à la rentabilité d'un service de génie biomédical en milieu hospitalier étant donné la faiblesse de l'industrie canadienne des équipements médicaux et une disponibilité inférieure de ressources. Les tentatives faites pour estimer les coûts d'entretien des équipements médicaux spécialisés sont données au Tableau II. On remarque que la situation au Canada est généralement comparable à celle des États-Unis.

La grande variation des coûts d'entretien présentés au Tableau II est attribuable en partie à la diversité des équipements médicaux d'un hôpital. On peut compter plus de 200 types différents d'appareils, allant d'instruments simples comme un électrocautère à un système complexe comme un analyseur biochimique. Cette diversité pose des exigences très fortes au niveau de l'accès rapide aux pièces de rechange et de l'expertise technique nécessaire.

Les avantages probablement les plus importants pour l'hôpital disposant d'un service de génie biomédical bien organisé sont constitués par la disponibilité de ressources qualifiées pour les études techniques, la consultation et la formation du personnel de santé. Ces bénéfices s'ajoutent à ceux découlant des activités d'entretien correctif et préventif, tandis que les coûts additionnels impliqués sont faibles. De façon générale, pour un hôpital universitaire d'environ 500 lits, on peut estimer qu'un service de génie biomédical complet et bien structuré peut exiger un budget annuel ne dépassant pas 10% à 12% de la capitalisation en équipements médicaux spécialisés.

b) Les fonctions reliées au génie biomédical

En milieu hospitalier, les activités de génie biomédical gravitent autour des objectifs de l'hôpital reliés aux équipements et systèmes médicaux spécialisés, et se situent généralement dans le cadre d'un service de génie biomédical. Il y a d'abord une participation à l'analyse des besoins, à la planification et à la programmation des actions. Le rôle principal du génie biomédical se situe au niveau de l'acquisition des équipements médicaux, de leur bonne utilisation et de leur entretien adéquat au meilleur coût possible.

Le spécialiste en génie biomédical doit posséder une bonne formation multidisciplinaire s'il veut être efficace en milieu hospitalier. Il est tantôt un gestionnaire, tantôt un consultant et souvent un pédagogue. Une de ses qualités essentielles est de savoir communiquer et travailler avec des gens de formations différentes, comme l'administrateur, le clinicien, le technicien et les autres professionnels de la santé.

1- Analyse des besoins, planification et programmation

L'analyse des besoins, la planification et la programmation sont exercées lors de l'acquisition de nouveaux équipements ou du renouvellement d'équipements défectueux. Dans les deux cas, l'ingénieur biomédical est appelé à jouer le rôle de consultant et de gestionnaire.

La consultation porte surtout sur les activités d'analyse des besoins et de planification : elle vise à connaître les possibilités offertes par la technologie en évolution face aux besoins, et à mettre en évidence des expériences vécues dans d'autres milieux. Cette activité exige une mise à jour constante des connaissances en matière de technologie médicale, et favorise le regrou-

TABLEAU II : Estimés des coûts d'entretien de l'équipement médical spécialisé

AUTEURS	NOMBRE DE LITS	COÛT ANNUEL D'ENTRETIEN PAR RAPPORT AU COÛT DE CAPITALISATION INITIALE (%)	COÛT ANNUEL D'ENTRETIEN PAR LIT (\$) (5)
(7) ACNOR et Santé Canada, 1973	-	5 à 15%	-
(15) JOBS et McLAREN, 1975 (USA)	-	8%	-
(16) M.A.S., Québec 1977 (Québec)	-	Contrats : 3.4 à 16.4% Factures : 1.2 à 13%	-
(17) BEN-ZVI et GOTTLIEB, 1976 (USA)	+ Plus de 100 Moins de 100	10% jusqu'à 15%	-
(18) SHAFFER, 1976 (USA)	-	-	150 à 250
(19) ACUFF, 1976 (USA)	0 à 99 100 à 299 300 à 499 Plus de 500	3.6 à 38.5% 2.6 à 13.3% 3.8 à 11.7% .8 à 16.7%	13 à 424 48 à 595 106 à 642 30 à 400
(20) McEWEN, 1977 (Canada)	-	De 7 à 15%	-

pement de plusieurs ingénieurs biomédicaux spécialisés.

La contribution de l'ingénieur biomédical comme gestionnaire est mise à profit surtout dans le cadre de la planification du renouvellement de l'équipement vieillissant ou désuet. Ayant une responsabilité bien définie en matière d'équipement, le service de génie biomédical fournit les informations qui permettent de dresser l'inventaire et de faire le bilan des performances techniques des appareils en place. Ces données sont recueillies soit à partir des dossiers individuels des équipements, soit à partir de rapports techniques publiés dans la littérature.

De plus, l'aptitude de l'ingénieur biomédical à rédiger des rapports techniques consistants est appréciée, particulièrement lorsqu'il s'agit d'obtenir un financement de sources extérieures à l'hôpital.

2- Acquisition d'équipements médicaux.

Le processus d'acquisition d'équipements et de systèmes médicaux correspond normalement à des politiques d'achat bien établies, et l'ingénieur est appelé à travailler en étroite collaboration avec les utilisateurs des appareils et les divers services administratifs de l'hôpital.

Le processus d'acquisition comprend plusieurs phases dont la première est la pré-sélection des produits qui correspondent le mieux aux besoins de l'hôpital. Cette étape exige de l'ingénieur biomédical une très bonne connaissance du marché des équipements médicaux. L'étape suivante est la rédaction des clauses techniques du cahier des charges ou d'un devis d'appel d'offres. Suivent ensuite l'analyse des soumissions et l'étude de l'insertion de l'équipement en milieu clinique. L'appareil choisi est ensuite vérifié par le service de génie biomédical et l'utilisateur, en fonction d'un protocole d'évaluation très strict. En effet, l'expérience montre que 20% à 40% des appareils livrés en milieu hospitalier présentent une défektivité quelconque [21].

Finalement, une analyse est effectuée pour dégager les avantages comparatifs d'un contrat de service d'entretien avec le manufacturier ou la prise en charge par le personnel de l'hôpital.

3- Utilisation optimale de l'appareillage.

L'utilisation optimale de l'appareillage implique que l'équipement fonctionne et est utilisé de façon sécuritaire dans un environnement adéquat. Pour l'ingénieur biomédical, ceci se traduit par des actions sur les équipements auprès des utilisateurs et sur l'environnement.

Pour s'acquitter de cette tâche, l'ingénieur doit posséder une bonne connaissance des normes qui régissent l'équipement et son utilisation, tels l'ACNOR, la FDA, la NFPA, le NCRP, le Bureau des Instruments Médicaux et autres. Ceci implique également la mise sur pied de programmes de vérification périodique de la sécurité du fonctionnement des équipements et des installations fixes tels l'électricité et les gaz médicaux. Ces actions visent à prévenir en priorité les accidents reliés à la radiation, les brûlures reliées à l'électrochirurgie, l'électrocution, l'intoxication par les gaz, etc.

Des mesures doivent également être prises pour s'assurer de la précision et de l'exactitude des appareils. Dans certains cas, il est nécessaire de modifier le matériel ou le logiciel d'un équipement afin de le rendre plus sécuritaire ou d'améliorer son rendement.

La mauvaise utilisation de l'équipement et les erreurs des opérateurs constituent les points faibles de la technologie des équipements médicaux. Ceci est vérifié par la majorité des poursuites intentées contre les hôpitaux où un organisme reconnu (Emergency Care Research Institute) est appelé comme témoin expert [22]. L'ingénieur biomédical constitue une ressource pour l'utilisateur en matière de formation technique et scientifique, particulièrement lors de nouvelles installations et de changement de personnel.

Enfin, l'ingénieur est appelé à participer activement à la planification et au réaménagement d'aires à vocations, spécialisées, comme les laboratoires, la radiologie, l'unité coronarienne, les soins intensifs et l'hémodialyse.

4- Entretien adéquat

L'entretien adéquat doit traduire le souci du service de génie biomédical de s'assurer que les équipements et systèmes médicaux fournissent les meilleures performances aux coûts les plus bas, par la prise en charge de l'entretien préventif, du service correctif, et la gestion des activités connexes.

Pour l'ingénieur biomédical, ceci implique une bonne connaissance technique des équipements et une assimilation de la technologie sous-jacente. L'ingénieur voit à la rationalisation et à l'implantation des programmes d'entretien préventif et des réparations; lors de problèmes complexes, il agit comme personne ressource vis-à-vis des techniciens en équipement médical. Il met en place et coordonne les activités de gestion résultant de la prise en charge par le service de génie biomédical de l'entretien préventif et correctif des équipements. Souvent, l'ingénieur doit concevoir le système d'information et choisir le support informatique approprié, puisque les systèmes sur le marché ne présentent pas tous les avantages désirés.

Une fois le système de gestion mis en marche, les activités de gestion portent surtout sur la comptabilisation des coûts d'entretien en matériel et en main d'œuvre, le suivi de la facturation par les firmes extérieures, le respect des garanties, la mise à jour des inventaires d'équipements et de pièces de rechange, la mise à jour des bibliothèques techniques et scientifiques.

L'ingénieur doit voir à la formation technique et scientifique continue des techniciens du service de génie biomédical. Il doit également participer aux échanges d'information avec d'autres organismes intéressés aux questions d'entretien, de conception et de sécurité des équipements médicaux, tels l'Emergency Care Research Institute, le Bureau des instruments médicaux et les autres centres hospitaliers.

À cause de la rentabilité des opérations, l'entretien des équipements constitue la plupart du temps la pierre angulaire d'un service de génie biomédical. Les coûts de réparation sont souvent les seules données quantitatives utilisées par les hôpitaux dans le calcul

de la justification ou non d'embaucher des ingénieurs et des techniciens en milieu hospitalier, même si la plupart des hôpitaux sont incapables de préciser ces coûts avant la prise en charge par le service de génie biomédical [9, page 10].

Le problème d'un entretien adéquat des équipements constitue une préoccupation majeure de l'ingénieur biomédical à cause de la rentabilité de cette activité et des retombées secondaires telles la prolongation de la durée de vie des équipements, leur disponibilité accrue, leur fiabilité et leur sécurité.


5- Autres fonctions de l'ingénieur

Le rôle de l'ingénieur en milieu hospitalier est également lié à la taille, à la vocation et au degré de spécialisation de l'établissement. Par exemple, dans un centre hospitalier universitaire, l'ingénieur est appelé à participer à des activités d'enseignement et de recherche. Il est invité à participer au rayonnement extérieur de l'hôpital, particulièrement s'il s'agit d'un centre à vocation régionale ou supra-régionale, en répondant à des demandes de la part d'hôpitaux de plus petite taille. Sa participation à des comités et à des associations et sa contribution à des publications et à des conférences sont également sollicitées.

4. Conclusion

L'implantation d'un service de génie biomédical en milieu hospitalier présente des avantages directs évidents, tels le contrôle des coûts d'entretien, la disponibilité, la fiabilité et la sécurité des équipements. Les bénéfices indirects comprennent l'augmentation de la durée de vie des équipements, la centralisation de la responsabilité de l'entretien, les outils de gestion permettant de mieux planifier le renouvellement des équipements défectueux, une expertise technique et scientifique permettant d'avoir une meilleure perception des possibilités et des limites des nouvelles technologies.

L'augmentation des coûts d'acquisition et d'entretien reliés aux équipements et aux systèmes médicaux exerce une pression favorable à l'implantation de service de génie biomédical en milieu hospitalier. Cependant, les restrictions budgétaires imposées aux établissements en retardent le développement en faisant porter la décision sur la priorité à accorder aux services cliniques, plutôt qu'aux services de soutien et aux services administratifs.

L'expérience acquise par quelques centres hospitaliers disposant d'un service de génie biomédical a des répercussions qui laissent entrevoir une expansion à plus ou moins court terme. Pour l'instant, il est difficile de prévoir le nombre total de spécialistes en équipements médicaux qui pourraient être absorbés par le réseau des services de santé. Les chiffres cités par des études sur le sujet varient selon le type d'hôpital considéré et la conception que l'on a du rôle d'un service de génie biomédical. Sur la base de l'expérience acquise et en fonction du rôle du génie biomédical décrit au cours de cet article, on estime que les hôpitaux du Québec pourraient absorber au moins une cinquantaine d'ingénieurs, compte tenu des possibilités de régionalisation d'un service de génie biomédical. 

RÉFÉRENCES

1. RUSHMER, R. F. *Alternative Futures for Biomedical Research*. Annals of Biomed. Eng., 7: 1-44, 1979.
2. ANON. *Health Costs: What Limit?* Time Magazine, May 28, 58-65, 1979.
3. ROBERGE F. A. — Sommaire et prospective, dans: *Innovation Technologique et Services de Santé*, F. A. Roberge, éd., École Polytechnique, Montréal, pp. 114-121, 1979.
4. Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec. Étude sur l'industrie des instruments médicaux, Québec 1977.
5. BEHNEY, C. et BANTA, D. *Is Medical Technology Safe?* Hospitals, J. A. H. A.: June 1, 1978 p. 110
6. IGLEHART, J. K. *Looking Ahead at Technology Hospitals*, J. A. H. A.: June 1, 1979, p. 88.
7. ACNOR (CSA) et Ministère de la santé nationale et du bien-être social (subvention # 606-20-26). *Rapport d'une étude sur la possibilité d'instituer un service d'évaluation et d'information au sujet des appareils des laboratoires cliniques et des appareils électro-médicaux*. P. 34; septembre 1973.
8. *Annuaire des hôpitaux*, Association des Hôpitaux du Canada, 27: p. 14, août 1979.
9. Service de Génie biomédical et de biophysique, Ministère des Affaires Sociales du Québec. *Gestion de l'équipement médical spécialisé. Justification du choix de l'étude*, p. 5 et 6; septembre 1976.
10. DEMERS R. et JACOB R. — Équipements médicaux en milieu hospitalier. Dans: *Innovation Technologique et Services de Santé*, F. A. Roberge, éd., École Polytechnique, Montréal, pp. 65-73, 1978.
11. DEMERS R. Conseil des Services Sociaux et de Santé de la région du Montréal Métropolitain. Communication personnelle, janvier 79.
12. CHESSE, G. F. *Biomedical Engineering: How Can it Better Serve our Health Care System?* Hospital administration in Canada: 28: August 1973.
13. SCOTT, R. N. *Education and Certification of Biomedical Engineers in Canada*. Journal of Medical Engineering and Technology, 3, No 4: 180-184; July 1979.
14. BOXERMAN, S. B. and HOOTON, C. J. *Clinical Engineering: The Administrator's Perspective*. IEEE Trans. on Biomed. Eng., Vol BME 24, no 1: 57-59, Jan. 1977.
15. JACOBS, J. E. and MCLAREN, J. A. *Cost Effectiveness of a Biomedical Engineering Department*. Clin. Eng. News, 3: 1-3, 1975.
16. HÉROUX, P., JACOB R. *Étude sur la gestion de l'équipement médical spécialisé « Rapport d'étape »*. Service de génie biomédical et de biophysique, Ministère des Affaires Sociales, Québec: 62-82; Déc. 1977.
17. BEN-SVI, S. and GOTTLIEB, W. *The Hospital Instrumentation Department: Delivering Clinical Engineering Services to the Hospital Community*. Journal of Clin. Eng. Vol 1, No 1: p. 4; Oct-Dec. 1976.
18. SHAFFER, M. J. *Cost analysis of a Viable Clinical Engineering Service*. Clin. Eng. News, Vol. 4, No 2: p. 7; Feb 1976.
19. ACUFF, R. L. *Hospital safety and Medical Instrumentation Practices*. Clin. Eng. News Vol. 4, No 2: 9-12, 1976.
20. MCEWEN, J. A. *Biomedical Engineering at the Vancouver General Hospital*. British Columbia Professional Engineer, Sept. 1977.
21. OSTRANDER, L. E. *Presentation of the Clinical Engineering Role to Hospital Administrators*. Journal of Clin. Eng. Vol 4, No 1: p. 14, Jan.-March 1979.
22. Emergency Care Research Institute. *The Equipment Control Program: an overview*. Health Devices: Vol. 8, Nos 10 et 11: p. 223-224, Aug. Sept. 1979.

ORGANISATION RÉGIONALE D'UN SERVICE DE GÉNIE BIOMÉDICAL

Robert Jacob
Jean-Yvon Leclaire ing. M.Sc.A.*

Résumé

L'organisation des services de génie biomédical dans le réseau hospitalier est devenue un élément essentiel pour la solution des problèmes de gestion de l'équipement médical posés par l'envahissement de la technologie. Cet article décrit les fondements d'une approche régionale au problème de l'organisation du génie biomédical et analyse brièvement quelques modèles existants. On discute finalement des résultats attendus de cette approche au niveau d'une région du Québec.

1. Introduction

a) Progrès de la technologie médicale

Depuis environ trente ans, la technologie médicale a connu un essor spectaculaire dans tous les secteurs. Qu'il suffise pour s'en convaincre de se rappeler les développements remarquables survenus en cardiologie (implantations de valves, transplantations, surveillance électronique, stimulateurs), en néphrologie (transplantation rénale, hémodialyse) ou en réadaptation (prothèses et orthèses de toutes sortes). Les techniques de diagnostic ont connu une véritable révolution, notamment dans les domaines tels que la médecine nucléaire, l'ultrasonographie ou la tomographie. Enfin, l'apparition des mini-ordinateurs a ouvert la voie à l'automatisation de plus en plus poussée de plusieurs processus, comme les analyses effectuées dans les laboratoires de biochimie ou d'hématologie. Et si l'on imagine les possibilités offertes par les microprocesseurs ou encore le laser, pour ne mentionner que ces deux éléments, il semble bien que cette révolution n'en est qu'à ses débuts.

b) Possibilités nouvelles — problèmes nouveaux

Bien que la pratique de la médecine actuelle soit étroitement associée à l'utilisation de cette technologie, que ce soit sur le plan de la recherche, du diagnostic et du traitement de pathologies majeures, de la réadaptation de plusieurs types d'handicapés ou sur le plan plus général de l'accroissement de l'accessibilité, de la qualité et de l'efficacité des services de santé offerts à la population, il n'en demeure pas moins que les progrès de la technologie moderne, en mettant à la disposition des professionnels de la santé, des systèmes et des équipements de plus en plus puissants, complexes et coûteux, ont du même coup fait surgir une multitude de problèmes d'ordre organisationnel, technique, économique ou sécuritaire.

Selon l'optique suivant laquelle on les examine, ces problèmes peuvent prendre différents aspects. Ainsi, dans une perspective générale, on peut être amené à s'interroger sur la valeur réelle d'une technologie ou sur les modalités de sa diffusion. Par contre, dans une perspective plus proche de l'action quotidienne, l'utilisateur de cette technologie est désormais aux prises avec des problèmes sérieux pouvant affecter le bon fonctionnement de son établissement. Parmi les principaux problèmes de cette catégorie, mentionnons : le choix et l'achat de l'équipement médical spécialisé ; l'utilisation efficace et sécuritaire de celui-ci ; l'entretien préventif et l'étalonnage ; les réparations ; les modifications ; le design et le renouvellement. Un concept nouveau est donc apparu, que nous avons convenu d'appeler la « gestion de l'équipement médical spécialisé » qui permet de regrouper les activités reliées à la rationalisation et à l'optimisation des fonctions mentionnées ci-haut.

* M. Robert Jacob a fait des études en mathématiques (B.Sc. 1973) avant de poursuivre sa formation en génie biomédical (M.Sc. 1976) dans le cadre du Programme de génie biomédical conjoint de l'École Polytechnique et de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal. Il est présentement analyste au Service de génie biomédical et de biophysique du Ministère des Affaires Sociales à Québec.

M. Jean-Yvon Leclaire a fait ses études de premier cycle en génie électrique à l'École Polytechnique (promotion 1969). Il a ensuite obtenu une maîtrise en génie biomédical dans le cadre du Programme de génie biomédical conjoint de l'École Polytechnique et de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal, ainsi qu'une maîtrise en administration de la santé de l'Université de Montréal. Depuis 1976, il dirige le Service de génie biomédical et de biophysique du Ministère des Affaires Sociales à Québec.

c) Ressources et organisation

Les nombreux problèmes reliés à la gestion de l'équipement médical spécialisé ont rapidement fait ressortir le besoin d'un type nouveau de services faisant généralement partie des attributions du génie biomédical. À cet effet, l'apport des spécialistes en génie biomédical, particulièrement ceux orientés vers les aspects cliniques de cette discipline, s'avère de plus en plus essentiel. Néanmoins, l'identification d'une ressource ne suffit pas comme telle à répondre aux besoins : encore faut-il que cette ressource soit disponible en quantité suffisante et que les structures et les programmes à l'intérieur desquels elle est appelée à fonctionner soient bien organisés.

Il existe évidemment plusieurs façons d'organiser les services cliniques du génie biomédical, dépendant de l'unité de base que l'on retient et de l'expansion que l'on désire donner à ces services. Sur une base locale, par exemple, on pourrait penser à différents niveaux tels que l'atelier d'entretien, le service de génie biomédical ou le département de génie biomédical, selon que l'on se situe dans un centre hospitalier du type spécialisé, ultra-spécialisé ou universitaire. Sur une base locale plus élargie, les services peuvent être organisés à partir d'un centre hospitalier-pivot desservant d'autres centres satellites. On pourrait également distribuer les services sur une base régionale, c'est-à-dire à partir d'un centre régional desservant tous les établissements d'une région donnée.

Cette liste est loin d'être exhaustive, plusieurs combinaisons étant possibles. De plus, chaque mode d'organisation possède ses avantages et ses inconvénients que seule une analyse détaillée des caractéristiques propres et des besoins à combler permet d'évaluer de façon satisfaisante. Dans les paragraphes qui suivent, nous parlerons de l'organisation de type régional sur laquelle nous nous sommes penchés récemment et qui pourrait présenter des points d'intérêt pour plusieurs régions du Québec.

2. Bases d'une approche régionale au problème de l'organisation

L'implantation du génie biomédical sur la base de centres de génie biomédical desservant plusieurs établissements s'est rapidement présentée comme une voie très intéressante pour l'organisation des services de génie biomédical en milieu de santé [1]. Plusieurs facteurs ont amené l'investigation d'une telle approche dans l'organisation de ces services.

a) Rareté des ressources

Un de ces facteurs est la rareté des spécialistes en génie biomédical. Une étude [2] publiée en 1976 relevait que seulement 13 professionnels offraient des services de génie biomédical de type clinique à l'intérieur des hôpitaux du Québec. Ce chiffre indique clairement que le nombre de spécialistes en génie biomédical possédant une expérience de travail en milieu hospitalier est très limité. L'étude ne tenait pas compte des spécialis-

tes en génie biomédical engagés dans des activités autres que les services cliniques et qui pourraient être considérés comme des ressources potentielles pour l'organisation des services de génie biomédical en milieu de santé. La quantité de ces ressources et leur mobilité restent cependant faibles de sorte que cette considération ne change en rien la situation actuelle de rareté des spécialistes en génie biomédical. L'approche régionale apparaît donc très intéressante en regard de cette situation car elle permet à un plus grand nombre d'établissement d'avoir accès aux ressources rares et spécialisées que sont ces professionnels.

b) Diversité des services

Un autre facteur favorisant une approche régionale au problème de l'organisation des services de génie biomédical est la diversité des services à offrir. En effet, les services de génie biomédical comprennent des services aussi variés que la consultation sur les divers aspects de l'achat, de l'utilisation et de l'entretien de l'équipement médical : la conception, l'implantation et la gestion de systèmes d'entretien et de sécurité de cet équipement ; une certaine contribution à la formation des utilisateurs d'appareils médicaux ainsi que le design et la modification de ces appareils. De plus, il faut tenir compte du fait que les appareils médicaux font aujourd'hui appel à un très large éventail de technologies : les ultrasons, l'informatique, l'électronique, les radiations ionisantes, les systèmes automatisés de laboratoire... Les exigences d'un champ d'activité aussi vaste conduisent à considérer qu'il est souhaitable de favoriser la formation de groupes de taille suffisante pour permettre une certaine spécialisation des tâches et offrir également une diversité d'expertise assez large. L'interaction quotidienne de ces spécialistes entre eux élève généralement le niveau d'efficacité du groupe au-delà de la somme des efficacités individuelles. Un tel regroupement de ressources, s'il peut se justifier dans le cas d'un grand centre hospitalier de type universitaire, ne peut l'être ni du point de vue économique ni du point de vue efficacité pour les centres hospitaliers de soins généraux ou spécialisés de petite et moyenne tailles, qui constituent une proportion importante de l'ensemble des hôpitaux du Québec. L'approche régionale, en regroupant les besoins et les ressources de plusieurs hôpitaux, rend la formation d'un tel groupe à la fois efficace et économique.

c) Aspect économique

Enfin, le dernier facteur militant en faveur de cette approche est l'aspect économique. Dans une optique d'utilisation rationnelle des ressources et dans un contexte de restrictions budgétaires, il importe de choisir un mode d'organisation qui offre les meilleures garanties d'efficacité et de rentabilité. L'approche régionale en générant un plus grand volume de travail, permet une meilleure utilisation des ressources, un meilleur partage des coûts, et apparaît comme très avantageuse.

Les services de génie biomédical apparaissent donc comme un secteur intéressant pour l'utilisation de la formule des services partagés, ce que plusieurs auteurs québécois ont signalé [3, 4, 5]. Par ailleurs, il est inté-

ressant de jeter un coup d'œil sur quelques expériences étrangères qui permettent de mieux apprécier cette approche.

3. Modèles d'organisation

Il existe actuellement plusieurs organisations dispensant des services de génie biomédical sur une base régionale. Nous ne présenterons ici qu'une synthèse des principales expériences tentées dans ce domaine en Angleterre, aux États-Unis et au Canada.

a) Angleterre

Dans ce pays, le génie biomédical est une discipline bien établie et très active dont la contribution au système de santé est reconnue depuis plusieurs années. Cependant, son développement semble s'être fait sans plan d'ensemble bien précis, de sorte que l'on retrouve une multitude de centres ou de départements de génie biomédical dont les structures et les programmes sont aussi divers que les liens entre eux.

Le modèle d'organisation que nous décrivons ici se retrouve dans trois des quatorze régions qui composent le système de santé anglais. Ce mode d'organisation est celui favorisé actuellement par le "Department of Health and Social Security" et répond à un effort de planification de ces services.

Deux caractéristiques importantes ressortent de ce mode d'organisation : d'une part l'accent est mis sur l'entretien des appareils médicaux et d'autre part, la structure comporte deux niveaux. Le premier niveau est le centre régional dont la tâche est d'organiser, de planifier et de contrôler l'entretien des appareils médicaux de l'ensemble de la région. Le deuxième niveau est le niveau local (hôpital) qui a pour fonction d'effectuer l'entretien et la réparation des appareils. Il faut souligner que la responsabilité globale de l'entretien des appareils médicaux de la région est confiée au centre régional. Ce qui explique une particularité du système, soit que le personnel au niveau local est sous la responsabilité administrative de l'hôpital bien que son travail, sur le plan technique, soit dirigé par le centre régional.

Afin d'illustrer ce modèle d'organisation, nous donnerons l'exemple de la « Northern Region » [6]. Cette région de 3.1 millions d'habitants compte quelques 200 hôpitaux dont une vingtaine sont d'importance majeure. L'ensemble de l'organisation régionale comprend dix ingénieurs et une cinquantaine de techniciens. De ce nombre, le "Regional Bio-Engineering Service" qui constitue le noyau régional de l'organisation retient les services de dix ingénieurs et de huit techniciens, les autres membres de l'organisation étant situés au niveau local.

b) États-Unis

Aux États-Unis, l'organisation des services de génie biomédical sur la base de services partagés a connu un développement très rapide au cours de la période 1970-75. Selon une enquête de l'American Hospital Association [7], le nombre d'hôpitaux participant à des services partagés dans ce domaine est passé de 42 en 1970 à 393 en 1975, soit une augmentation de 835.7%.

On compte actuellement environ une trentaine de ces organisations aux États-Unis.

Quoique chacune possède des caractéristiques qui lui sont propres, il est possible, à partir des informations recueillies par une étude [8] faite sur 15 d'entre elles d'en dégager un portrait type. Elles sont généralement des corporations à but non lucratif rattachées à une corporation mère qui est soit une association d'hôpitaux, une université ou un conseil. Elles desservent en moyenne, sur une base régulière, de 10 à 20 hôpitaux dont la forte majorité (90%) sont des établissements de moins de 400 lits. Les services généralement offerts sont l'entretien de l'équipement médical (services ou gérance), la consultation (principalement pour l'achat d'équipement et les problèmes de sécurité), l'entraînement et la formation des utilisateurs d'équipement médical et la vérification des appareils. On remarque qu'un grand nombre d'entre elles ont bénéficié d'une subvention pour la mise en place de leur programme. Leur budget d'opération provient de façon générale de la perception d'un droit d'entrée pour les établissements participants et surtout de la rémunération pour les services rendus (contrat de services ou tarif horaire). Elles ont en moyenne huit employés à temps plein : 1 directeur, 2 professionnels (ingénieurs), 4 techniciens et une secrétaire. Enfin, dans la plupart des cas, les services sont fournis à partir d'un point unique. Toutefois, on rencontre quelques organisations qui possèdent plus d'un point de service. C'est notamment le cas quand la région à desservir est étendue et que l'organisation est de dimension importante.

c) Canada

Au Canada, il n'existe pas de modèle type d'organisation de services de génie biomédical sur une base régionale. Les expériences dans ce domaine sont encore peu nombreuses et limitées mais les efforts actuellement déployés pour organiser ces services laissent présager des développements prochains. La Colombie Britannique, par exemple, a entrepris de mettre en place les éléments d'un vaste plan provincial d'organisation des services de génie biomédical sur une base régionale. Ce plan prévoit l'intégration des ressources suivantes : 1 coordonnateur provincial, 9 ingénieurs biomédicaux régionaux et 29 techniciens. La réalisation de ce plan n'en est toutefois qu'à ses débuts. Au Nouveau-Brunswick, l'Institut de génie biomédical, de concert avec le Ministère de la Santé, travaille à développer des programmes de génie biomédical visant à rendre ces services accessibles à tous les hôpitaux de la province. On utilise pour cela une approche régionale qui consiste à placer les ressources de génie biomédical dans les grands hôpitaux qui fourniront les services aux hôpitaux plus petits de leur région. Des éléments de ces programmes sont en place à St-John, Frédéric-ton, Bathurst et Moncton. En Nouvelle-Écosse, il existe également un arrangement pour le partage des ressources de génie biomédical. En Ontario, on retrouve deux organisations formelles de services de génie biomédical sur une base régionale : le Biomedical Engineering Program du Hamilton and District Health Council et le Biomedical Engineering Service du University Teaching Hospital Association de Toronto. Dans le premier cas, la formule consiste essentiellement à échanger des services. Chacun des hôpitaux

participants engage un technicien spécialisé dans un secteur d'équipement qu'il rend disponible aux autres hôpitaux moyennant un tarif horaire prédéterminé, l'ensemble étant coordonné au niveau régional par un spécialiste en génie biomédical. Dans le deuxième cas, l'organisation est bâtie sur le modèle des services partagés américains. Cet organisme a d'ailleurs bénéficié d'une subvention privée pour la mise en place de son programme, comme c'est souvent le cas pour les organisations américaines.

4. Étude d'organisation au niveau d'une région du Québec

a) Région-pilote

Dans le secteur de la santé et des affaires sociales du Québec, l'approche régionale dans l'organisation des services est souvent facilitée ou influencée par deux facteurs. D'une part, le réseau du Ministère des Affaires sociales est déjà découpé en douze [12] régions socio-sanitaires bien distinctes ayant chacune à sa tête un Conseil régional de la santé et des services sociaux (CRSSS). D'autre part, une des fonctions importantes de cet organisme est de promouvoir la mise en place de services communs aux établissements et l'échange de services entre eux. Cette double réalité nous a donc conduits naturellement à situer notre étude sur la gestion de l'équipement médical spécialisé au niveau d'une de ces régions.

Cependant, un bref coup d'œil sur la carte des régions socio-sanitaires du Québec, Figure 1, nous montre qu'il existe de grandes différences entre elles tant au point de vue de leur population que de celui de l'étendue de leur territoire. Ces différences se reflètent dans la répartition des ressources hospitalières. Tableau I, et nous ont amené à définir un type particulier de région, car ces différences dans les caractéristiques régionales nous empêchaient de croire que les résultats d'une étude au niveau d'une région puissent être transposés de façon intégrale à toutes les autres. Notre choix s'est porté sur une région que l'on pourrait qualifier de moyenne pour ce qui est de l'importance de

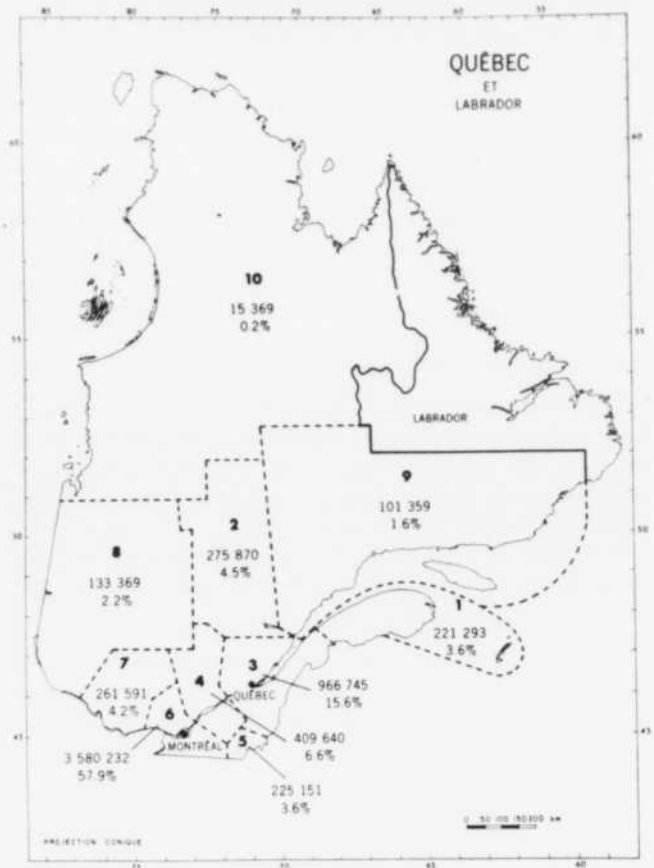


Figure 1

ses ressources hospitalières. Celles-ci se composent également d'une bonne répartition entre les catégories dites de soins spécialisés et généraux. De plus, ce type de région est généralement plus démunie face aux problèmes de gestion des équipements médicaux que les régions métropolitaines où sont concentrées les ressources de génie biomédical et les compagnies offrant les services d'entretien de leurs équipements médicaux. Ainsi, les régions 01, 02, 04, 05, 06B, 06C, 07 et 08 pourraient entrer dans la catégorie de la région-pilote.

TABLEAU I
Distribution des centres hospitaliers du Québec selon les régions socio-sanitaires (adapté de 11).

ÉTABLISSEMENTS			RÉGION SOCIO-SANITAIRE												
Catégorie	Classe	Type	01	02	03	04	05	06A	06B	06C	07	08	09	10	Qué
Centres hospitaliers (publics et privés)	De soins de courte durée	Généraux	7	3	12	6	4	1	4	4	7	7	7	4	66
		Spécialisés	4	5	12	5	3	24	3	6	2	2	1	-	67
		Ultra-spécialisés	-	1	6	-	1	12	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	11	9	30	11	8	37	7	10	9	9	8	4	153	
De soins prolongés	Pour convalescents	-	-	2	2	1	13	1	1	-	-	-	-	-	20
	Pour malades à long terme	8	9	41	14	10	59	9	20	9	4	6	1	190	
	TOTAL	8	9	43	16	11	72	10	21	9	4	6	1	210	
TOTAL			19	18	73	27	19	109	17	31	18	13	14	5	363

L'étude effectuée dans la région-pilote s'est déroulée sous l'égide du conseil régional qui mit sur pied un comité aviseur formé de représentants des organismes suivants de la région : les établissements de santé, l'Université, le CRSSS et le Ministère des Affaires sociales.

Le mandat du comité était d'effectuer une étude des besoins en gestion de l'équipement médical spécialisé rencontrés dans la région-pilote et de faire des recommandations, sous forme de proposition, aux établissements de santé, lesquels devaient en dernier ressort décider ou non de l'implantation d'un projet dans leur région. Cette approche par comité et par consensus a certes quelques désavantages, en ce sens qu'elle alourdit nécessairement la marche des travaux. Néanmoins, dans un contexte d'approche régionale, c'est celle qui permet la meilleure participation de tous les intéressés, non seulement lors de l'étude, mais surtout lors de l'implantation et de la mise en marche du projet.

b) Résultats de l'étude

La phase du relevé de l'état actuel et de son analyse [6], tout en faisant ressortir l'importance de l'équipement médical spécialisé pour les centres hospitaliers de la région, permit de confirmer et d'identifier de façon précise les problèmes reliés à sa gestion. De façon globale, cet équipement d'une valeur de 6,2 millions de dollars pour la région représente environ 37% de la valeur de l'ensemble de l'équipement mobilier. Les achats annuels se chiffrent à environ \$500,000 et les coûts d'entretien, révisés en 1978-79, étaient de l'ordre de \$300 000. Quant aux principaux problèmes, l'étude démontra que le besoin prioritaire de la région se situait au niveau des services d'entretien des appareils médicaux, bien qu'il existait également un besoin pressant de services en consultation professionnelle.

En nous basant sur ces constatations nous avons entrepris dans l'étape suivante, soit l'avant-projet, d'évaluer quel serait le meilleur mode d'organisation des ressources nécessaires pour fournir les services requis en génie biomédical. Cette évaluation fut faite à l'aide d'une grille, regroupant d'une part les ressources à considérer suivant différents modes d'organisation, et d'autre part les critères d'évaluation.

Les ressources considérées furent :

- le personnel professionnel (spécialistes en génie biomédical) ;
- le personnel technique (techniciens spécialisés en équipement médical) ;
- le secrétariat ;
- les ateliers et l'équipement d'entretien, de réparation et d'étalonnage ;
- le système d'information ;
- l'équipement de transport.

Les critères d'évaluation utilisés pour comparer entre elles les diverses options furent :

- les coûts ;
- l'accessibilité aux services (nombre d'hôpitaux pouvant avoir accès aux services) ;
- la disponibilité des services (facilité d'accès et promptitude du service) ;
- l'utilisation des ressources nouvelles (possibilité

offerte pour une utilisation efficace des ressources à mettre en place) ;

- l'utilisation des ressources actuelles (possibilité offerte pour une utilisation optimale des ressources actuelles) ;
- l'intégration (facilité à obtenir une action coordonnée et intégrée) ;
- le contrôle des centres hospitaliers sur les services ;
- la continuité (importance des changements exigés) ;
- la communication (communication entre les utilisateurs et les dispensateurs de services).

Quatre modes d'organisation ont ainsi été analysés. Le premier est le système centralisé où toutes les ressources sont concentrées au niveau d'un centre régional. Le deuxième mode d'organisation est le système décentralisé qui consiste à organiser les services de génie biomédical sous forme d'un service interne pour chaque hôpital. Le mode suivant est un premier système mixte. Dans ce mode d'organisation, on répartit les ressources entre le niveau local et le niveau central : les professionnels sont regroupés au niveau central ; les techniciens ainsi que les ateliers sont situés dans les hôpitaux qu'ils desservent et offrent leurs services sur une base locale. Enfin, le dernier mode est aussi un système mixte. Les services de professionnels, de techniciens et d'atelier sont fournis sous forme de services partagés, à partir d'un regroupement de ces ressources au niveau central. D'autre part, on complète ces ressources par un ou quelques technicien(s) dans chacun des centres hospitaliers afin de dispenser certains services qui ont avantage à être fournis par du personnel sur place (entretien routinier et certaines réparations mineures qui ne demandent pas une grande spécialisation du personnel ou de l'équipement d'entretien). Ce personnel interne sert également d'agent de liaison entre l'hôpital et le centre régional.

Le tableau II résume les résultats de l'analyse qualitative de ces modes d'organisation. Le système mixte II est celui qui offre le meilleur bilan. Il combine plusieurs des avantages des services centralisés et des services internes et apparaît comme un compromis acceptable au niveau des coûts.

Prenant en considération les restrictions financières qui prévalent actuellement à l'intérieur du réseau des Affaires sociales, une proposition basée sur ce mode d'organisation des ressources fut donc faite aux autorités de la région [10]. Celle-ci consiste essentiellement à mettre sur pied un centre régional de services de génie biomédical conformément aux résultats de l'étude des besoins. Les fonctions de ce centre seront, par ordre décroissant de priorité, les services d'entretien, les services de consultation, les services de formation des utilisateurs d'équipement médical et les services spéciaux de design et de modification d'appareils. Ses ressources humaines seront constituées d'un directeur, d'une secrétaire, de deux spécialistes en génie biomédical et de quatre techniciens spécialisés en équipement médical. Le centre disposera, en plus, d'un atelier et de l'équipement nécessaire à l'entretien, la réparation et l'étalonnage des appareils médicaux. Au niveau de chacun des hôpitaux, il est prévu, selon les besoins, un ou quelques techniciens et l'équipement d'entretien nécessaire. Leur rôle est d'effectuer, sous la direction du

TABLEAU II
Possibilités d'organisation d'un service régional de génie biomédical.

MODE D'ORGANISATION		RESSOURCES					CRITÈRES D'ÉVALUATION										
		PROFESSIONNEL	TECHNICIEN	ATELIER	EQUIPEMENT	SFC. - DOC.	MOBILITE	Coût	Accessibilité aux services	Disponibilité des services	Utilisation des ressources actuelles	Utilisation des nouvelles ressources	Intégration	Contrôle par les C.H.	Continuité	Communication	
Système centralisé	Central	X	X	X	X	X	X	S	+	-	+	-	+	-	+	0	
	ETA																
Système décentralisé	Central							SSSS	-	+	-	+	-	+	-	+	
	ETA	X	X	X	X	X	X										
Système mixte I	Central	X					X	X	SSS	prof. + tech. -	prof. - tech. +	prof. + tech. -	0	prof. + tech. -	0	-	+
	ETA		X	X	X												
Système mixte II	Central	X	X	X	X	X	X	SS	+	+	+	0	+	0	+	+	
	ETA		X	X	X	X	X										

Légende
 + : le mode d'organisation favorise ce critère
 - : le mode d'organisation défavorise ce critère
 0 : ni l'un ni l'autre

centre régional, des activités d'entretien préventif et de réparation qui ne demandent pas une grande spécialisation du personnel ou de l'équipement d'entretien et de servir d'agent de liaison entre l'hôpital et le centre régional.

5. Développements anticipés

a) Région-pilote

L'étude effectuée dans la région-pilote aura permis de bien définir les problèmes reliés à la gestion de l'équipement médical spécialisé et de proposer un mode d'organisation des ressources en génie biomédical capable de répondre de façon efficace aux besoins identifiés.

À l'heure actuelle, la proposition décrite ci-haut fait l'objet d'une analyse de la part des directeurs généraux des établissements de cette région qui ont à se prononcer sur son bien-fondé et sur les suites concrètes à donner à l'étude.

Cette décision n'est certes pas facile à prendre, compte tenu des problèmes causés par certains facteurs tels le statut juridique et le mode d'administration d'un tel centre, les contraintes budgétaires actuelles et leur impact sur la perception du risque, ou plus simplement la résistance généralement constatée face au changement.

Nous croyons néanmoins que l'étude effectuée offre d'excellentes garanties de réussite pour ce projet, dont les avantages sont nombreux pour la région. Mentionnons, par exemple :

- accès à une gamme très étendue de services pouvant répondre aux besoins actuels de la région, à un coût sensiblement équivalent au coût actuel de l'entretien ;
- participation de tous les établissements selon leurs besoins ;

- contribution des ressources existantes dans un ensemble bien coordonné ;
- meilleure performance et meilleur contrôle des établissements dans la gestion de l'équipement médical spécialisé ;
- possibilités de négociation de meilleurs contrats collectifs de biens et de services et meilleure évaluation des biens et services achetés ou loués ;
- aide à la planification et concertation régionales ;
- bénéfices indirects (réduction des pannes et diminution du séjour des patients ; sécurité accrue et réduction des accidents ; durée de vie prolongée des appareils ; satisfaction accrue des utilisateurs, etc.).

b) Autres régions

L'étude effectuée sur la gestion de l'équipement médical spécialisé de la région-pilote a permis de mettre en lumière deux facteurs importants touchant le développement de ce secteur d'activités. D'une part, la nature des problèmes identifiés dans cette région porte à croire que le problème de l'organisation de la gestion de l'équipement médical spécialisé n'est pas réservé à quelques régions, mais qu'il s'étend vraisemblablement à la plupart des régions du Québec. D'autre part, nous avons été à même de constater qu'un modèle d'organisation sur une base régionale doit tenir compte des caractéristiques de cette région. Bien que l'on puisse tirer profit des résultats obtenus dans la région-pilote pour l'implantation de tels services dans d'autres régions, il nous semble qu'un modèle unique d'organisation applicable à toutes les régions du Québec soit difficilement réalisable.

Il nous apparaît donc essentiel de poursuivre ce genre d'étude pour chacune des autres régions de la province, en s'inspirant des démarches effectuées et des résultats obtenus jusqu'à présent et en accordant une grande importance aux caractéristiques de chacune.

À cet effet, il est intéressant de souligner que le Conseil régional de la santé et des services sociaux d'une région métropolitaine entreprenait récemment une étude portant sur les services de génie biomédical et de physique médicale de sa région. Cette étude est d'au-

tant plus intéressante qu'elle s'adresse à une région dont les particularités sont différentes de la région-pilote.

6. Conclusion

Relié aux progrès et à l'utilisation sans cesse accrue de la technologie médicale, le problème de la gestion de l'équipement médical spécialisé se pose avec de plus en plus d'insistance et d'urgence à tous les établissements de santé du Québec.

Pour apporter un élément de solution à ce problème, nous avons tenté dans cet article de mettre en évidence les possibilités offertes par un mode particulier d'organisation des services de génie biomédical, soit celui des services partagés sur une base régionale. Les expériences hors Québec et l'étude effectuée dans une région-pilote de la province ont démontré que cette approche peut offrir beaucoup d'avantages pour plusieurs régions québécoises. Néanmoins, ce mode d'organisation ne doit pas être considéré comme le seul acceptable et toute analyse se doit de tenir compte des caractéristiques de la région étudiée. Des adaptations et des transpositions sont possibles dans certains cas, tandis que pour d'autres des modes différents d'organisation peuvent et doivent être envisagés.

Il est à prévoir que les études en cours donneront lieu à l'implantation de centres de services de génie biomédical à travers la province, et qu'elles seront également le catalyseur de d'autres travaux qui permettront à tous les établissements de santé du réseau d'avoir accès à des services adéquats répondant à leurs problèmes de gestion de l'équipement médical spécialisé.

RÉFÉRENCES

1. ROBERGE, F.A. — Impact de l'innovation technologique sur la gestion hospitalière, *Adm. Hosp. et Sociale*, 21 : 11-15, 1975.
2. SCOTT, R.N. — Portrait of clinical engineering, Canadian Medical and Biological Engineering Society, 1976.
3. MARTIN, J.C. — Les services partagés dans le secteur de la santé : où en sommes-nous rendus ? *Adm. Hosp. et Sociale*, 22 : 3-6, 1976.
4. LABBÉ, M.H. — Les conseils régionaux, les services communs, la régionalisation, *Adm. Hosp. et Sociale*, 22 : 15-16, 1976.
5. LECLAIRE, J.Y. — Perspectives du Service de génie biomédical et de biophysique pour les années à venir, *Adm. Hosp. et Sociale*, 23 : 22-23, 1977.
6. JACOB, R. — Organisation des services partagés de génie biomédical et de biophysique en Grande-Bretagne. Rapport de mission, Ministère des Affaires Sociales, 1977.
7. TAYLOR, E. — Participation in shared programs up sharply, survey discloses, *Hospitals J.A.H.A.*, 51 : 192-198, 1977.
8. Study of Shared Clinical Engineering Service, Hospital Maintenance Consultants, Inc., Février 1975.
9. JACOB, R. et HEROUX, P. — Gestion de l'équipement médical spécialisé, Rapport d'étape, Ministère des Affaires Sociales, 1977.
10. JACOB, R. et HEROUX, P. — Gestion de l'équipement médical spécialisé, Avant-projet, Ministère des Affaires Sociales, 1978.
11. Ministère des Affaires Sociales — Répertoire des établissements de santé et de services sociaux, Annexe 4, 1978.

FRANC PARLER

Sur l'emploi de travailleurs spécialisés pour les projets de construction

par:

Inge M.
STAMP



agent des relations de travail
et coordonnatrice du recrutement

Le recrutement de travailleurs spécialisés pour un projet dirigé par Bechtel commence au centre principal le plus près du site même des travaux. De là, nous allons progressivement vers d'autres villes de la province concernée, des provinces avoisinantes ou partout au Canada si les besoins l'exigent. On peut généralement trouver des travailleurs non spécialisés localement mais les plus spécialisés ne s'y trouvent pas toujours en nombre suffisant — à l'occasion, nous devons même les chercher à l'étranger.

Pour les projets d'envergure, tel le projet Syncrude en Alberta, la responsabilité du recrutement de la main-d'oeuvre spécialisée relève directement de l'administrateur du projet. Les contacts sont établis initialement avec les directeurs locaux des syndicats qui nous réfèrent le personnel qualifié.

Lorsque le déplacement des travailleurs hors de leur province est nécessaire, ceux-ci sont remboursés pour le coût du voyage aller; le coût aller-retour est payé si le séjour est d'une période de temps déterminée. La plupart des bureaux syndicaux collaborent étroitement à l'organisation du transport des travailleurs en s'assurant qu'ils seront ponctuels à l'aéroport et munis de tous les outils nécessaires à l'exercice de leur métier. Les groupes de travailleurs sont généralement accueillis à leur arrivée à destination par un représentant Bechtel.

Que nécessite le maintien d'une force adéquate de travailleurs spécialisés? D'abord, l'établissement d'un recensement national continu de l'emploi des travailleurs spécialisés afin de déterminer la disponibilité de ceux-ci et leur mobilité à un certain moment donné. L'entretien de bonnes relations de travail avec les syndicats est évidemment avantageux. Il est aussi nécessaire de savoir quand et comment on peut avoir recours aux gouvernements provinciaux et à la Main-d'Oeuvre du Canada lorsque les sources locales de travailleurs spécialisés ne suffisent pas aux besoins. Mais le plus important est de ne jamais oublier que les travailleurs sont des personnes et non simplement des statistiques que l'on compile pour satisfaire des besoins.

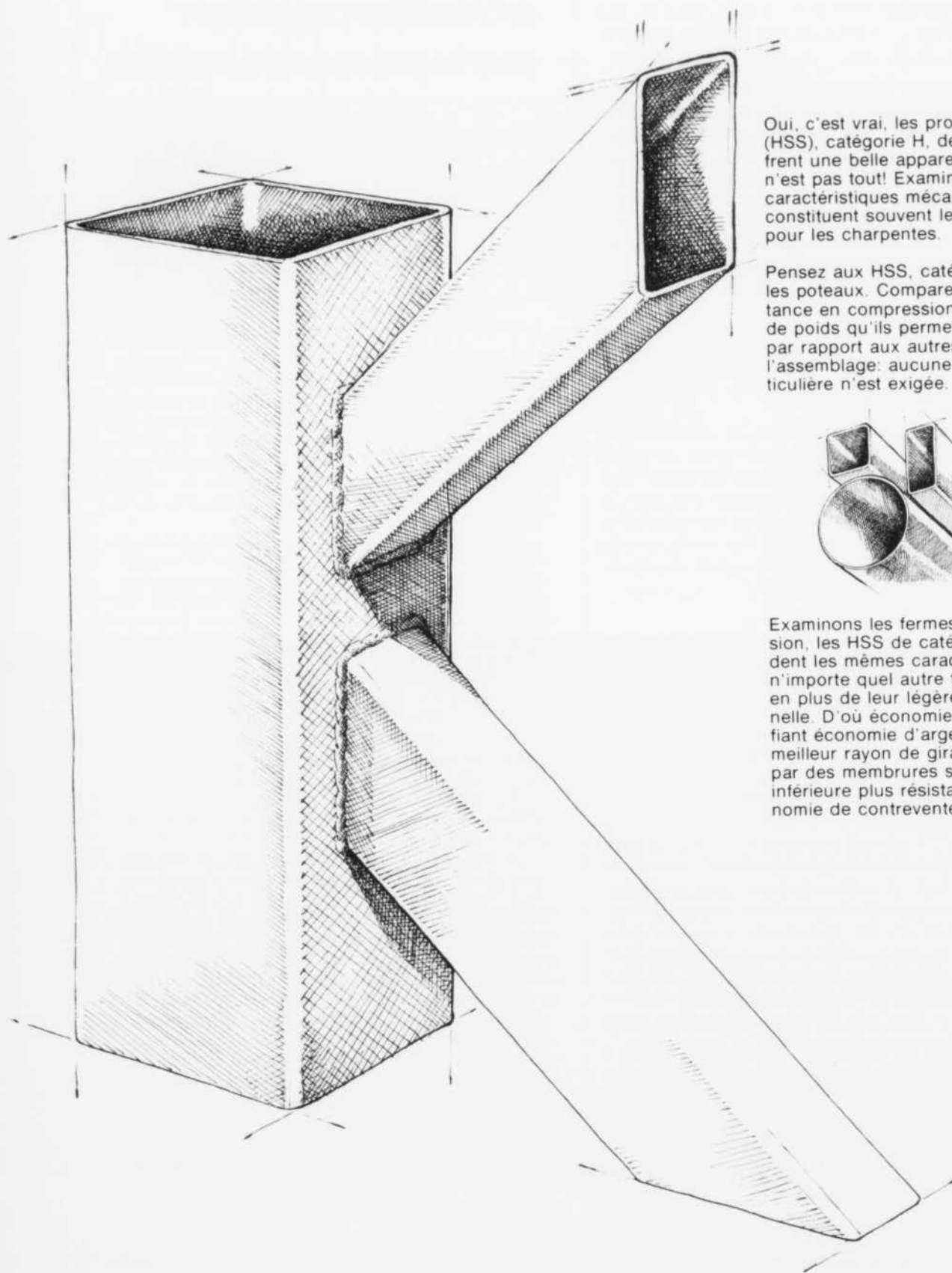


BECHTEL CANADA

Les bâtisseurs de l'industrie

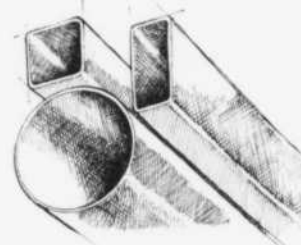
Montreal Toronto Edmonton Calgary Vancouver

Une belle apparence et même plus:



Oui, c'est vrai, les profils creux (HSS), catégorie H, de la Stelco offrent une belle apparence. Mais ce n'est pas tout! Examinons leurs caractéristiques mécaniques: les HSS constituent souvent le choix idéal pour les charpentes.

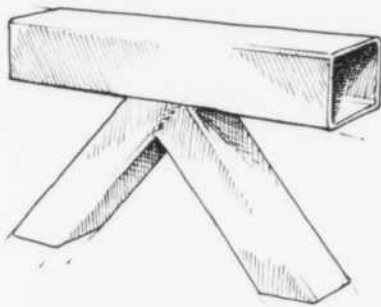
Pensez aux HSS, catégorie H, pour les poteaux. Comparez leur résistance en compression et l'économie de poids qu'ils permettent de réaliser par rapport aux autres profilés. Et l'assemblage: aucune méthode particulière n'est exigée.



Examinons les fermes. En compression, les HSS de catégorie H possèdent les mêmes caractéristiques que n'importe quel autre type de profilé, en plus de leur légèreté exceptionnelle. D'où économie de poids, signifiant économie d'argent. De plus, un meilleur rayon de giration se traduit par des membrures supérieure et inférieure plus résistantes, d'où économie de contreventements.

les HSS, catégorie H, de la Stelco

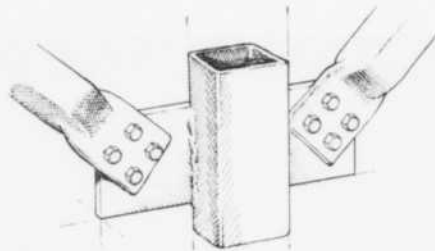
D'une façon générale, les HSS constituent un excellent choix pour le contreventement de toute construction. Leur symétrie permet de réduire les dimensions des éléments à la différence des autres profils, tandis que leur forme élancée laisse plus de place à l'équipement mécanique.



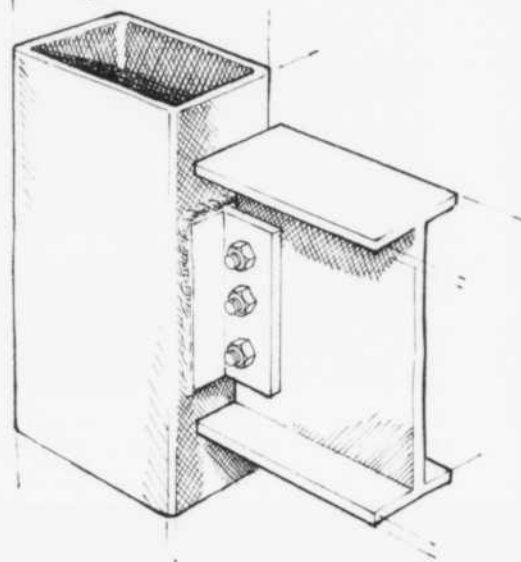
Les autres avantages des HSS, catégorie H, ne deviennent évidents qu'une fois la charpente installée. Ainsi, il est possible de combattre efficacement l'escalade du coût de la peinture. D'abord, il y a moins de surface à peindre. Ensuite, aucun recoin, lèzarde, ni arête aigüe pour nuire à l'application de la peinture. De plus, dans les endroits où la poussière constitue un problème, leur forme se révèle un avantage important lors du nettoyage.

Il n'est pas étonnant qu'ils conviennent parfaitement comme panne, particulièrement en atmosphère corrosive.

Voilà quelques-unes des raisons pour lesquelles les HSS, catégorie H, sont de plus en plus recommandés lors de projets de construction. Par exemple, l'Hydro Ontario avait utilisé des éléments de contreventement classiques lors de la construction de la centrale Lennox, au début des années 1970; cependant, pour la centrale identique à Wesleyville, en Ontario, elle a eu recours aux HSS, catégorie H, pour le contreventement et les fermes. De même, lorsque la Texasgulf Canada Limited entreprit l'expansion de ses installations minières, de traitement des minerais et d'affinage aux mines Kidd Creek, elle a utilisé des HSS, catégorie H, comme éléments de charpente, notamment pour les immenses fermes d'une portée libre de 72 m (213 pi).



Et d'autres firmes, comme Inland Cement, les Ciments Lafarge du Canada, Dofasco, Cominco, Alcan et Syncrude comptent maintenant parmi les utilisateurs de HSS pour leurs travaux de charpente.



Oui c'est vrai, les HSS, catégorie H, offrent une belle apparence, pour une perfection exceptionnelle. Les HSS, gagnent à être connus: demandez les brochures techniques de la Stelco.

A: The Steel Company of Canada, Limited
Department 'A', Stelco Tower, 100 King Street West,
Hamilton, Ontario
L8N 9Z9

Veuillez nous faire parvenir les brochures suivantes sur les HSS, catégorie H:

- Profils creux de construction, types T et A — soudables, pour usage à basses températures
- Profils creux de construction: dimensions et propriétés des profils
- HSS Design Manual for Connections

Applications des HSS

dans le domaine de l'acier:

- Rayonnages pour tubes
- Galeries pour transporteurs à bandes
- Puits de mine
- Fermes

Nom _____

Fonction _____

Société _____

Adresse _____

Province _____

Code postal _____

7901 / 7 F

stelco

The Steel Company
of Canada, Limited

Société canadienne ayant usines et bureaux
par tout le Canada et des représentants
sur les principaux marchés du monde

L'INGÉNIEUR MARITIME DES FORCES CANADIENNES



VOGUE SUR TOUTES LES MERS DU MONDE.

Tu peux te forger une carrière intéressante au sein du Commandement maritime des Forces canadiennes. Le Commandement maritime est présentement à la recherche de diplômés en génie, en science et en technologie du génie.

Les ingénieurs maritimes travaillent au Canada et outre-mer, sur terre et sur mer. Ils relèvent les défis technologiques du présent et de l'avenir. Il y a un grand choix de carrières: officier des exploitations de terre, officier de génie sur un navire, officier de génie des systèmes de combat ou du développement des projets, conférencier en génie dans des écoles de génie canadiennes et étrangères, gestion des établissements d'essais de génie du Commandement maritime, et beaucoup d'autres. De plus, les ingénieurs maritimes ont l'occasion de poursuivre des études post-universitaires en génie au Canada ou à l'étranger.

Le génie maritime est une carrière intéressante et captivante qui relève les défis du génie moderne, qui t'offre l'occasion de parcourir le monde et qui te permet de servir ton pays avec fierté.

Pour en savoir plus long, communique avec un conseiller du Centre de recrutement local des

Forces canadiennes inscrit dans les pages jaunes sous la rubrique 'Recrutement' ou remplis le coupon et fais-le parvenir à l'adresse indiquée.

Directeur du recrutement et de la sélection
Quartier général de la Défense nationale
Ottawa, Ontario K1A 0K2

J'aimerais en savoir plus long au sujet d'une carrière d'ingénieur maritime dans les Forces canadiennes.

Nom _____

Adresse _____

Ville _____ Prov _____ Code Postal _____

Diplôme détenu _____

2006F

LES FORCES
ARMÉES
CANADIENNES



SI LA VIE
T'INTÉRESSE

APPLICATIONS DE L'INFORMATIQUE EN CARDIOLOGIE CLINIQUE

Aimé-Robert LeBlanc, ing. D.Sc.A.*

Résumé :

Parmi les plus importants secteurs de l'informatique appliquée en cardiologie clinique, on retrouve l'interprétation de l'ECG assistée par ordinateur, la surveillance de patients, l'électrocardiographie dynamique ambulatoire, le cathétérisme cardiaque et la médecine nucléaire. Cet article présente les particularités des systèmes informatiques pour chacun de ces secteurs, qui revêtent une grande importance à cause du volume élevé d'activités cliniques et de recherche, et du niveau de maturité atteint par les produits commercialement disponibles.

1. Introduction

Sauf pour les aspects financiers et certains aspects administratifs, l'implantation de l'informatique en médecine et dans les services de santé accuse un retard important par rapport aux autres secteurs d'activité socio-économique [1]. La complexité du fonctionnement hospitalier et la diversité des services médicaux et des services de santé constituent un premier obstacle. Il y a en plus l'expérience négative acquise au cours des quinze dernières années par le truchement de nombreux projets d'expérimentation trop ambitieux et souvent mal conçus. Enfin, les restrictions budgétaires affectant tout le secteur de la santé inhibent fortement un grand nombre d'initiatives.

En général, c'est en rapport avec les soins médicaux spécialisés que l'on retrouve le plus vif intérêt pour l'emploi des ordinateurs. Plusieurs possibilités d'application paraissent claires et rentables mais l'absence de ressources suffisantes représente un obstacle de taille.

Spécifier l'infrastructure nécessaire pour une application informatique donnée constitue une première difficulté à surmonter. Les ressources humaines requises pour réaliser ce travail en milieu hospitalier sont rares. Pour le traitement des informations constituant le dossier de patients, en plus d'une formation de base en informatique, plusieurs années d'expérience sont nécessaires pour effectuer une analyse compétente de tous les aspects du problème et arriver à la spécification complète d'un système. Lorsque des signaux biologiques sont en cause, un grand nombre de problèmes additionnels découlent des interfaces entre les appareils en place, du codage et de la transmission des signaux, et de la logistique d'opération d'un système informatique complexe en temps réel.

L'enseignement de l'informatique en médecine, en nursing ou dans les autres disciplines de la santé est à toutes fins pratiques inexistant. Ainsi le personnel de santé œuvrant dans les hôpitaux n'a pas une préparation adéquate pour envisager des applications informatiques. Cette lacune est particulièrement sérieuse au niveau des médecins et des infirmières qui sont potentiellement les principaux utilisateurs de systèmes informatiques.

De par sa nature même, la pratique médicale se prête mal à l'utilisation de normes ou de guides précis, ce qui constitue un autre obstacle à l'utilisation de l'informatique. Les procédures peuvent varier d'un médecin à l'autre à l'intérieur d'un établissement, et plus largement encore d'un établissement à l'autre. Ainsi, les manufacturiers se sont heurtés à une vive opposition du milieu face à des systèmes peu flexibles, imposant des procédures relativement rigides aux usagers. La souplesse vient du logiciel et de la flexibilité d'interaction avec le monde extérieur. Elle commence seulement à se manifester grâce aux efforts constants des manufacturiers pour améliorer les interfaces homme-machine.

* *M. Aimé-Robert LeBlanc a fait ses études de premier cycle en génie électrique à l'École Polytechnique (promotion 1967) et ses études en génie biomédical dans le cadre du Programme de génie biomédical conjoint de l'École Polytechnique et de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal, obtenant un D.Sc.A. en 1974. Il effectua ensuite un stage de perfectionnement en recherche d'une année au Centre de recherches et au Service de cardiologie de l'Hôpital du Sacré-Cœur. Il est chercheur-boursier de la Fondation Canadienne des Maladies du Cœur depuis 1975 et professeur agrégé à l'Institut de génie biomédical. Ses travaux de recherche portent principalement sur l'analyse par ordinateur des arythmies cardiaques. Il est le coordonnateur des applications de l'informatique au génie biomédical à l'Hôpital du Sacré-Cœur.*

En recherche médicale, l'ordinateur est un outil omniprésent. C'est le cas par exemple en sciences neurologiques et en cardiologie, où l'activité s'est maintenue à un haut niveau au cours des 20 dernières années [2, 3]. L'utilisation des moyens informatiques rejoint l'histoire de cas, le diagnostic automatique, l'enseignement et les études de simulation [4, 5].

Un certain intérêt pour les applications informatiques commence à se manifester en rapport avec la pratique médicale en clinique ou en cabinet privé, surtout pour la tenue de dossiers. Un autre type d'application qui semble réussir est l'enregistrement des ordonnances dans les pharmacies : certains systèmes vérifient même la compatibilité entre médicaments. On peut noter aussi que les services de la Croix Rouge disposent de systèmes de haute capacité pour la détermination des formules sanguines et la gestion des banques de sang. Enfin, des groupes de médecins et des associations de professionnels de la santé emploient l'informatique pour l'analyse de questionnaires, la mise à jour des listes de membres, les sondages, etc.

Dans l'hôpital, les applications cliniques les plus importantes se retrouvent dans les laboratoires cliniques, en radiologie et en cardiologie. En biochimie et en hématologie, l'ordinateur est utilisé à la fois pour l'opération automatique des analyseurs et la compilation des résultats. Ce secteur étant confronté à des problèmes de production semblables à ceux rencontrés dans certaines industries, il a été possible de réaliser rapidement des adaptations valables. En radiologie, les développements les plus récents sont les systèmes informatisés de tomodensitométrie. Ils permettent de visualiser une coupe transverse d'un organe afin d'identifier des anomalies avec une résolution voisine du millimètre. En radiothérapie, l'ordinateur est employé depuis plusieurs années pour calculer l'intensité d'irradiation des tissus en fonction de la position et de l'intensité des sources. On calcule généralement les contours d'isodose afin de détruire sélectivement certains tissus tout en laissant intactes les régions voisines. Ainsi, un plan de traitement adapté à chaque patient peut être calculé et appliqué de façon optimale.

Les applications de l'informatique en cardiologie sont relativement nombreuses et répandues [6]. On décrira quelques unes de ces applications qui sont théoriquement transposables à d'autres domaines. On indiquera à l'occasion les applications qui se retrouvent dans certains hôpitaux du Québec.

2. Domaines d'application

a) Interprétation de l'électrocardiogramme assistée par ordinateur.

L'électrocardiogramme [ECG] est constitué par les signaux électriques recueillis à la surface du corps et résultant de l'activité du cœur. Il existe différents arrangements pour le positionnement des électrodes. Les systèmes de localisation d'électrodes sont standardisés, et le plus répandu est celui des 12 dérivations conventionnelles. Il comprend une électrode sur chacun des

membres et six électrodes précordiales. Douze combinaisons de ces 10 électrodes fournissent autant de signaux électrocardiographiques.

L'examen de routine consiste à faire un enregistrement sur papier de ces douze dérivations. Chaque dérivation est recueillie pour quelques secondes seulement (i.e., quelques battements cardiaques). Ce tracé est utilisé par le cardiologue qui interprète l'ECG en mesurant différentes amplitudes, durées et intervalles de temps. La Figure 1 montre le schéma d'un battement cardiaque avec les trois composantes principales : onde P, complexe QRS et onde T. Les trois types de mesures effectuées sont clairement indiqués.

L'examen électrocardiographique de routine est fort répandu en milieu hospitalier. À cause du grand nombre d'ECG, le cardiologue consacre une partie importante de son temps à la lecture des tracés. Une instrumentation de complexité moyenne est requise afin d'enregistrer les signaux avec fidélité. Aussi, les préposés à l'enregistrement doivent être bien entraînés pour assurer la qualité des tracés et ainsi permettre un diagnostic fiable.

Dans les hôpitaux où il n'y a pas de cardiologue, on transmet généralement l'ECG par ligne téléphonique à un hôpital spécialisé. Il est alors facile d'imaginer la situation qui se développe dans un établissement recevant des ECG de plusieurs stations : le laboratoire d'ECG est transformé peu à peu en une petite centrale téléphonique recevant un volume important d'appels pour enregistrer et pour faire interpréter des tracés d'ECG, et retransmettre des rapports d'interprétation verbaux ou écrits. Dans ces conditions, l'utilisation d'un ordinateur est indiquée pour gérer les appels, contrôler la qualité des signaux, produire les rapports et même assister le cardiologue dans la formulation du diagnostic.

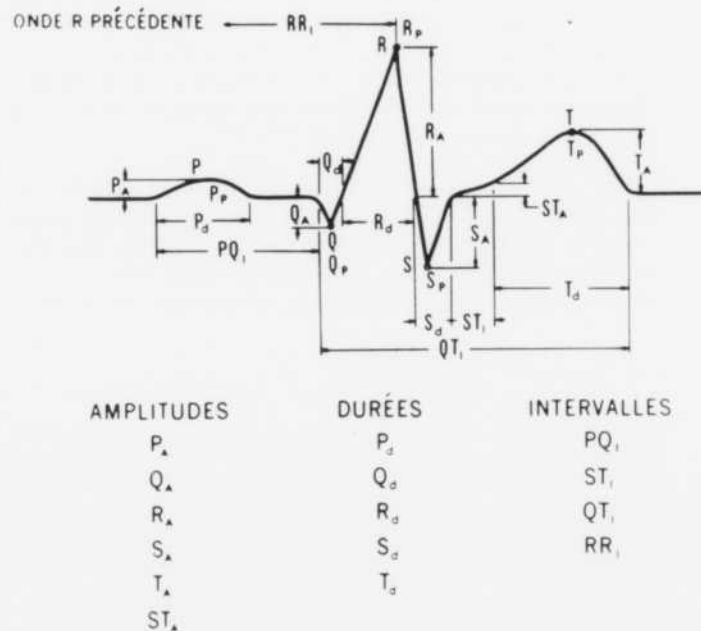


Figure 1

Depuis au-delà de 15 ans, des systèmes informatisés sont commercialement disponibles pour résoudre les aspects opérationnels des centres de cardiologie recevant un important volume de tracés par téléphone. Lorsqu'il s'agit d'utiliser l'ordinateur pour interpréter l'ECG et produire automatiquement le diagnostic, les cardiologues voient leurs fonctions fortement modifiées par la machine. L'approche utilisée pour vérifier l'exactitude de l'interprétation par ordinateur est de la confronter avec celle fournie par des groupes d'experts [7]. On a ainsi mis en évidence plusieurs limitations de l'interprétation automatique de l'ECG.

La principale faiblesse de cette interprétation automatique est l'absence d'utilisation de l'information complémentaire (âge, sexe, médicament, etc) concernant le patient. On concède que l'ordinateur effectue rapidement une foule de mesures précises et réalise des analyses de haute qualité. Toutefois, des limitations importantes persistent pour prendre en considération la spécificité de l'ECG en regard d'un trouble cardiaque donné et des caractéristiques du patient. En somme, l'ECG à douze dérivations, pris isolément, représente l'état cardiaque avec moins de précision qu'on ne le croyait initialement.

L'amélioration des programmes d'interprétation sous cet angle s'avère donc une tâche à long terme. L'analyse de données groupées par diagnostic et reliées à un ensemble d'informations indépendantes permettra éventuellement d'obtenir des renseignements additionnels [8]. Ces problèmes d'envergure sont du domaine de la recherche médicale fondamentale et épidémiologique. Cette recherche pourra peut-être changer les fondements mêmes de l'électrocardiographie conventionnelle au cours des années à venir.

Avec la technologie actuelle, il faut reconnaître que les systèmes disponibles sont capables d'assister le cardiologue dans la mesure des paramètres de l'ECG et dans l'obtention de certaines indications diagnostiques découlant d'un examen fastidieux d'un grand nombre de possibilités. Ces systèmes sont mêmes très fiables pour faire la distinction entre les tracés « normaux » et pathologiques.

D'autre part, il faut souligner l'apport important de tels systèmes sur le plan opérationnel. En effet, des systèmes d'interprétation d'ECG assistée par ordinateur offrent des modalités qui répondent à divers degrés, aux besoins d'un laboratoire d'ECG. Ils effectuent la réception automatique des ECG, le contrôle de qualité sur les signaux à chaque appel, l'interprétation préliminaire du tracé dans une structure de file d'attente qui permet de changer la priorité pour obtenir le rapport d'un tracé urgent, l'édition du rapport pour le modifier selon l'interprétation du cardiologue, le retour automatique des rapports aux stations d'émissions, et la comptabilité des opérations.

Plus récemment, la disponibilité de disques de grande capacité (300 à 400 mégaoctets) a permis aux manufacturiers d'offrir des archives dynamiques pour conserver les tracés antérieurs afin de permettre une comparaison automatique avec l'ECG sous analyse. Lorsque le cardiologue interprète un tracé, une requête est émise pour le(s) tracé(s) antérieur(s) car il est

toujours souhaitable d'interpréter un tracé dans un contexte d'évolution temporelle. Le stockage de ces informations selon des modes apparentés aux banques de données est en voie de réalisation. Un langage informatique spécial pour exploiter la banque de données sera aussi disponible et offrira un outil de travail puissant pour la recherche et l'enseignement en électrocardiographie. Par ailleurs, à cause des différences qui existent entre l'interprétation de l'ECG et la pratique médicale dans un milieu donné, certains manufacturiers proposent un programme d'interprétation avec critères ajustables. Ceci allège la tâche d'édition des rapports une fois que le programme d'interprétation est adapté au milieu dans lequel il est utilisé.

L'interprétation de l'ECG assistée par ordinateur est utilisée selon le principe du rapport non confirmé. Tous les établissements ont accès au système 24 heures par jour et 7 jours par semaine. Dans les cas urgents, surtout la nuit et la fin de semaine, il est possible d'obtenir automatiquement une réponse préliminaire immédiate, c'est-à-dire un rapport comprenant une suggestion de diagnostic. Après quelques mois d'utilisation les requérants sont en mesure de faire un usage adéquat de ce rapport non confirmé. Par ailleurs, pour le travail de routine, seulement des rapports confirmés sont retournés aux requérants. Si un cardiologue est disponible sur place, un rapport non confirmé est envoyé et le cardiologue effectue lui-même la confirmation. Il peut donc, à distance, se servir du même outil de travail que le cardiologue du centre où se trouve l'ordinateur.

L'impact d'un système d'interprétation d'ECG assistée par ordinateur est très important au niveau opérationnel dans un service de cardiologie. Il se fait sentir surtout au niveau du personnel nécessaire pour manipuler un grand volume de tracés, ainsi qu'au plan des frais téléphoniques pour recevoir les tracés et transmettre les rapports. Pour le cardiologue, les avantages sont plus indirects : par exemple, sachant qu'un contrôle de qualité est appliqué uniformément sur tous les tracés, peut-être sera-t-il moins préoccupé par ce facteur lors de l'interprétation. De plus, l'accès facile aux tracés antérieurs lui permettra de les utiliser systématiquement. Il est permis de croire qu'à l'aide d'un tel système le cardiologue fournit une interprétation supérieure à celle du cardiologue seul ou de l'ordinateur seul. Cette amélioration est principalement attribuée au facteur de fatigue humaine dans un contexte où des centaines de tracés doivent être interprétés quotidiennement, ainsi qu'à une meilleure organisation opérationnelle.

Au Québec, les premiers efforts reliés à l'interprétation de l'ECG par ordinateur remontent à 1967, à l'Hôpital Notre-Dame [9]. Quelques années plus tard, l'Institut de Cardiologie de Québec s'engageait dans la même voie. Depuis lors, diverses études ont permis d'approfondir la technique et d'évaluer certains programmes d'interprétation [10]. On peut noter, en particulier, les études de l'Institut de génie biomédical et du service de cardiologie de l'Hôpital du Sacré-Cœur. Au cours des deux dernières années, une version plus moderne de ces systèmes a été mise en opération à l'Insti-

tut de Cardiologie de Montréal. Cette approche devient de plus en plus populaire et il est prévisible que plusieurs équipes de cardiologues voudront disposer d'un tel outil dans un proche avenir.

b) Monitoring

En soins intensifs, la surveillance du patient est effectuée par l'observation de différents paramètres physiologiques à intervalles réguliers. Plusieurs de ces paramètres sont directement reliés au système cardiovasculaire : par exemple, la fréquence et le débit cardiaques, les pressions systolique, diastolique et moyenne dans différents secteurs de l'arbre vasculaire, ou dans les oreillettes et les ventricules. Au cours de la surveillance, une attention particulière est accordée aux troubles du rythme qui sont des indicateurs pronostiques d'une détresse cardiaque.

Les systèmes de première génération utilisent des affichages pour présenter l'information à l'infirmière ou au médecin. Certaines alarmes sont disponibles mais, à cause de leur sensibilité aux mouvements du patient, elles sont souvent mises intentionnellement hors d'usage. Ces moyens de présentation se résument à l'oscilloscope, à l'enregistreur graphique, à l'affichage sur cadran, ou à l'affichage numérique (pressions et rythme cardiaque), etc... Un dossier est constitué à partir de ces observations, sous la forme de différents tableaux et graphiques permettant de colliger l'information et d'obtenir une vue d'ensemble de l'évolution du patient. Le dossier cumulé au fil des heures et des jours constitue le dossier de soins intensifs. En général, plus l'état du patient est critique plus cette collecte d'information se fait à des intervalles de temps rapprochés pour obtenir une idée plus précise de l'évolution en fonction des actions thérapeutiques.

Les systèmes commerciaux offerts au cours des 10 dernières années utilisent l'ordinateur pour assister les infirmières dans la collecte d'information en temps réel, pour générer des alarmes fiables si des conditions limites dans les valeurs de paramètres surveillés sont dépassées et pour constituer, en partie, le dossier évolutif de l'état du patient [11]. Ces systèmes sont évidemment capables de remplir ce rôle de surveillance pour un grand nombre de patients simultanément (e.g., de 8 à 16 patients par système).

La saisie d'informations s'effectue à l'aide d'un moniteur de chevet qui comprend les modules de prétraitement du signal biologique (filtrage, amplification, calibration, etc.). Chaque module a une fonction particulière : par exemple, un module d'ECG recueille le signal à l'aide d'un câble à 3 électrodes et présente à sa sortie un signal amplifié par un facteur de l'ordre de 1000, avec une bande passante de 0,05 à 50 Hz. Les pressions sont captées à l'aide de cathéters positionnés aux endroits désirés dans le flot sanguin. Donc, selon le patient à surveiller, différents modules sont en opération et le moniteur de chevet permet d'examiner un nombre de signaux physiologiques variant de 1 à 6.

À partir de chaque moniteur de chevet, les signaux sont acheminés vers une console centrale où l'information est présentée sur grand écran de façon à permettre

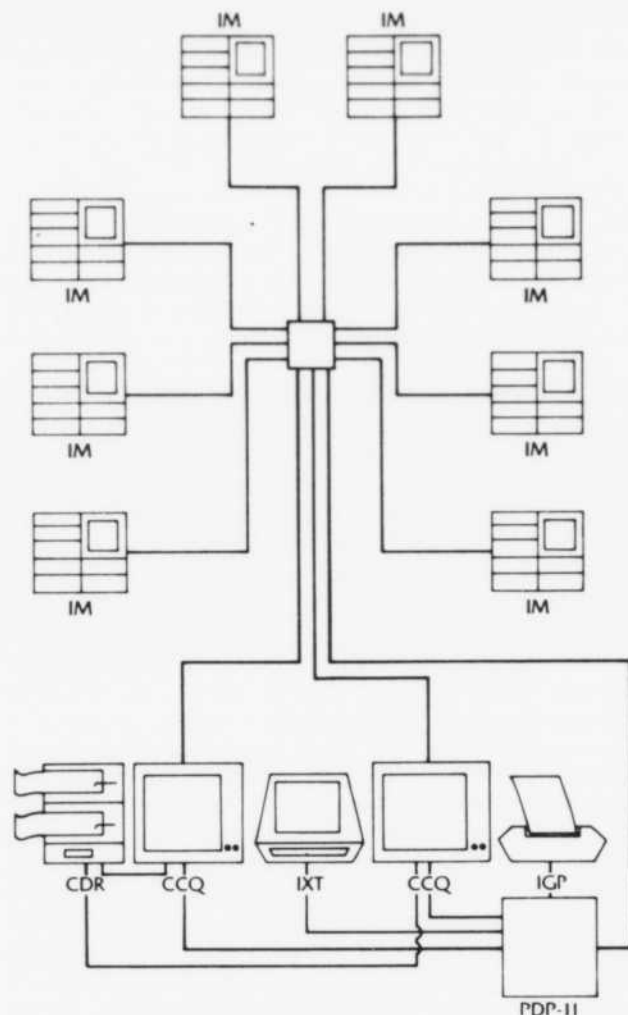


Figure 2

la surveillance de plusieurs patients. La disponibilité d'enregistreurs graphiques au poste central permet de générer des documents pour le dossier.

Un exemple d'installation est schématisé à la Figure 2. Les postes de chevet (IM) sont reliés à un point de jonction à partir duquel se fait la distribution des signaux. Le poste central comprend les enregistreurs graphiques (CDR) dans la proportion d'un enregistreur pour 4 ou 6 lits. Chaque tracé est identifié avec le numéro du lit, la date et l'heure de l'événement enregistré. Un enregistrement est déclenché automatiquement ou sur demande. Ensuite, il y a un écran de grandes dimensions (CCQ) à 4 traces, dans la proportion d'un écran pour 4 lits. Il y a une terminal (IXT) avec clavier pour communication bidirectionnelle avec l'ordinateur. Une imprimante (IGP) pour obtenir les rapports écrits et graphiques et, finalement, un ordinateur (PDP-11) qui constitue l'unité centrale de traitement de signaux pour la surveillance.

En général, c'est à partir du poste central que l'informatique commence à jouer son rôle. Les systèmes conventionnels font une saisie d'information à intervalles plus ou moins rapprochés, effectuent des mesures fiables, comparent ces mesures à des seuils définis par l'utilisateur pour déclencher des alarmes et, finalement, rassemblent ces informations pour affichage. En pratique, l'ordinateur agit comme un enregistreur d'événements pour lesquels il tient une chronologie exacte et

permet ainsi d'associer rapidement un ensemble de facteurs qui peuvent se produire simultanément, ou à des temps voisins, chez un même patient.

Dans la plupart des systèmes, l'analyse des arythmies cardiaques est axée sur la détection des troubles du rythme se manifestant dans l'activité ventriculaire. Seulement quelques systèmes expérimentaux non commercialisés tiennent compte de l'activité auriculaire. Toutefois, même en se limitant à l'analyse de l'activité ventriculaire sur une base de battement par battement, un progrès notable est réalisé comparativement à la surveillance visuelle ordinaire. On sait que cette surveillance visuelle est une tâche irréalisable de façon soutenue, surtout pour plusieurs patients. Donc, indépendamment des tâches en cours dans une unité de soins intensifs, la présence d'un système maintient la qualité de la surveillance et permet d'identifier avec fiabilité les situations d'urgence. De plus, le système informatisé permet d'apprécier l'évolution de l'état du patient sur plusieurs heures et ainsi déceler certaines tendances s'il y a lieu.

L'ordinateur a la capacité nécessaire pour stocker les informations pour plusieurs patients afin de présenter un résumé de la période de surveillance. Ce résumé peut être sous forme de rapport numérique, quoique la forme graphique soit la plus souvent utilisée. On peut avoir, par exemple, le tachogramme du rythme cardiaque, l'évolution de la pression systolique, de la pression moyenne ou de la pression diastolique aortique, le tachogramme des extrasystoles ventriculaires, etc. Le temps d'observation peut couvrir la dernière heure ou la dernière journée, avec des choix intermédiaires possibles. Cet affichage des tendances de divers paramètres est très important pour évaluer l'effet de thérapies antiarythmiques, en particulier les médicaments.

Quelques manufacturiers offrent des systèmes plus avant-gardistes dans lesquels la technologie des microprocesseurs est incluse au niveau du moniteur de chevet. Par exemple, la présentation des tendances peut être faite à chaque poste de chevet. De plus, le transfert des signaux entre le poste de chevet et l'ordinateur se fait en mode numérique sur une structure de « bus » où, en fait, chaque poste de chevet devient un périphérique de l'unité centrale de traitement. Ceci est un progrès notable par rapport aux liens analogiques traditionnels. Toutefois, le succès commercial de tels systèmes n'est pas encore acquis à cause du facteur coût.

Un manufacturier propose également un système en boucle fermée comprenant les détecteurs et analyseurs nécessaires pour effectuer de façon entièrement automatique l'infusion de sang et de solutés. Cette tâche, en même temps qu'un monitoring relativement complet, est effectuée sous contrôle de l'ordinateur. Les interfaces sont prévues pour un densitomètre à colorant, un pneumotachographe et un analyseur de CO₂. Le calcul du débit cardiaque, des différentes fonctions respiratoires et des gaz sanguins est aussi possible. Ce système n'est pas tellement répandu car il nécessite un entraînement assez poussé du personnel pour en arriver à une utilisation routinière. Toutefois, c'est probablement le genre de système que nous verrons davantage dans l'avenir. Enfin, des travaux assez audacieux sont menés dans le domaine de l'administration de

médicaments antiarythmiques sous observation contrôlée par ordinateur [12]. Encore quelques années seront nécessaires pour mettre au point ces systèmes et surtout valider la fiabilité de l'approche.

Dans le milieu local, on peut noter que l'Institut de Cardiologie de Montréal s'est doté d'un système de monitoring informatisé dès 1975-76. Récemment, un système de surveillance moderne a été installé à l'Hôpital du Sacré-Cœur. D'autres établissements sont aussi fort intéressés à la question.

c) *Électrocardiographie dynamique ambulatoire*

L'électrocardiographie ambulatoire consiste à enregistrer, à l'aide d'un magnétophone portatif, l'ECG d'une personne qui poursuit ses activités habituelles. Cette technique est plus connue sous le nom de son inventeur, N.J. Holter, qui l'a utilisée pour la première fois au début des années 50. Ce genre d'enregistrement est indiqué pour surveiller les posologies de médicaments antiarythmiques, identifier les situations arythmogéniques de la vie courante, vérifier la persistance d'une thérapie à la suite d'une crise aiguë, telle l'infarctus du myocarde, etc. Les premiers systèmes d'enregistrement fonctionnaient pour 12 heures seulement avec une seule dérivation. Grâce à la miniaturisation et aux nouvelles composantes électroniques à faible consommation d'énergie, les systèmes proposés au cours des deux dernières années enregistrent deux dérivations simultanées, en même temps qu'un signal servant de référence temporelle, et ce pour une période de 24 heures sans changer de cassette ou de pile. Ces enregistreurs sont capables d'offrir des ECG de bonne qualité sous diverses conditions si des précautions suffisantes sont prises pour l'installation des électrodes.

Le problème principal de l'enregistrement Holter se situe actuellement au niveau de l'analyse du contenu de ces cassettes (environ 100 000 battements cardiaques pour une période de 24 heures). En effet, la technique usuelle pour récupérer le contenu de la cassette consiste à faire une lecture accélérée (30, 60 ou 120 fois la vitesse d'enregistrement). Les premiers dispositifs utilisés étaient des dérouleurs de bandes magnétiques munis d'un compteur analogique, d'un écran cathodique, d'un enregistreur graphique et d'une horloge de référence. Cette première génération d'analyseurs a eu un succès commercial remarquable en démontrant que la technique répondait à un besoin réel.

L'avènement de nouveaux moyens technologiques et surtout l'utilisation de l'ordinateur ont permis des progrès importants. Aux États-Unis, certaines entreprises ont mis sur pied des centres d'analyse par ordinateur (« service bureau »). L'incompatibilité complète entre les enregistreurs des différents manufacturiers a assuré une clientèle relativement captive à ces firmes. À la longue, des frais d'analyse élevés ont conduit au développement de petits systèmes informatiques dédiés.

Le déroulement des cassettes à haute vitesse pose de fortes contraintes sur l'acquisition de données, et davantage sur la flexibilité de l'analyse. Pour tenter de résoudre ces difficultés, deux approches sont généralement proposées. La première consiste en un système à deux étapes. La première étape exécute la conversion

analogue-numérique, la compression des signaux en temps réel et le stockage sur médium de grande capacité (ruban numérique ou disque) du contenu de la cassette. Cette étape dure 24 minutes pour une reproduction à 60 fois le temps réel. La deuxième étape est l'analyse proprement dite des signaux, avec un temps d'analyse variable suivant la complexité de l'arythmie. Comme ordre de grandeur, la détection d'extrasystoles ventriculaires apparaissant une fois par minute à l'intérieur d'un rythme sinusal à 70 battements/minute prend environ une heure de temps d'ordinateur pour 24 heures d'ECG. Un tracé plus complexe exigerait un temps d'analyse plus long.

La deuxième approche consiste à faire la conversion analogue-numérique, l'extraction de paramètres simples (i.e. intervalles RR, durée du QRS et amplitude du QRS) et l'analyse en temps réel durant la reproduction accélérée. Cette approche en est encore à ses débuts, du moins en ce qui concerne les systèmes commerciaux. Certains systèmes expérimentaux avec multiprocesseurs permettent de faire des analyses relativement complexes mais leur coût les rend actuellement presque inaccessibles [13]. De plus, ils sont plus orientés vers la recherche que vers les besoins du milieu clinique.

Il est utile de faire un parallèle entre l'analyse des enregistrements Holter et le monitoring des arythmies en soins intensifs. Sauf pour les fonctions d'alarme du monitoring, les exigences de l'analyse du signal sont semblables dans les deux cas. Les enregistrements Holter posent le problème additionnel de transfert accéléré des signaux à l'ordinateur. Le système de monitoring exécute l'analyse au fur et à mesure à l'aide d'un système dédié. Pour un volume suffisant d'enregistrements Holter, un système d'analyse dédié peut être aussi justifié.

Des systèmes semblables au Holter déjà décrit ont été proposés dans le but de limiter la collecte de données aux seuls instants où certains troubles du rythme sont identifiés, ou bien lorsque le patient est symptomatique et peut activer lui-même l'enregistreur. On espère ainsi éliminer de 90 à 95% des informations recueillies par un enregistrement continu car, hors des épisodes d'arythmies, l'information ne porte que sur le rythme cardiaque dont la valeur numérique peut être calculée à chaque minute, par exemple. Les systèmes commerciaux de ce type sont simples et utilisent des concepts de détection analogique. Toutefois, il est permis de croire que des systèmes Holter avec microprocesseurs incorporés seront disponibles prochainement. Le stockage des signaux pourrait se faire directement sous forme numérique dans des mémoires à semi-conducteurs.

Il faut noter que l'expérience du monde médical face à cette observation fine de l'ECG de longue durée est relativement récente. L'interprétation des données n'est pas facile, même chez des sujets dits « normaux », car les phénomènes biologiques ont une variabilité intrinsèque issue de facteurs « sociaux » qui ont peu de rapport direct avec des situations pathologiques [14]. Par exemple, on a noté depuis longtemps l'influence de la veille et du sommeil sur la fréquence cardiaque et

sur la genèse des troubles du rythme. Par ailleurs, on estime que le nombre d'enregistrements consécutifs de 24 heures nécessaires pour montrer l'effet d'un médicament et éliminer les variations « naturelles » peut aller jusqu'à 6. Plusieurs études sont en cours et une énorme quantité d'information sera accumulée dans les années à venir afin de préciser l'interprétation de phénomènes qui n'ont jamais été examinés de cette façon. Il est certain que l'ordinateur jouera un rôle de premier plan pour rendre cette technologie utilisable.

L'utilisation des systèmes Holter est courante dans le domaine de la cardiologie au Québec, surtout en ce qui a trait à la technique de reproduction accélérée conventionnelle. Il faut souligner que ces systèmes sont relativement dispendieux et que leur justification économique n'est pas facile. La plupart des systèmes ont été obtenus pour des fins de recherche et l'utilisation routinière en clinique est rare. Le même problème qu'en monitoring se pose ici, à savoir que l'information est nouvelle et qu'il est difficile d'en faire l'interprétation diagnostique. En plus des investissements en équipement, l'opération d'un tel système demande un personnel connaissant les arythmies cardiaques afin de mener à bien l'examen des rubans enregistrés. Le Holter est une technique valable pour l'observation des troubles du rythme mais son coût fait qu'on ne la retrouve que dans les centres importants de cardiologie où une activité de recherche existe.

d) Laboratoire de cathétérisme cardiaque

Le cathétérisme cardiaque est généralement réalisé en trois étapes : l'acquisition de données, l'analyse et le diagnostic. Les deux premières, soit la mesure des pressions sanguines et le calcul de paramètres hémodynamiques reflétant les performances cardiaques, peuvent être faites par l'ordinateur. La plupart des systèmes offrent une présentation des résultats sur écran et des rapports imprimés pour aider à la formulation du diagnostic et à la prise de décision pour la poursuite de l'investigation. La disponibilité immédiate des analyses, comme le débit cardiaque et la surface valvulaire, élimine de longs calculs et fournit aux médecins une vérification importante de la cohérence des données hémodynamiques.

La communication entre la salle de cathétérisme et l'ordinateur nécessite un clavier, un écran vidéo ainsi qu'un système d'enregistrement proprement dit, soit les amplificateurs et conditionneurs de signaux. La Figure 3 montre le schéma d'un système commercial qui reçoit trois canaux de pression, un canal d'ECG et un canal de débit cardiaque par la technique du densitomètre à colorant. L'analyse des données est exécutée automatiquement en temps réel. Les mesures de pression sont obtenues l'aide de cathéters introduits dans l'aorte et dans différentes artères périphériques. En prenant les pressions à plusieurs sites simultanément, plusieurs paramètres additionnels à l'observation directe peuvent être calculés. Les données entrées manuellement, telle la saturation en O₂, sont utilisées par exemple pour calculer les débits pulmonaires et systémiques. De plus, l'ordinateur permet d'effectuer des études spéciales de cathétérisme qui n'étaient pas pos-

sible auparavant à cause de la complexité des calculs et surtout du temps requis pour effectuer les mesures à partir de l'enregistrement sur papier.

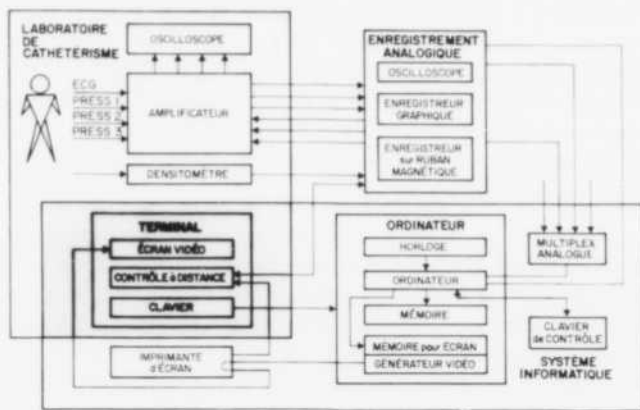


Figure 3

En parallèle avec le cathétérisme cardiaque, des activités reliées à l'analyse des films radiologiques d'angiographie sont aussi réalisées en temps différé. L'analyseur de volume ventriculaire gauche convertit un angiogramme monoplan ou biplan en une forme compatible avec une entrée sur ordinateur directement à partir du film. En effet, différents types de tablettes traçantes couplées à une plume à numériser sont disponibles pour effectuer ce travail. Utilisant la plume, l'opérateur trace le contour du ventricule en systole et en diastole. En couplant les données géométriques et les données de pression obtenues précédemment, plusieurs autres paramètres peuvent être calculés.

e) Médecine nucléaire

Suite à l'injection d'un isotope dans l'organisme, la caméra gamma est utilisée pour en obtenir la distribution dans les tissus sous forme d'une image analogique qui peut être montrée sur écran et photographiée. Les systèmes informatiques couplés à la caméra gamma sont conçus spécifiquement pour l'acquisition, le traitement, le stockage et la présentation des données (Figure 4). Seulement l'interface avec la caméra en fait un

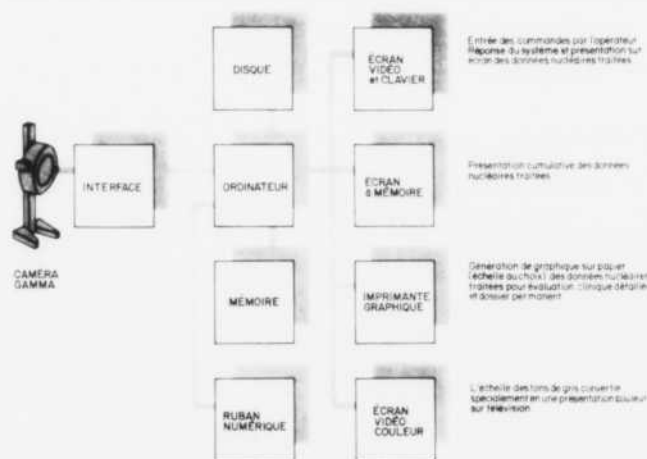


Figure 4

système spécialisé. Toutefois, certains ordinateurs permettent des possibilités supérieures pour le traitement d'images. Ceci peut être un atout intéressant dans certaines applications.

Le stockage d'images et leur analyse est l'avantage majeur offert par l'ordinateur. Sans cela, l'opérateur doit décider à l'avance quoi photographier et il peut difficilement ajuster les contrastes en regard des régions à examiner et de l'importance diagnostique des observations : un document photographique peut être requis pour chaque niveau de contraste, soit de façon systématique ou au besoin. Par ailleurs, lorsque les images sont emmagasinées sur ordinateur, elles peuvent être rappelées aussi souvent que désiré et sous des formes très différentes. Le jeu des contrastes et des présentations en couleur peuvent mettre en valeur différents aspects d'une même image. Une identification positive de chaque image accompagne toujours la présentation et permet ainsi d'éliminer les erreurs.

Pour les études dynamiques, l'ordinateur joue un rôle encore plus important. L'agencement des images consiste à prendre une série d'images successives, à intervalles relativement courts (typiquement jusqu'à 100 images/sec.), pour illustrer un aspect du fonctionnement de l'organe étudié. Même si l'application peut être généralisée à plusieurs organes, tels les poumons, les reins et le cerveau, l'évaluation de la fonction cardiaque est de première importance. Les images individuelles peuvent être présentées comme dans le cas d'un film afin d'observer le flot sanguin, par exemple.

L'ordinateur peut être aussi utilisé pour diverses autres fonctions : l'usage d'un seuil d'intensité pour éliminer certaines régions sans intérêt pour l'examen en cours, et l'usage de filtres numériques à deux dimensions pour réduire le bruit d'image. De plus, le traçage des isocontours permet de délimiter une région d'intensité uniforme et d'obtenir le contour de la silhouette cardiaque. Ceci permet donc une présentation comparative de la dimension, de la forme et de la position du cœur. La rotation de l'image peut être utile si la caméra n'est pas dans la position usuelle de visionnement de l'organe en question. Il y a aussi la possibilité d'examiner plus attentivement une partie seulement d'une image, et de la caractériser en terme de la radioactivité totale de la région, du nombre de cellules et du compte moyen par cellule. Ceci permet donc de réaliser des études dynamiques portant, par exemple, sur le débit sanguin de régions cardiaques choisies. Ainsi, la coronographie conventionnelle montre le rétrécissement d'une artère coronaire mais ne fournit pas d'information quant à son efficacité pour assurer le passage du sang. Le seul rétrécissement n'implique pas nécessairement une mauvaise irrigation des tissus.

En ce qui concerne les analyses fonctionnelles, certains travaux indiquent des limitations des systèmes actuels comme le flou des images. Ce flou est dû à plusieurs facteurs, en particulier, la résolution limitée de la caméra, le bruit, le mouvement du cœur durant la saisie de données et les erreurs inhérentes à la génération d'images. Par ailleurs, l'analyse fonctionnelle a des avantages diagnostiques importants qui justifient de poursuivre l'amélioration de cette approche. Parmi ces avantages, il faut noter la représentation condensée

des principaux éléments d'une étude sur une seule image. De plus, certains algorithmes permettent de mettre en évidence et d'évaluer des mouvements cardiaques faibles.

En ce qui concerne l'ordinateur proprement dit, l'interface avec la caméra gamma est spécialisée mais le reste est relativement conventionnel. D'autre part, le logiciel est spécialement développé pour la médecine nucléaire. En général, ce logiciel offre des avantages de haute flexibilité avec des programmes conventionnels de soutien pour manipuler l'information et programmer certaines analyses spéciales dans un langage évolué.

Plusieurs installations (entre 5 et 7) semblables à celle décrite précédemment se retrouvent à Montréal et à Québec. Toutefois, peu de systèmes sont dédiés exclusivement à la cardiologie.

f) Autres applications

En plus des applications décrites ci-dessus, on peut mentionner un certain nombre de développements qui n'ont pas encore eu une large diffusion, soit en raison de leur nouveauté ou de leur coût. Un exemple est représenté par les tests d'exercice (i.e., tapis roulant, bicyclette, etc.) qui sont utilisés pour mettre en évidence certains troubles cardiaques sous épreuves d'effort. Certains systèmes munis d'un ordinateur permettent le chronométrage, la programmation du test et la saisie des données (plusieurs dérivations de l'ECG). Les principaux paramètres, telles la fréquence cardiaque et l'élévation du segment ST, sont mesurés, affichés et tracés sur enregistreur graphique pendant la conduite du test. Certaines approches permettent aussi d'obtenir des échantillons de la pression de façon intermittente par sphygmomanomètre.

Un autre exemple est celui du traitement de données dans le domaine des ultrasons (l'échocardiographie). Plusieurs voient des avantages marqués à l'utilisation des ultrasons pour obtenir des images de structures en mouvement à l'intérieur du corps. L'absence de radiations ionisantes permet de faire des examens prolongés et détaillés. Plusieurs systèmes expérimentaux existent déjà et des versions commerciales commencent à être disponibles.

D'autres systèmes s'occupent des variables cardiopulmonaires, tels les gaz sanguins, pour mesurer des échanges gazeux pulmonaires et ventilatoires. De même, certains travaux ont montré la possibilité d'un contrôle en temps réel interactif du transport O_2 - CO_2 chez les patients ventilés mécaniquement.

Il existe également plusieurs systèmes permettant diverses études de simulation : la circulation sanguine, les troubles du rythme, l'activité électrique du cœur et la fonction mécanique cardiaque. Certains de ces outils sont suffisamment au point pour donner lieu à des retombées cliniques éventuelles et servir de support au diagnostic et à l'enseignement.

3. Conclusion

Les applications décrites ci-dessus couvrent la très vaste majorité des activités informatiques en cardiologie clinique. Ce sont les secteurs dans lesquels des systèmes sont commercialement disponibles en tant que produit fini. Ceci ne signifie pas pour autant que la recherche et le développement sont terminés. En effet, en faisant un survol des dernières années, on constate que ces mêmes secteurs constituent facilement au-delà de 50% des sujets traités.

En parallèle avec le développement technologique, une approche évaluative commence à prendre une large part des activités de recherche. Il ne suffit plus qu'un système ait été développé et validé dans un grand centre médical pour qu'il soit accepté d'emblée. On veut aussi connaître à fond ses possibilités ainsi que les bases scientifiques utilisées pour les réaliser. Donc, même pour le simple achat de ce genre de produit, une équipe multidisciplinaire est nécessaire pour couvrir avec compétence toutes les facettes des choix offerts et s'orienter vers une décision optimale.

Il faut ajouter que le grand nombre de chercheurs impliqués dans ce domaine, de même que le nombre important de manufacturiers, donnent une dynamique particulière aux applications informatiques en cardiologie. Plusieurs systèmes sont mis à jour régulièrement, ce qui implique donc un suivi attentif du domaine pour bien comprendre la nature des améliorations, surtout si elles ont un impact sur les opérations de routine. Pour ces raisons, on peut difficilement accepter des systèmes dédiés à fonctions fixes (« turnkey »), sans supervision locale compétente, que ce soit pour l'installation, la modification, la mise à jour, l'entretien et l'opération.

Il est utile de souligner encore une fois que les systèmes effectuant des analyses en temps réel de signaux biologiques sont très exigeants sur le plan technique. Ils opèrent dans un environnement complexe, en liaison avec des instruments variés et en présence de contraintes opérationnelles très fortes. Par conséquent, un éventail de compétences doit être disponible pour qu'en un temps raisonnable, ces systèmes opèrent adéquatement et surtout qu'ils rendent les bénéfices attendus. ■

RÉFÉRENCES

1. COOK G., For the maladies of health care : a medical revolution in the making, *The Futurist*, 179-189, June 1979.
2. CACERES C.A., RIKLI A.E., *Diagnostic computers*, C.C. Thomas Publ. 1969.
3. PERKEL D.H., GERSTEIN G.L., MOORE G.P., Neuronal spiketrains and stochastic point processes, *Biophys. J.*, vol. 7, 391-418, 1967.
4. KULIKOWSKI C.A., Problems in the design of knowledge bases for medical consultation, *Proc. 1st Ann. Symp. on Computer Application in Medical Care* : 70-74, Washington, Oct. 1977.

5. FARRELL E.J., SIEGEL J. H., Investigation of cardiorespiratory abnormalities through computer simulation, *Comp. Biomed. Res.*, 5 : 161-186, 1973.
6. VAN BEMMEL J.H., The role of computers in cardiology and clinical physiology, *Proc. MEDINFO 1977*, 819-827, Toronto 1977.
7. BAILEY J.J. et al., A method for evaluating computer programs for ECG interpretation, *Circ.*, vol. 50 : 73-93, 1974.
8. HAGAN A. (Chairman), Task Force 1A : Development of a data base for ECG use. Tenth Bethesda Conf. Report Optimal Electrocardiography, *Amer. J. of Cardiol.* : 35-36, 1977.
9. JOHNSON R., VERGRIETE J.C., TREMBLAY J., Analyse automatisée de l'ECG et du vectocardiogramme, *Union Med. Canada*, Tome 100 : 1935-1942, Oct. 1971.
10. LEBLANC A.R., NADEAU R.A., ROBERGE F.A., Utilisation de l'ordinateur pour l'analyse automatique de l'ECG, *Union Med. Canada*, Tome 101 : 2695-2701, Déc. 1972.
11. KEMPNER U.M., RISSO W.L., SYED D., The digital as a tool in an intensive care unit, *Computer* : 38-43, Nov-Dec 1972.
12. COLLINS S., ARZBAECHER R.C., Automated intravenous anti-arrhythmic drug infusion, *Comp. in Cardiology*, (IEEE 77CH1254-2C), 55-60, Rotterdam 1977.
13. CLARK K.W. et al., Argus/2H : a dual-channel Holter-tape analysis system, *Computers in Cardiology*, (IEEE 77CH1254-2C) : 191-198, Rotterdam 1977.
14. KENNEDY H.L. et al., Effectiveness of increasing hours of continuous ambulatory electrocardiography in detecting maximal ventricular ectopy, *Amer. J. Cardiol.*, vol. 42 : 925-930, 1978.



x-per-x

LTEE

INSPECTION DES MÉTAUX

J. P. VALADE, B.Sc.A., I.C., INGÉNIEUR

- CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX
- ÉVALUATION & INSPECTION DES MATÉRIAUX
- CONTRÔLES NON-DESTRUCTIFS

463 Deslauriers
Montréal, Qué.
H4N 1W2 (514) 332-4330

BOUTHILLETTE PARIZEAU & ASSOCIÉS

INGÉNIEURS-CONSEILS
Mécanique - Electricité

9825, rue VERVILLE
Montreal H3L 3E1
Téléphone : (514) 387-3747



COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC.

1130 OUEST, RUE SHERBROOKE
MONTRÉAL H3A 2R5
TÉL. : (514) 288-1177

Études géotechniques, géologiques, sismiques
Sondages et forages
Contrôle qualitatif : sols, béton, asphalte, métaux
Laboratoires : eaux, sols, matériaux
Assurance qualité, métallurgie, corrosion


Fondée en 1937



Contrôle Technique Appliqué Ltée

Services de consultation
Études géotechniques
Contrôle qualitatif des matériaux
Évaluation • Expertises,
Essais nondestructifs par radiographies,
ultrasons, infra-rouge

128 rue Elmslie, LaSalle, Qué. H8R 1V8
Téléphone (514) 365-3111



LUPIEN, ROSENBERG & ASSOCIÉS INC.

études de sols et matériaux

- Investigations sur le terrain : sondages et essais
- Mécanique des sols et des roches : pieux, caissons, radiers, semelles, parois moulées, tunnels
- Design d'ouvrages en terre : digues, barrages, remblais
- Photogéologie : recherche de matériaux d'emprunt, études de tracés, choix de sites d'aménagement
- Investigations de déficiences
- Instrumentation
- Environnement physique : études d'impact
- Contrôle des matériaux et procédures de construction
- Essais en laboratoire

960, 24e Avenue, Lachine, Québec, H8S 3W7
Tél. : (514) 637-3746



labo s.m. inc.

Société d'experts conseils
spécialisée en

■ Mécanique des sols	■ Surveillance de construction
■ Mécanique des roches	■ Contrôle des procédés
■ Géologie de l'ingénieur	■ de fabrication
■ Géophysique (vibration)	■ Contrôle qualitatif et quantitatif
■ Hydrogéologie	■ Essais sur matériaux
	■ Essais non destructifs

76 sud, 12e avenue
Sherbrooke, Qué J1G 2V4
Téléphone : (819) 566-8855

395, Parc Industriel
Longueuil, Qué J4H 3V7
Téléphone : (514) 677-6301

FLOMIX

quand ça coule,
ça coule

Le béton Flomix résout deux des problèmes constants de tous les entrepreneurs d'aujourd'hui: l'EFFICACITÉ et la RENTABILITÉ. L'EFFICACITÉ, parce que grâce à sa très grande fluidité, Flomix fait des merveilles pour le "coulage" du béton, notamment dans les cas de: • éléments verticaux et surfaces horizontales • structures à armatures complexes • pompage. LA RENTABILITÉ, parce que, toujours grâce à sa très grande fluidité, Flomix accélère les opérations et permet de grandes économies: • de temps • d'équipement • de main-d'oeuvre. Pour plus d'information sur le Flomix, consultez votre conseiller en matière grise.

Flomix est distribué exclusivement par les filiales québécoises, béton et construction, de

CIMENTS CANADA LAFARGE Ltée

Francon,
division de Canlargo Ltée

Lagacé,
division de Canlargo Ltée

Lafarge
Béton Ltée

Dominion
Ready-Mix Inc.

La matière grise à votre service.



TÉLÉSANTÉ : LES TÉLÉCOMMUNICATIONS AU SERVICE DE LA MÉDECINE ET DE LA DISPENSATION DES SOINS

Fernand A. Roberge ing., PH.D.
André Proulx M.D.
Gladys Pagé M.Sc.
Jacques Sylvestre M.D.
Pierre A. Mathieu ing., D.Sc.A.*

Résumé

Au Québec, la vaste étendue du territoire et la faible population en dehors des grands centres urbains engendrent des problèmes difficiles au plan de l'accès aux soins médicaux spécialisés pour la population des régions rurales ou isolées. Les coûts sans cesse croissants des services de santé amènent également des contraintes très fortes au plan des investissements. Les télécommunications, par la transmission rapide et économique des images, des signaux et de la voix, offrent des éléments de solution fort intéressants. Le présent article décrit les concepts de base d'un système de TÉLÉSANTÉ ainsi que certaines modalités possibles, tout en faisant état des travaux de pointe dans ce domaine.

*

M. Fernand A. Roberge est le coordonnateur du présent numéro.

M. André Proulx a fait ses études de médecine à l'Université de Montréal. Après avoir obtenu son certificat de spécialisation en cardiologie et en médecine interne, il poursuit des stages de perfectionnement en France et aux États-Unis. Il a été chef du département de médecine à l'Hôpital du Sacré-Cœur de 1967 à 1980. Il est présentement chef du Service de cardiologie de l'Hôpital du Sacré-Cœur et professeur titulaire de médecine à l'Université de Montréal.

Mme Gladys Pagé a fait ses études en physiothérapie-ergothérapie (promotion 1959) et en sciences biologiques (B.Sc. 1975, M.Sc. 1977) à l'Université de Montréal. Elle est coordonnateur opérationnel du projet de télémédecine à l'Institut de génie biomédical.

M. Jacques Sylvestre a fait ses études de médecine à l'Université de Montréal. Après avoir obtenu son certificat de spécialisation en radiologie, il poursuit des stages de perfectionnement en France et aux États-Unis. Il est chef du département de radiologie de l'Hôpital Hôtel-Dieu depuis 1974. Il est également professeur agrégé de radiologie à l'Université de Montréal.

M. Pierre Mathieu a fait ses études de premier cycle en génie électrique à l'École Polytechnique (promotion 1965) et ses études en génie biomédical dans le cadre du Programme de génie biomédical conjoint de l'École Polytechnique et de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal, obtenant un D.Sc.A. en 1972. Il effectua ensuite un stage de perfectionnement en recherche d'une année à l'Université Dalhousie d'Halifax. Il est professeur agrégé à l'Institut de génie biomédical depuis 1978. Son domaine d'activité de recherche est en télémédecine.

1. Introduction

Le fonctionnement des services de santé et la majorité des problèmes reliés à la dispensation des soins reposent essentiellement sur des échanges d'informations médicales, techniques et administratives. Ici comme dans plusieurs autres domaines, l'échange d'une masse considérable de documents et d'informations diverses est une source de lenteur et d'inefficacité. Des difficultés sérieuses surviennent pour le stockage et le rappel des données, de même que pour le tri et la synthèse des informations. Les moyens offerts par l'informatique permettent de s'attaquer énergiquement à ces problèmes.

La diffusion ordonnée des informations de santé et l'accès rapide aux renseignements désirés posent des problèmes qui peuvent être résolus efficacement par la technologie des communications, surtout lorsque l'éloignement géographique devient un facteur. En véhiculant rapidement et économiquement les informations, on peut améliorer l'accès à des soins de bonne qualité, tout en maintenant les coûts dans des limites acceptables.

L'apparition d'un grand nombre de spécialités médicales (une trentaine) et la création de grands hôpitaux pour soins aigus spécialisés traduisent un phénomène de centralisation poussée de la pratique médicale et des systèmes de santé. Cette centralisation, axée sur les grands centres urbains, entraîne des déficiences dans les régions rurales et éloignées, particulièrement au plan de l'accès aux soins médicaux spécialisés. Il serait illusoire de vouloir intervenir à court terme au plan de la centralisation des services de santé qui est évidemment liée étroitement à des questions démographiques et économiques. Par contre, l'emploi des télécommunications pour atténuer certains problèmes, tant pour les soins primaires que pour les soins spécialisés, présente des possibilités intéressantes.

L'intérêt pour des systèmes destinés à offrir un support à distance pour la dispensation des soins médicaux (activité désignée par le terme *télémédecine*) remonte aux années 50. Plus récemment, le terme *télésanté* a été utilisé pour englober des activités incluant les soins médicaux et d'autres soins de santé. Dans cet article on fera une brève revue de l'état des recherches et des projets d'expérimentation en télésanté. On examinera ensuite le problème général d'accès aux services de santé pour les régions rurales et éloignées, surtout dans le contexte québécois. Finalement, on fera état des principaux développements attendus dans ce domaine et de certaines perspectives d'avenir.

2. État de la question

L'invention du télégraphe électrique en 1835 et celle du téléphone en 1876 donnèrent l'occasion aux médecins d'échanger des informations verbales et de communiquer à distance avec leurs patients. Tel que relaté par S.J. Reiser [1, p. 198], l'annonce suivante, placée dans un journal de Californie en juillet 1878, illustre l'utilisation du téléphone en médecine à cette date : « (a certain doctor) wishes to inform his patients and the public that he may be summoned or consulted through the telephone either by night or day. The communication is made through the American Speaking Telephone Company, and is absolutely private and confidential ».

Au cours des années subséquentes, l'usage du téléphone devint un outil courant pour régler les aspects administratifs de la pratique médicale. Suite à l'invention du microphone en 1878, on crut même possible de faire l'auscultation par téléphone. Malheureusement, à cause des harmoniques de basse fréquence avec des bruits cardiaques et des artefacts créés par le contact du microphone avec la surface du corps, les tentatives dans ce sens s'avèrent infructueuses. Ce n'est qu'en 1910, à la suite de l'invention du stéthoscope électronique, que l'auscultation à distance devint possible.

Par contre, certains chercheurs saisirent très vite la possibilité de transmettre des signaux bioélectriques à l'aide du téléphone. En 1905, Willem Einthoven effectua la transmission de l'électrocardiogramme (ECG) sur une distance de 1,5 kilomètre entre son laboratoire et l'hôpital de Leyden. D'ailleurs, c'est à peu près au même moment qu'il inventa l'électrocardiographie, technique dont les éléments de base sont restés inchangés jusqu'à nos jours.

Au cours des années qui suivirent, et ce jusqu'à la fin de la Deuxième Guerre mondiale, ces possibilités de transmission téléphonique d'informations médicales suscitèrent peu d'intérêt. C'est en 1947, soit une cinquantaine d'années après la découverte des rayons-X par Wilhelm Roentgen, que les premières radiographies furent transmises avec succès par ligne téléphonique sur une distance d'une trentaine de kilomètres, dans la région de Philadelphie. Un peu plus tard, en 1952, la transmission téléphonique de l'ECG montra un regain d'intérêt. Ces tentatives reflétaient une préoccupation croissante pour les problèmes d'isolement du médecin des régions rurales face au développement des hôpitaux spécialisés des centres urbains.

Depuis cette date, les progrès considérables de l'électronique et de l'informatique ainsi que le développement des réseaux téléphoniques ont permis de mettre au point des systèmes pour la télétransmission, la réception automatique et l'interprétation par ordinateur des ECG [2]. Des applications semblables se retrouvent dans le domaine de la télésurveillance [3]. En principe, l'approche est adaptable à toute situation dans laquelle l'observation biologique est traduisible sous forme de signal électrique.

L'avènement de la télévision marqua une autre étape dans l'utilisation des moyens de télécommunication en médecine. En 1968, Kenneth Bird relia l'aéroport Logan de Boston au Massachusetts General Hospital [4], soit une distance de cinq kilomètres. On put dès lors envisager le diagnostic à distance par télévision en transmettant l'ECG, des images de rayons-X, des signes vitaux importants, des informations visuelles comme l'expression faciale du patient, de fins détails d'anatomie de surface et des images agrandies de n'importe quelle partie du corps.

D'autres projets expérimentaux permirent de préciser davantage les possibilités offertes par la télévision. En particulier, lorsqu'il s'agit d'informations basées sur la couleur (en dermatologie, par exemple), il a été démontré que la télévision noir et blanc est supérieure à la télévision couleur surtout à cause du manque de fiabilité du spectre du rouge [5]. On s'intéressa aussi aux régions très éloignées, notamment l'Alaska, en utilisant la télétransmission par satellite. Ceci a conduit récemment à la mise sur pied d'un système d'utilisation courante (système WAMI) regroupant diverses localités des états de Washington, Alaska, Montana et Idaho [6]. Des projets basés sur la télévision et la communication par satellite ont également été réalisés en Ontario [7], à Terre-Neuve [8] et au Québec [9].

Les nombreux avantages offerts par la télévision bidirectionnelle permettent d'envisager des systèmes de télésanté très satisfaisants pour divers types de besoin. Toutefois les exigences techniques et les coûts de la télévision constituent des obstacles majeurs dans la plupart des cas. C'est pour cette raison qu'un intérêt grandissant se manifeste pour des systèmes de télésanté basé sur la transmission d'images par ligne téléphonique.

En 1975, le « picturephone » de Bell Systems était mis à l'essai dans la région de Chicago mais avec peu de succès [10]. D'ailleurs, l'échec global du « picturephone » comme appareil commercial n'a pas permis d'avoir un instrument de qualité et relativement peu coûteux. Par la suite certains manufacturiers se sont intéressés à la transmission d'images de bonne qualité par ligne téléphonique, à l'aide d'une technique appelée « télévision à balayage lent ou à image fixe » (« slow scan video system »). En dépit du fait qu'un temps de 30 à 80 secondes soit requis pour transmettre une seule image, cet appareil offre des avantages importants de simplicité technique et de coûts modestes d'opération. Des instruments effectuant la transmission d'images en mode numérique arrivent présentement sur le marché ; cette technique permet d'avoir une meilleure qualité d'image en réduisant l'influence du

bruit, mais elle exige un temps de transmission téléphonique qui est quatre fois plus long.

Une application de choix de la télévision à balayage lent se retrouve au niveau de la surveillance à distance pour fins de sécurité : plateforme en haute mer pour l'exploration pétrolière, opération de centrales thermiques et de différents types de machines, surveillance de l'entrée des édifices, etc. Ce développement technologique est également d'un grand intérêt dans le cadre de systèmes de télésanté. Des projets d'expérimentation en télésanté sont actuellement en cours en Ontario et au Québec, et on en donne une description abrégée dans les pages suivantes.

3. La télésanté à l'aide des régions éloignées

Les problèmes d'organisation des services de santé et la montée vertigineuse des coûts ont donné lieu, au cours des dix dernières années, à moult discussions et à un grand nombre d'études et de rapports. L'implantation des régimes d'assurance-maladie et d'assurance-hospitalisation a constitué un élément important de cette problématique.

Au Québec, la proportion des coûts des services de santé supportés par le Ministère des Affaires Sociales et les agences gouvernementales absorbe environ le quart du budget provincial. Ceci réduit considérablement la marge de manœuvre pour les développements, avec comme conséquence que les dépenses pour les services de santé en régions rurales ou isolées sont assujetties encore plus étroitement qu'auparavant aux impératifs démographiques et économiques.

a) Accessibilité aux soins

Le livre Blanc du gouvernement fédéral [11], publié en 1974, posait le problème en terme de recrutement de personnel : « Les services médicaux ne sont pas encore également accessibles à toutes les couches de la population parce que les professionnels de la santé tendent à se concentrer dans les villes et ne sont pas attirés par les régions rurales ou isolées ».

D'autre part, il faut noter que les problèmes d'accessibilité aux soins en régions rurales ou isolées ont été mis davantage en relief par les régimes universels d'assurance-hospitalisation et d'assurance-maladie. En éliminant les coûts directs facturés à chaque citoyen, il est devenu nécessaire d'offrir à chacun un accès raisonnable à des services de santé de qualité valable, quel que soit le lieu géographique.

Ramener le problème d'accessibilité aux soins en région rurale ou isolée à la seule question du recrutement des professionnels est une simplification du problème. On doit plutôt examiner attentivement l'ensemble des contraintes :

- i) *Soins primaires* : En ce qui concerne le personnel de santé, les principaux problèmes se situent au niveau du recrutement d'omnipraticiens et, dans certains cas, de spécialistes en chirurgie générale et en médecine interne lorsque les conditions le justifient. Généralement les installations physiques requises sont de type standard et, sauf dans le cas de

petites localités très éloignées, elles peuvent être justifiables sur le plan économique. Par conséquent, il semble acceptable de prendre les mesures nécessaires pour réunir, en régions rurales ou éloignées, des équipes de santé qui seront en mesure de dispenser des soins primaires à la population locale et avoisinante.

- ii) *Soins spécialisés* : Les soins de santé spécialisés et ultraspecialisés posent des problèmes d'un autre ordre. L'établissement de tels services est basé sur des installations coûteuses et du personnel hautement spécialisé qui ne sont justifiables que dans les régions à haute densité de population afin d'assurer une efficacité d'opération raisonnable. Une variété suffisante de cas médicaux à l'intérieur d'un volume minimum d'activités est également nécessaire pour maintenir l'intérêt et la compétence du personnel et, partant, un niveau élevé de qualité de soin. Par conséquent, pour la population des régions éloignées, l'accès aux services de santé spécialisés et ultraspecialisés devra normalement continuer à exiger un déplacement physique vers les centres urbains.
- iii) *Les coûts* : La situation générale au point de vue coûts des services de santé est telle qu'il serait illusoire de croire que des crédits importants pourraient être affectés à court terme à beaucoup de régions rurales ou éloignées. La faible population hors des centres urbains et la grande étendue du territoire québécois rendent les possibilités d'investissement peu rentables a priori. Cependant, tel qu'indiqué ci-dessus, on devra sans doute faire exception pour les soins primaires ou de première ligne.

Dans ce contexte, on peut comprendre plus facilement le manque d'intérêt du professionnel de la santé pour se relocaliser dans les régions rurales ou isolées. De façon générale il doit faire face à des situations difficiles, souvent sans l'appui de collègues ou de personnel de soutien qualifié, avec des moyens diagnostiques limités, et rencontrant à l'occasion des situations qui sont hors de sa compétence. Les incitations financières individuelles ne sont pas aptes à contrebalancer les aspects négatifs découlant de l'environnement de travail et des exigences d'une formation professionnelle.

b) Solutions offertes par un système de télésanté

La conjecture sur la dispensation des soins spécialisés en région rurale ou isolée laisse croire que des solutions valables pourront être apportées si l'équipe de santé locale peut, au moyen des télécommunications, recourir à l'expertise disponible dans un centre hospitalier ultraspecialisé. La transmission d'images de personnes ou de documents, la transmission de signaux biologiques et l'échange d'informations entre les deux stations permettraient, dans une mesure appréciable, de mettre l'expertise d'un centre hospitalier urbain à la disposition de la population de régions éloignées.

Tel que démontré dans divers projets d'expérimentation, les avantages découlant de l'emploi de tel système de télésanté sont nombreux :

- i) Dans plusieurs cas, la consultation à distance de spécialistes médicaux peut mener à un diagnostic plus précis et plus sûr, ou encore confirmer l'opinion émise par le médecin traitant. Ceci dans le but de rehausser la qualité des services offerts, autant pour le traitement local des patients que pour les décisions d'évacuation qui seraient alors présument plus sûres.
- ii) L'accès aux soins spécialisés serait par le fait même amélioré, particulièrement sur le plan de la rapidité du service (e.g. interprétation d'électrocardiogrammes ou de radiographies).
- iii) Le profil de pratique en région éloignée serait plus attrayant pour les médecins et le personnel de santé qui deviendraient moins isolés. En plus de faciliter les décisions concernant les patients, le système de télésanté permettrait un recyclage continu du personnel par le truchement de contacts fréquents avec du personnel spécialisé.
- iv) En fournissant une expertise dans le cadre d'un système bien structuré, le personnel spécialisé des grands centres urbains serait utilisé de façon plus efficace. En effet, les actions requises correspondraient bien aux connaissances et à l'expérience de ce personnel.
- v) On peut anticiper des avantages au plan des coûts directs, et des bénéfices indirects pour les patients et leur famille. Les coûts associés à l'évacuation des patients vers les centres urbains sont en général importants. En plus des coûts de transport et de soins ambulanciers, on doit noter les coûts relativement plus élevés d'hospitalisation et de traitement dans un hôpital ultraspecialisé, le temps relativement plus long requis pour le retour au travail le cas échéant, les inconvénients occasionnés à la famille et, finalement, l'anxiété additionnelle occasionnée au patient par les délais et le milieu étranger dans lequel il se trouve.

4. Développements et perspectives d'avenir

Les télécommunications constituent l'élément de base d'un système de télésanté. La disponibilité d'un bon réseau téléphonique donne accès à une grande partie du territoire, tandis que les satellites permettront de rejoindre les autres localités isolées. La transmission de la voix, des signaux biologiques et des données sanitaires se fait déjà de façon courante par ligne téléphonique. La télévision à balayage lent devrait sous peu permettre d'élaborer des systèmes de télésanté bien adaptés aux besoins et relativement peu coûteux.

Tel qu'indiqué ci-dessus, le besoin d'un système de télésanté est bien senti pour les régions rurales ou éloignées. On ne saurait insister trop fortement cependant sur la nécessité d'adapter la solution technologique aux impératifs des relations humaines qui sont d'importance primordiale sur tous les plans des services de santé.

- i) *Soins de première ligne* : Dans les dispensaires ou les postes isolés, où les personnes-ressources (généralement en nursing) sont rares ou absentes, on conçoit facilement qu'un lien de télécommunica-

tion avec un centre secondaire ou tertiaire puisse être un moyen privilégié. La consultation téléphonique verbale, même si elle peut être très utile, offre des moyens limités. En ajoutant la transmission d'images on peut améliorer l'envergure et la qualité des actions des personnes-ressources. Qu'on prenne comme exemple le cas de l'infirmière pouvant communiquer avec un médecin d'un centre secondaire. On peut imaginer les possibilités apportées par la transmission d'images : se voir réciproquement pour mieux communiquer, montrer une situation physique chez un patient pour mieux l'expliquer, transmettre et recevoir des tableaux ou illustrations, assister à une démonstration ou à l'explication d'une procédure, transmettre une radiographie ou un tracé d'ECG pour fins de consultation et, finalement, maintenir un contact substantiel avec le monde extérieur.

- ii) *Services médicaux spécialisés* : Dans les petits hôpitaux où se retrouvent quelques omnipraticiens et infirmières, de même que dans les établissements où s'ajoutent quelques chirurgiens généraux et internistes, on conçoit qu'un lien de télécommunication avec un hôpital urbain ultraspecialisé puisse permettre d'obtenir un support spécialisé (médical et technique) important. Le personnel spécialisé du centre urbain transmet son expertise à distance, pour ainsi dire, et amplifie l'envergure et la qualité des services offerts par l'équipe de santé œuvrant en région rurale ou éloignée. Comme pour les soins de première ligne, plusieurs possibilités sont ajoutées par la transmission d'images. On pourra avoir une variété de tests diagnostiques à soumettre aux spécialistes (rayons-X, ultrasons, ECG, EEG, phonocardiogramme, biochimie, hématologie, etc.), et on voudra discuter du choix de médicaments, de régimes de traitement, etc.

Des projets d'expérimentation en cours en Ontario [12], au Québec [9] et à Terre-Neuve [13] visent à documenter ces questions.

a) *Système de télésanté en Ontario*

Le système utilisé relie, par lignes téléphoniques terrestres, la région de Sioux Lookout du nord de l'Ontario aux hôpitaux Sunnybrook et Sick Children de Toronto. Cette région éloignée comprend 27 localités et un bassin de population d'environ 10 000 personnes. Il n'y a qu'un seul hôpital dans la région ; les autres types d'organisation étant des postes infirmiers et des dispensaires où seulement une assistance sommaire est offerte.

Le système de télésanté est constitué d'un réseau de huit unités de télévision à balayage lent. Celle utilisée à l'hôpital de Sioux Lookout est reliée à l'hôpital Sick Children pour la radiologie et à l'hôpital Sunnybrook pour les autres activités. Cette même unité est également le point de convergence des cinq autres, soit trois dans des postes infirmiers et deux dans des dispensaires. Par conséquent, du point de vue fonctionnel, le système de télésanté permet des activités régionales axées sur l'hôpital de Sioux Lookout et, lorsque nécessaire, des activités extra-régionales rejoignant des hôpitaux ultraspecialisés de Toronto.

Le projet a été inauguré en août 1977. Sur une base annuelle moyenne, les activités se répartissent comme suit : 35% pour la consultation médicale, 40% pour l'enseignement continu, 20% pour des échanges reliés au traitement et 5% pour des considérations administratives. La consultation médicale implique des infirmières et des médecins et se rapporte à des sujets comme les rayons-X, l'ECG, les lésions cutanées et la physiothérapie. L'enseignement continu porte sur des études de cas en médecine et en nursing, de même que sur le fonctionnement des services médicaux. Un spécialiste en radiologie se rend à l'hôpital de Sioux Lookout une fois par mois pour discuter de problèmes techniques et de questions d'interprétation de certains cas.

Les responsables du projet indiquent que 47 326 patients ont fait usage du système de télésanté au cours de 1978, avec un total de 61 378 diagnostics. Environ 1% des cas ont fait l'objet de télé-consultations. Environ 336 examens radiologiques ont été interprétés à l'aide du système.

Les données recueillies font l'objet de diverses analyses et un rapport d'évaluation est prévu pour la fin de 1980. Les responsables examinent de façon plus particulière les aspects coûts-bénéfices, les retombées sociales comme la possibilité de contacts fréquents entre le patient hospitalisé à Toronto et sa famille demeurée en région éloignée, et l'évolution dans l'attitude des divers utilisateurs du système.

b) *Système de télésanté au Québec*

Le système utilisé relie, par le satellite Anik-B, le complexe La Grande de la Baie James aux hôpitaux Hôtel-Dieu et Sacré-Cœur de Montréal. Dans une première phase de télévision noir et blanc bidirectionnelle, d'avril à août 1979, le centre hospitalier La Grande Rivière de LG-2 fut relié aux endroits suivants : le Centre Audio-Visuel de l'Université de Montréal pour la consultation et l'enseignement en médecine dentaire, l'hôpital Hôtel-Dieu pour l'interprétation des radiographies et l'hôpital du Sacré-Cœur pour la consultation et l'enseignement en cardiologie, nursing, obstétrique-gynécologie, pédiatrie, pharmacie, santé communautaire, santé mentale et traumatologie.

Cette phase préliminaire avait pour but principal de confirmer les observations rapportées par d'autres chercheurs, notamment en ce qui a trait à l'interprétation des radiographies à distance par télévision, ainsi qu'à diverses modalités de consultation et d'enseignement. Une description sommaire de ces travaux a été présentée [9] et des rapports complets d'évaluation seront publiés au cours de 1980.

Une deuxième phase du projet est en cours, dans laquelle la télévision bidirectionnelle est remplacée par la télévision à balayage lent. Deux lignes téléphoniques, via un agencement de liens terrestres et du satellite Anik-B, relient les hôpitaux de LG-2 et LG-3 à l'hôpital Hôtel-Dieu, d'une part, pour l'interprétation des radiographies et à l'hôpital Sacré-Cœur, d'autre

part, pour la consultation et l'enseignement continu dans les disciplines déjà énumérées.

i) *Objectifs*

L'objectif global du projet est d'établir les spécifications d'un système de télésanté adapté à la situation québécoise, et offrant les avantages déjà décrits à la Section 3. Cette démonstration se rapporte plus particulièrement aux aspects suivants :

- Les exigences de l'équipe de santé de la région rurale ou éloignée. Idéalement, un membre de cette équipe devrait pouvoir entrer en contact avec une personne-ressource d'un centre spécialisé, présenter son problème et ses questions pour analyse et discussion, et obtenir des informations pouvant mener à des actions judicieuses et éclairées. Du point de vue du requérant, on anticipe que le système de télésanté devrait permettre : un accès relativement rapide et aisé à des personnes-ressources suivant la nature et l'urgence du besoin, une démarche agréable auprès d'interlocuteurs sympathiques, et des actions efficaces grâce au souci de bonne collaboration du personnel du centre spécialisé.
- Les contraintes imposées au personnel de santé du centre spécialisé. Une bonne organisation devrait permettre d'aiguiller efficacement les appels sans occasionner de pertes de temps. Il faut assurer une disponibilité adéquate d'un personnel compétent, encourager une attitude réceptive, et développer un sens général de solidarité envers l'équipe de santé de la région éloignée.
- Les problèmes d'organisation technique, incluant la simplicité d'opération et la fiabilité du système.
- Les coûts d'investissement, et les coûts d'opération touchant le personnel, les fournitures et les services de soutien.

ii) *Support*

L'expérience est financée et appuyée par divers organismes fédéraux, provinciaux, hospitaliers et universitaires :

- A Ottawa, le Ministère des Communications fournit l'accès au satellite Anik-B et le support technique nécessaire. Le Ministère des Approvisionnements et Services, par le biais de Santé et Bien-être Canada, fournit une forte proportion du budget d'opération.
- Au Québec, le Ministère des Communications rend disponibles les liens terrestres entre les antennes et les studios de télévision. La Société d'Énergie de la Baie James, via le centre hospitalier La Grande Rivière, fournit les équipements et rencontre les dépenses d'opération à LG-2 et LG-3. Le Ministère des Affaires Sociales fournit aussi une partie appréciable du budget d'opération.
- Le projet est appuyé par la Faculté de médecine de l'Université de Montréal, les hôpitaux universitaires Hôtel-Dieu et Sacré-Cœur, et l'Institut de génie biomédical.

5. DISCUSSION

L'intérêt croissant, au cours des dernières années, pour l'utilisation de la télévision à balayage lent découle de la possibilité de transmettre à distance, rapidement et à faible coût, des informations visuelles importantes pour le diagnostic et les soins requis par le malade. Du point de vue des exigences techniques, les examens radiologiques posent les contraintes les plus fortes tant du point de vue qualité de l'image que de celui de la flexibilité d'opération du système. Un système permettant l'interprétation à distance des images radiologiques serait également satisfaisant pour les images d'échographie, de fluoroscopie, de médecine nucléaire, de tomographie axiale, etc.

Pour cette raison, plusieurs études ont porté sur la télé-transmission d'images radiologiques et les possibilités d'interprétation à partir d'un moniteur de télévision. Les principales étapes se présentent comme suit :

- Montage du film sur un négatoscope, saisie de l'image par la caméra de télévision, codage et stockage local de l'image. Compte tenu des coûts, les appareils commerciaux courants ne permettent pas de stocker plus d'une image à la fois.
- Transmission lente de l'image par ligne téléphonique. Les appareils transmettant en mode analogique exigent un temps d'environ 80 secondes pour une image de haute résolution. Une performance plus satisfaisante est possible par la transmission en mode numérique mais le temps requis est environ quatre fois plus long.
- Réception, décodage et stockage de l'image. Ici encore, compte tenu des coûts, les appareils commerciaux courants ne permettent pas de stocker plus d'une image à la fois. Cependant, des moyens relativement peu coûteux peuvent être utilisés au poste de réception : un film ou une bande magnétoscopique, par exemple.
- Présentation au radiologiste et possibilité d'échanges verbaux avec le personnel du poste éloigné.

Les objectifs spécifiques de telles études rejoignent la précision du diagnostic et les contraintes imposées au radiologiste :

- i) Quelles informations sont nécessaires au radiologiste, compte tenu du fait que les renseignements requis vont généralement dépendre du type d'examen ? Vue globale de la radiographie, vue agrandie de telle ou telle portion, présentation simultanée de différents agrandissements, etc.
- ii) Dans quelle mesure le contraste et la brillance de l'image peuvent-ils être ajustés au poste éloigné pour permettre de mieux voir les tissus mous, par exemple ?
- iii) En supposant que les exigences de résolution d'image sont satisfaisantes (i.e., nombre suffisant de lignes par mm), est-ce que sa définition, en terme des niveaux de gris, est satisfaisante pour un radiologiste particulier ? Voit-il bien tout ce qu'il devrait voir ?


- iv) Le mode d'interaction entre les deux stations est-il trop lourd ? Le radiologiste peut-il s'en accommoder et fournir une bonne performance ?

D'autres études, portant sur la télé-consultation, l'enseignement continu et les télé-conférences, partent de l'hypothèse que l'addition de l'image aux échanges téléphoniques verbaux habituels pourrait augmenter appréciablement l'efficacité de la communication humaine. La proposition est évidente pour des images contenant des renseignements spécifiques. Par contre, elle l'est beaucoup moins lorsqu'il s'agit d'apprécier l'utilité de voir la physionomie d'un interlocuteur lors de la discussion d'un problème.

Il y a place pour de nombreux développements techniques additionnels dans le domaine de la télévision à balayage lent, portant par exemple sur la qualité de l'image, la vitesse de transmission, le stockage des images et leur analyse par ordinateur. Une première considération est la compression des données, de façon à réduire la bande passante requise pour la transmission et dans le but d'obtenir des avantages pour la vitesse et les coûts de transmission. Cependant, même les algorithmes de compression les plus sophistiqués entraînent une certaine dégradation de la qualité de l'image et les problèmes de compression s'avèrent complexes et difficiles à résoudre [14].

Une autre question d'intérêt immédiat serait la mise au point de systèmes intégrés de transmission, stockage, rappel et présentation d'images, ayant des caractéristiques supérieures à celles des systèmes commerciaux actuels. Un exemple est le « Controlled-Scan Teletideo » [15], qui permet de fournir de façon souple des agrandissements d'une partie de l'image globale. Un autre exemple est le système de communication visuelle interactive développé conjointement par l'INRS - Télécommunications et les Laboratoires Bell Northern de Montréal.

6. CONCLUSION

La recherche opérationnelle en Télésanté, poursuivie par l'Institut de génie biomédical en collaboration avec deux hôpitaux affiliés à l'Université de Montréal et des centres de dispensation de soins à la Baie James, permet d'envisager des développements dans le sens d'une amélioration significative de la qualité et de l'éventail des services médicaux offerts à des populations de faible densité ou mal favorisées par leur situation géographique. Même dans le cadre actuel d'un projet d'expérimentation, où l'opération du système est irrégulière et parfois incertaine, l'intérêt de cette approche se traduit par l'enthousiasme des médecins de la Baie James à utiliser spontanément la téléconsultation comme s'il s'agissait d'un service de santé régulier accessible sur une base courante. Il est donc raisonnable d'envisager qu'un système de transmission d'images dont la qualité correspondrait aux exigences de la médecine clinique permettrait l'établissement, à un coût abordable, d'un réseau permanent de consultation pour favoriser les régions éloignées. 

(Références à la page suivante)

RÉFÉRENCES

1. REISER S.J. — *Medicine and the Reign of Technology*. Cambridge University Press, 1978.
2. LEBLANC A. R. — Applications de l'informatique en cardiologie clinique. L'ingénieur (présent numéro).
3. PROULX A. — Les soins d'urgence et les soins à distance. pp. 41-47 dans : *Innovation Technologique et Services de Santé*. F. A. Roberge, éd., École Polytechnique, Montréal, 1978.
4. BIRD K. T. — Cardiopulmonary Frontiers : Quality Health Care via Interactive Television. *Chest*, 61 : 204-205, 1972.
5. CONRATH D. W., BUCKINGHAM P., DUNN E. V. et NORRIE WSANSON J. — An experimental evaluation of alternative communications systems as used for medical diagnosis. *IEEE Trans. on Comm.*, 23 : 1-34, 1975.
6. ROSETH R. — Satellites put WAMI on bio-medicine. *Satellite Communications*, pp. 34-39, August 1979.
7. CAREY L. S., RUSSELL E. S., JOHNSON E. E. and WILKINS W. W. — Radiologic consultation to a remote Canadian hospital using Hermes spacecraft. *J. Ass. Can. Radiologists*, 30 : 12-20, 1979.
8. ROBERTS J., HOUSE M. A. et McNAMARA W.C. — Telemedicine at Memorial University of Newfoundland. MEDINFO 77. Shires and Wolf, eds, North-Holland Publishing Co., pp. 869-873, 1977.
9. ROBERGE F. A., MATHIEU P. A., PAGE G., SYLVESTRE J. et PROULX A. — The potential of telehealth for specialty medical services in Northern Quebec. *Proceeding, 1979 Telehealth Conference*, Winnipeg, Man. 1979. (sous presse).
10. FALK H. — Picturephone and beyond. *IEEE Spectrum*, : 45-50, 1973.
11. LALONDE M. — *Une nouvelle perspective pour la santé des Canadiens*. Santé et Bien-être Canada, 1974.
12. DUNN E. V. et CONRATH D. W. — Telemedicine Project, Year End Report. University of Toronto, 9 pages, 1979.
13. HOUSE A. M., ROBBINS C. et ROBERTS J. — Trial use of slow-scan equipment to transmit X-Rays via the satellite Hermès. Technical Report, Telemedicine Office, Memorial University of Newfoundland, 27 pages, 1978.
14. CAMANA P. — Video-bandwidth compression : a study in tradeoffs. *IEEE Spectrum*, pp. 24-28, June 1979.
15. MEYER S. L. — Controlled-Scan Televideo : Utilizing communications channels efficiently for teleconferencing and information transfer. *Proc. National Telecommunications Conf.*, paper 45 : 3-1, 1977.

CLINIQUE DE MÉDECINE DU TRAVAIL DE MONTRÉAL

EXPERTS CONSULTANTS EN SANTÉ AU TRAVAIL

Tous genres d'expertises et d'exams médicaux

Consultation pour élaboration de programmes de santé

Spécialistes en santé publique, médecine préventive et toxicomanies

235 est, boul. Dorchester
Montréal, Québec H2X 1N8 tél. (514) 871-1386

• CONTRÔLE DES MATÉRIAUX • ÉTUDES GÉOTECHNIQUES • ANALYSES CHIMIQUES

Tél.: 336-5650



Les Laboratoires Industriels et Commerciaux Limitée
190 Benjamin-Hudson, St-Laurent
Québec, Canada H4N 1H8

fondée en 1928



Les Laboratoires Ville Marie Inc
Géotechnique-Matériaux

1200 ouest, Boul. St-Martin
Laval, Québec H7S 2E4
Tél.: 514/384-7970
Telex : 05-268873

INSPEC-SOL INC.

Études de fondation
Contrôle de compaction
Géologie de l'ingénieur

Essais sur les matériaux
Laboratoire de sols
Contrôle de vibrations



MONTRÉAL, QUÉ
5762 Ave Royalmount
Tél: 514-731-7316

KINGSTON, ONT
745 Burnett St
Tel: 613-389-9812



mon-ter-val inc.
société d'expertises

Géotechnique

Géologie

Mécanique des Roches

Contrôle des matériaux

Hydrogéologie

1470 rue mazurette, montréal, qué. h4n 1h2

tél. (514) 382-5110



avec
mémoire
continue

\$ **139.**⁵⁰

La TI 58C de
Texas Instruments



Une calculatrice programmable avec mémoire continue et modules de programmation

La TI 58C utilise les «modules de programmation», des petits cubes de mémoire contenant jusqu'à 5000 pas de programme. Vous pouvez faire appel en tout temps à un des 25 programmes qui y sont conservés en permanence. La calculatrice est offerte avec le module de base qui comprend des programmes de mathématiques, statistiques, finance, etc...

La TI 58C offre la possibilité d'utiliser un maximum de 480 pas de programme ou de 60 mémoires, avec toutes les combinaisons intermédiaires permises (400 pas et 10 mémoires, 320 pas et 20 mémoires, etc.). De plus, la TI 58C est dotée d'une mémoire permanente qui conserve données et programmes que la calculatrice soit en marche ou non.

La TI 58C par ces nombreuses caractéristiques vous offre une puissance peu commune. Le guide de programmation de 250 pages, offert avec la calculatrice, vous permet de commencer vos propres programmes immédiatement.

« Nous avons toute une gamme de produits Texas Instruments : TI 55 : \$48.50, TI 59 : \$316.00, Business Analyst I : \$25.95, Business Analyst II : \$52.25, MBA : \$85.50, PC-100C : \$213.60, TI Programmer : \$64.45. (Les prix sont sujets à changement sans préavis). »

**Des dépliants détaillés sont à votre disposition.
Pourquoi payer plus cher ailleurs? Venez nous voir.**



COOPERATIVE ETUDIANTE DE POLYTECHNIQUE

Local C-106
Ecole Polytechnique
Campus de l'Université de Montréal

C.P. 6079, Succ. "A"
Montréal H3C 3A7

TEL: (514) 344 4841



« Nota Bene : La Coopérative Étudiante de Polytechnique désire signaler à l'attention de tous que la carte de membre de la Coopérative est valide à vie. Les diplômés de Polytechnique, toujours en possession de leur carte, peuvent bénéficier des prix-membres. »

CONSOLIDATED-BATHURST INC. désire retenir les services d'un **Ingénieur mécanique**

Le candidat choisi travaillera à la planification des réparations de l'usine : il assistera l'ingénieur responsable du service de l'ingénierie en ce qui a trait aux estimés des coûts des travaux, des matériaux etc.

Il devra être diplômé en génie mécanique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec et posséder une bonne connaissance de l'anglais. Une expérience de 2 années environ serait souhaitable : le poste permettra au candidat d'acquérir une expérience en vue d'occuper un poste supérieur à l'usine. Lieu de travail : l'usine Wayagamack, à **Trois-Rivières**.

Les personnes intéressées sont priées d'envoyer leur curriculum vitae à : M. Jean-Guy Laverdière, Surintendant des relations ouvrières, ou à M. Yvon Lesage, Adjoint au Surintendant des rel. ouvrières, Consolidated-Bathurst Inc., Case Postale 128, Trois-Rivières, Québec G9A 5E9 Tél : (819) 373-9210

La firme **ROY, BERGERON, GARIÉPY, DUPONT, DESMEULES**, ingénieurs-conseils, demande un

Ingénieur en mécanique

Le candidat choisi travaillera en mécanique du bâtiment, plomberie et chauffage. Il devra être diplômé en génie mécanique et posséder de 1 à 2 années d'expérience pertinente. Le salaire et les conditions de travail sont à discuter. Lieu de travail : **Montréal**.

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature à : Roy, Bergeron, Gariépy, Leroux, Dupont, Desmeubles, a/s M. Jean B. Bergeron, ing., 3637 est, boul. Crémazie, suite 1400, Montréal, Québec H1Z 2J4 Tél : (514) 376-2810

La firme **LEMIEUX, MORIN, BOURDAGES, DOUCET, SIMARD ET ASS.** désire retenir les services d'un

Ingénieur en électricité

Le candidat choisi sera responsable de la conception, du design, des dessins, des devis et de la coordination entre clients et entrepreneurs pour l'électricité et l'instrumentation de tous les projets du bureau.

Il devra être diplômé en génie électrique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec et avoir acquis de 8 à 10 années d'expérience dans le domaine (4 à 5 années dans l'industrie lourde ou moyenne et 4 à 5 années dans le design électrique). Bilingue, il sera habile à mener un groupe et à intégrer sa discipline à celle des autres. Lieu de travail : **Montréal**. Salaire et bénéfices compétitifs.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature à : M. Donald W. Clarke, Lemieux, Morin, Bourdages, Doucet, Simard et ass., 2020 rue Université, 11e étage, Montréal, Québec H3A 2A5 Tél : (514) 282-1803

L'INSTITUT TECCART INC. désire retenir les services d'un

Professeur en électronique

Le candidat choisi sera professeur à temps plein, au niveau collégial, à compter de septembre prochain.

Il devra être diplômé en génie électrique/option électronique, être dynamique et avoir le sens du travail d'équipe. Il aura préférablement des aptitudes ou de l'expérience en pédagogie.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature en s'adressant à : Institut Teccart Inc., a/s M. Jean Meunier, Directeur général, 3155 rue Hochelaga, Montréal, Québec H1W 1G4 Tél : (514) 526-2501

suite à la page suivante

Notre Galerie, située dans le cadre enchanteur du Vieux Montréal, à l'arrière du restaurant Gibby's, se spécialise dans la vente d'œuvres d'art, peintures et aquarelles de nos meilleurs peintres québécois. Nous vous invitons cordialement à nous rendre visite. Vous trouverez exposé à notre Galerie des œuvres des peintres : Ayotte, Gransow, Gagnon, LeClerc, Rousseau, St-Cyr et de nombreux autres. Nous transigeons avec les sociétés industrielles du Québec désireuses d'ajouter à leur propre collection. Un tableau est aussi un cadeau-souvenir remarquable pour les employés cadres ou atteignant la retraite.

Les heures d'ouvertures sont de 10h00 à 17h00 du lundi au vendredi, le jeudi jusqu'à 21h00. Le samedi de 12h00 à 17h00. Bienvenue à tous.



250 place d'Youville, 4ième étage
Montréal, Québec H2Y 2B6.
Tel : (514) 288-4676

Offres d'emploi (suite)

La compagnie **ACIER ATLAS**, une division de Rio Ltd. est à la recherche d'ingénieurs pour les postes suivants :

Ingénieurs de projet

Le candidat doit être diplômé en génie mécanique/électrique et avoir acquis de 2 à 4 années d'expérience.

Ingénieur de projet (sénior)

Le candidat doit être diplômé en génie mécanique et avoir acquis de 8 à 10 années d'expérience.

Ingénieur de production

Le candidat sera responsable du travail de développement aux opérations primaires. Il doit être diplômé en génie métallurgique et avoir acquis de 5 à 6 années d'expérience dans l'industrie de l'acier.

Ingénieur en chef

Le candidat devra prendre en charge le département d'ingénierie. Il doit être diplômé en génie mécanique — spécialité industriel, et posséder de 8 à 10 années d'expérience dans l'industrie lourde.

Pour chacun de ces postes, Acier Atlas offre un salaire très compétitif et des avantages sociaux intéressants : la compagnie possède de plus une généreuse politique de relocalisation visant à minimiser les inconvénients liés aux déménagements. Lieu de travail : **Tracy**. Les personnes intéressées sont priées de soumettre leur candidature en en faisant parvenir leur curriculum vitae à : Acier Atlas, a/s M. Jacques Paquette, directeur du personnel, 1675 route Marie-Victorin, Case Postale 510, Tracy, Québec J3P 5P1.

La firme **PHILIPPE C. VALOIS & ASS.** ltée désire les services d'un **Ingénieur électrique**

Le candidat choisi devra concevoir ou modifier des équipements d'usine.

Il doit être diplômé en génie électrique, âgé de 30 à 45 ans, et posséder une bonne santé ainsi que de l'entregent. Une expérience de 3 ans en supervision combinée avec des responsabilités en conception (design) ainsi qu'en entretien est exigée : le candidat devra avoir déjà dirigé de 5 à 15 employés, ou avoir agi comme directeur de projet. L'expérience acquise dans le domaine des mines, des pâtes et papiers, des aciéries ou des métaux sera appréciée de préférence.

Salaire jusqu'à concurrence de \$34.000., et d'excellentes possibilités d'avancement vers un poste supérieur.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature en s'adressant à : Philippe Valois & ass. ltée, a/s Mme Béatrice G. Nadeau, 1115 ouest, rue Sherbrooke, suite 1701, Montréal, Québec H3A 1H3 Tél : (514) 284-1200

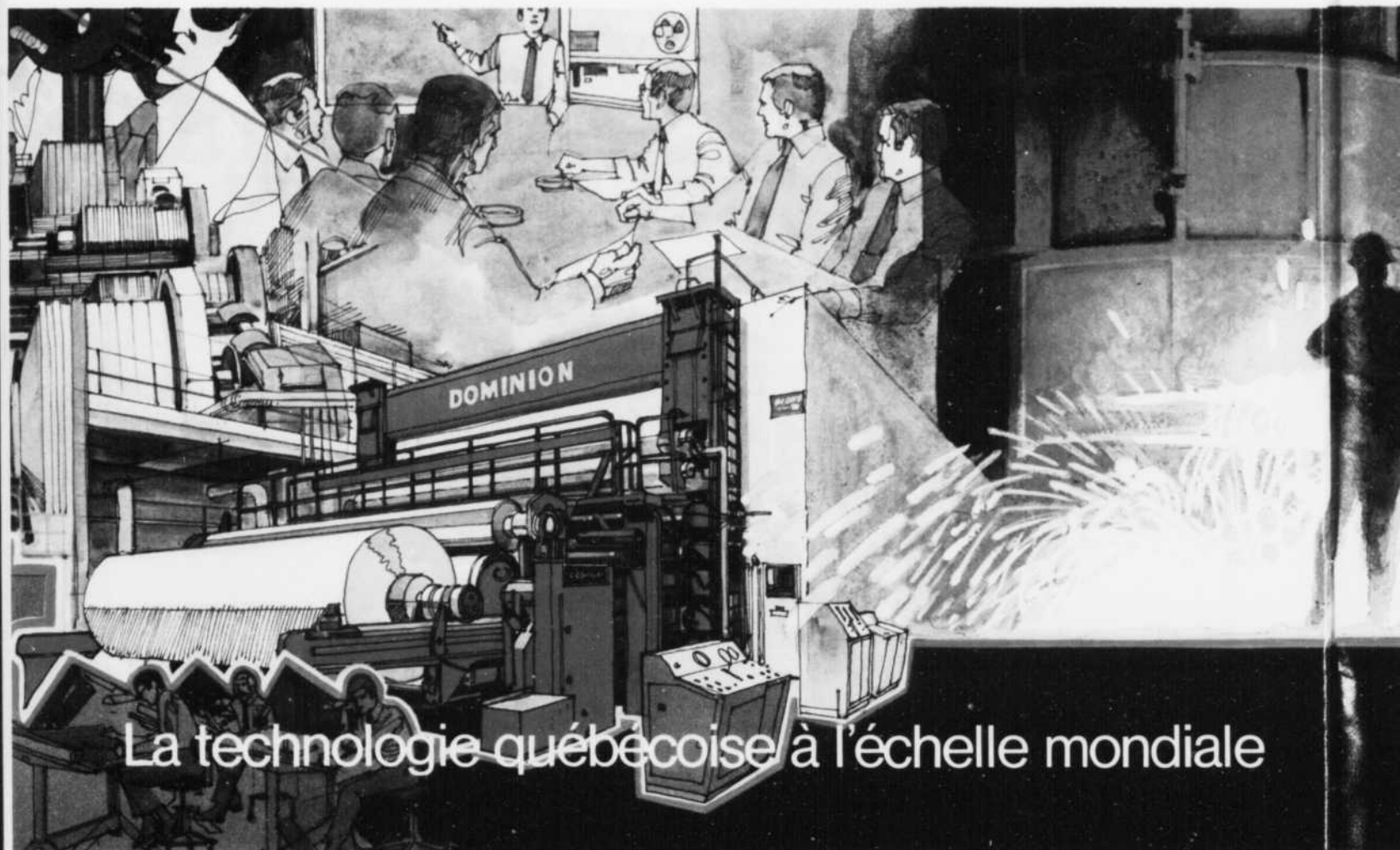
La compagnie **APV-CREPACO** Montréal ltée recherche un

Ingénieur mécanique

Le candidat choisi sera responsable du service d'ingénierie sous la direction de l'ingénieur en chef.

Il doit posséder un diplôme en génie mécanique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec, et avoir acquis de 5 à 10 années d'expérience dans le domaine des laiteries et de l'alimentation. Il devra de plus être bilingue et avoir entre 35 et 45 ans. La compagnie offre un Salaire jusqu'à \$25.000, ainsi qu'une gamme complète d'avantages sociaux.

Les personnes intéressées doivent envoyer leur curriculum vitae à : APV-CREPACO Montréal ltée, a/s M. L.R. Bourget, secrétaire, 1490 rue Mazurette, Montréal, Québec H4N 1H2 Tél : (514) 382-6420



La technologie québécoise à l'échelle mondiale

HONEYWELL LTÉE requiert les services d'un

Ingénieur représentant

Le titulaire aura à faire la représentation d'équipements d'instrumentation et de systèmes de procédé de régulations industrielles à l'industrie de la transformation.

Il doit être diplômé en génie électrique, de préférence spécialisé en électronique, et avoir acquis de 3 à 5 années d'expérience comme représentant auprès de l'industrie de la transformation. Une expérience dans le domaine des pâtes et papiers serait souhaitable; en outre, le candidat devrait être motivé à orienter sa carrière vers la vente du contrôle des procédés industriels par micro-processeur et ordinateurs numériques. À noter que le titulaire embauché recevra une formation intensive. Voiture et programme complet d'avantages sociaux offerts, salaire à discuter.

Les personnes intéressées sont priées d'envoyer leur candidature à: Honeywell ltée a/s M. Philippe R. Veillette, 6277 ouest, rue Saint-Jacques, Montréal, Québec H4B 1T9 Tél: (514) 484-3501

La firme **CEGERCO SBCS INC.** requiert les services d'un

Gestionnaire de projets

Le candidat choisi sera appelé à gérer et coordonner le travail de professionnels (architecte et ingénieur) lors de la préparation des plans, ainsi qu'à administrer et coordonner les travaux, en phase réalisation, sous la direction du directeur de projets.

Il devra être diplômé en génie civil, spéc. préf. en construction, être bilingue, et posséder de 4 à 5 années d'expérience en construction commerciale et industrielle. Une expérience en administration et gestion de projet serait un atout apprécié.

Salaire à discuter. Lieu de travail: région du **Saguenay**.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature en s'adressant à: CEGERCO SBCS Inc, a/s M. Michel Harvey, ing., 110 rue Racine, Chicoutimi, Québec G7H 1R2 (418) 543-4938

La **FONDERIE GURU LTÉE** désire retenir les services d'un

Ingénieur métallurgiste

Le candidat choisi aura la responsabilité de contrôler les coûts et de préparer les soumissions; il supervisera un personnel de 20 employés.

Il devra être diplômé en génie métallurgique, être bilingue, et avoir acquis de 2 à 5 années d'expérience en fonte grise et fonte ductile. La compagnie offre un salaire et des avantages sociaux intéressants.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature en s'adressant à: Fonderie Guru ltée, a/s M. Gurmit S. Sagoo, Case Postale 45, Sainte-Thérèse, Québec J7E 3K9 Tél: (514) 861-7622 / 435-8493

MET-CHEM CANADA INC., une société québécoise à vocation minière, requiert les services d'un

Chef Ingénieur

Le candidat choisi sera responsable de l'organisation, de la supervision, de la formation et du contrôle du personnel du service d'ingénierie; il devra s'assurer de fournir les services nécessaires à la planification, à la conception et à la préparation des plans développement et de production des opérations de la mine et des installations. Il relèvera du directeur de la mine.

Le candidat doit être diplômé en génie minier, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec, et doit pouvoir diriger du personnel. Il doit avoir acquis un minimum de 5 ans d'expérience dans le secteur minier, spécifiquement dans l'exploitation souterraine; la connaissance de l'anglais serait un atout.

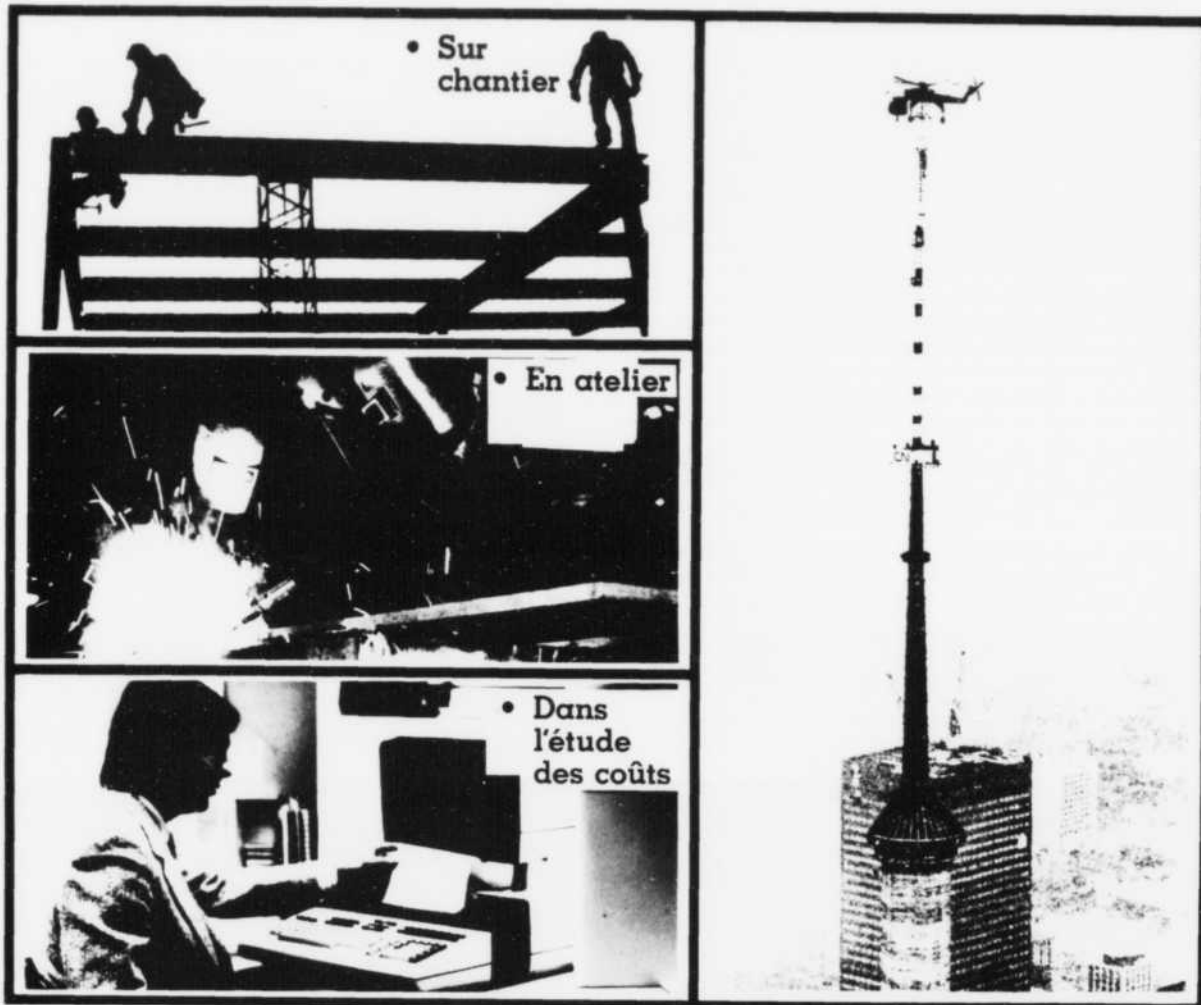
La compagnie offre un salaire et des avantages sociaux intéressants.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature en envoyant leur curriculum vitae à: MET-CHEM Canada ltée, a/s M. Paul A. Paquet, Chef du Service du personnel, 1140 ouest, boul. de Maisonneuve, Montréal, Québec H3A 1M9



D Les Ateliers d'Ingénierie Dominion Limitée
Montréal, Québec Une filiale de la Compagnie Générale Électrique du Canada Limitée

50 ans de réalisations



L'ICCA célèbre ses 50 ans

L'Institut Canadien de la Construction en Acier est un organisme national représentant les industries de fabrication d'acier de charpente, de poutrelles à treillis et de chaudronnerie du Canada. Notre industrie est maintenant plus forte que jamais. Arrêtez-vous à certaines de nos réalisations jusqu'à maintenant:

- Acier canadien meilleur et plus économique
- Procédures et matériel de soudage de pointe
- Boulonnage à haute résistance, rapide et économique
- Techniques de montage novatrices
- Normes d'étude modernes
- Méthodes de calcul rapide par ordinateur
- Siège social:
201 Consumers Road, Suite 300
Willowdale, Ontario M2J 4G8
Téléphone (416) 491-4552
- Bureau régionaux:
Halifax, Montréal,
Toronto, Winnipeg,
Calgary et Vancouver



Offres d'emploi (suite)

STELCO INC., le plus important fabricant d'acier au Canada, est à la recherche d'ingénieurs pour les postes suivants :

1) Ingénieur en mécanique de projets et d'entretien

Le titulaire sera responsable des projets reliés au domaine de l'ingénierie d'usine et de différents travaux de conception ayant trait à la modification de l'équipement en place ou à l'installation de nouvelles machines. Lieu de travail : **Contrecoeur**.

Il doit être diplômé en génie mécanique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec, et avoir acquis 3 ans d'expérience dans l'industrie lourde.

2) Ingénieur électricien sénior

Le titulaire travaillera à la conception de nouvelles installations et à la modification de l'équipement en place. Possédant des connaissances approfondies en électricité, il agira comme personne-ressource auprès de la direction des services de l'exploitation, de l'entretien et des réparations : il sera appelé à suggérer des solutions afin d'améliorer le rendement des installations. Lieu de travail : **Montréal**.

Le candidat doit être diplômé en génie électrique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec et avoir acquis 5 années d'expérience dans l'industrie lourde.

3) Ingénieur électricien

Le titulaire devra appliquer ses connaissances afin d'améliorer de façon concrète le rendement du four électrique et du laminoir à barres ; il aura aussi à œuvrer à la conception de nouvelles installations et à la modification d'équipement. Lieu de travail : **Contrecoeur**.

Le candidat sera diplômé en génie électrique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec, et avoir acquis au moins 2 ans d'expérience dans l'industrie lourde.

4) Ingénieur métallurgiste

Le titulaire œuvrera dans le domaine de la recherche et du développement, travaillant sur des projets spéciaux exigeant des connaissances approfondies en métallurgie. Il devra faire des expériences en laboratoire et rédiger des rapports d'analyse tant en français qu'en anglais ; il agira comme personne-ressource auprès de la direction. Le candidat devra envisager un transfert possible dans le service du contrôle de la qualité ou de l'exploitation. Lieu de travail : **Montréal**.

Le candidat doit être diplômé en génie métallurgique, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec et avoir acquis un minimum de 2 ans d'expérience pertinente.

Stelco offre dans chaque cas une excellente rémunération et un éventail complet d'avantages sociaux. Les personnes intéressées par l'un des ces postes doivent soumettre leur candidature à l'adresse suivante : Stelco Inc., a/s M. Robert Leduc, Service du personnel, Case Postale 460, Succ. «A», Montréal, Québec H3C 2T3 Tél : (514) 933-8686

La firme d'experts-conseils **ASSELIN, BENOÎT, BOUCHER, DUCHARME, LAPOINTE INC.** est à la recherche d'un

Ingénieur en sidérurgie

Le candidat choisi devra être familier avec la gestion de projets et les opérations d'une usine sidérurgique ; il assumera la coordination de travaux d'installation d'équipements sidérurgiques et de mise en exploitation. Faisant partie de l'équipe de base du département, il sera directement impliqué dans son orientation.

Il doit être diplômé en génie métallurgique et avoir acquis au moins 5 années d'expérience dans les domaines de la transformation primaire de l'acier. Salaire à discuter selon l'expérience.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur candidature en faisant parvenir leur curriculum vitae ou en communiquant avec : Le groupe A.B.B.D.L., a/s M. Mario Desrosiers, Responsable de l'embauche et du recrutement, 85 ouest, rue Sainte-Catherine, suite 1500, Montréal, Québec H2X 3P4 Tél : (514) 282-9650 poste 287

MARK HOT INC., une industrie spécialisée dans la fabrication des composantes de systèmes de chauffage, climatisation et ventilation, requiert les services d'un

Ingénieur de projets pour mécanique générale

Le candidat choisi aura à résoudre des problèmes de statique et de

dynamique de structure sur les appareils de ventilation (HVAC) ; il élaborera des méthodes de calcul à l'aide de l'ordinateur et d'essais en laboratoire pour la résistance mécanique, la vibration et l'acoustique.

Il devra être diplômé en génie mécanique, avoir de 0 à 3 ans d'expérience et être intéressé dans la recherche et l'application de technologie de base. Salaire à discuter. Lieu de travail : **Longueuil**.

Les personnes désireuses de poser leur candidature doivent le faire en s'adressant à : Mark Hot Inc., a/s M. Jean-Pierre Giguère ing., directeur de recherche et de développement, 400 Place Trans-Canada, Longueuil, Québec J4G 1N9. Tél : (514) 670-4050.

BARBEAU RECRUTEMENT INC., une firme de consultants en gestion et ressources humaines, cherche à pourvoir les deux postes suivants :

1) Ingénieur chimiste en recherche et développement

Une société canadienne fabricant des explosifs et des combustibles propulseurs a besoin pour son usine de Montréal, d'un ingénieur appelé à développer de nouveaux produits et à en contrôler la qualité. Le candidat sera responsable des spécifications de fabrication des combustibles propulseurs préparés par son département ; il devra en outre établir et maintenir des relations de travail avec des spécialistes de la technologie des explosifs du secteur privé et public. Lieu de travail : **Montréal**.

Il devra être bilingue, être diplômé en génie chimique, posséder de 1 à 2 années d'expérience, et être intéressé à poursuivre des recherches dans le domaine des explosifs et des combustibles propulseurs.

2) Ingénieur industriel

Une industrie œuvrant dans la fabrication et la production demande les services d'un ingénieur pour évaluer les méthodes visant à l'amélioration de la productivité, soit en réorganisant le travail, soit en effectuant des études d'efficacité et d'analyse des valeurs. Le candidat devra être diplômé en génie industriel, être membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec et avoir acquis entre 2 et 8 années d'expérience industrielle.

Lieu de travail : **Montréal** ainsi qu'au **Saguenay**.

Pour ces deux postes, le salaire est à discuter et des avantages sociaux sont offerts. Les candidats intéressés doivent soumettre leur candidature à : M. Raymond Barbeau, ing. Barbeau Recrutement Inc. 2055 rue Peel, suite 155 Montréal, Québec H3A 1V4 Tél : (514) 288-7641

La société **SCHOKBÉTON QUÉBEC LTÉE** recherche les services d'un

Ingénieur civil

Le candidat choisi dirigera, à titre d'ingénieur en chef, une équipe de dessinateurs dans l'analyse des projets, la préparation des plans d'érection et des dessins d'atelier. Il devra préparer en outre les notes de calcul tel qu'exigé selon les devis descriptifs et les codes en vigueur.

Le candidat, diplômé en génie civil, âgé d'environ 30 ans et bilingue, a acquis une expérience pertinente dans la construction en béton et devra être particulièrement qualifié pour le design d'éléments préfabriqués structuraux architecturaux.

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature en s'adressant à : Schokbéton Québec Inc., a/s M. J.A. Dubuc, ing., Vice-président, Case Postale 240, Saint-Eustache, Québec J7R 4K8 Tél : (514) 473-6831

Le service de placement de l'**ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE** offre un poste de

Conseiller technique en électronique

pour une entreprise spécialisée dans la vente de produits électroniques.

Le candidat doit être diplômé en génie électrique/spécialité électronique, et posséder de 2 à 3 années d'expérience dans ce domaine ; il devra en outre avoir de l'imagination et des aptitudes pour le travail en groupe.

Les personnes intéressées doivent communiquer avec : Mme Yolande Gingras, Directeur général, A.D.P. École Polytechnique, Case Postale 6079, Succ. «A», Montréal, Québec H3C 3A7 Tél : (514) 344-4764 en référant à l'offre 63.

Événements à venir

Troisième symposium IFAC/AETMM

Thème : L'automatisation de l'extraction et du traitement des minerais et des métaux

DATE ET ENDROIT : du 18 au 20 août 1980, à l'École Polytechnique de Montréal.

Placé sous le patronage du Comité technique sur les applications de l'International Federation of Automatic Control, ce symposium est organisé par le Comité associé d'Automatique du Conseil national de recherche du Canada et l'École Polytechnique de Montréal.

Objectifs

Ce symposium sera une occasion de faire le point sur les progrès qui ont été accomplis depuis le 2^e symposium de Johannesburg, en 1976, portant sur l'application de l'Automatique dans les mines, dans les usines de traitement de minerais et dans les procédés métallurgiques. Il favorisera aussi les discussions sur les orientations nouvelles de l'automatique dans ces domaines et encouragera les échanges de connaissances au niveau international.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Mme Carole Lafontaine
Secrétaire IFAC/AMMM
C.D.T.
École Polytechnique
Case Postale 6079, Succ. « A »
Montréal, Québec H3C 3A7
Tél : 344-4667

Conférence internationale sur le transport et l'énergie

DATE ET ENDROIT : les 5 et 6 août 1980, au centre des congrès RAI à Amsterdam (Pays-Bas).

Précédant la grande foire maritime Sail Amsterdam 80, cette conférence réunira pendant deux jours plusieurs sommités d'Europe et d'Amérique du nord qui discuteront des problèmes de coût et d'approvisionnement énergétiques reliés aux différents moyens de transport.

Pour de plus amples renseignements, veuillez contacter :

Mme Barbara Haagen
Intermediar Seminars
N.Z. Voorburgwal 225
1012 RL Amsterdam, Netherlands

Congrès 1980 de l'association des ingénieurs municipaux du Québec

THÈME : la conservation de l'énergie

Date et endroit : du 14 au 17 septembre 1980, à l'Auberge des Gouverneurs, 690 est, boul. Saint-Cyrille, Québec.

Pour des renseignements supplémentaires, veuillez communiquer avec :

M. Pierre Blais, ing.
Comité organisateur du Congrès 1980
7575 boul. Henri-Bourassa
Charlebourg, Québec G1H 3E7

Contrôles industriels disponibles en inventaire



EAGLE SIGNAL
Minuteries,
Compteurs,
Programmeurs,
Contrôles
industriels

LUCIFER
Electrovalves



MERCOID
Contrôles de
pression, de
Température et de
Niveau

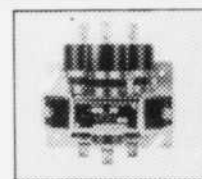


REX
Interrupteurs
horaire pour
conservation de
l'énergie



**ENDRESS
HAUSER**
Contrôles de
niveau pour
Liquides, Solides
et Poudres

DURAKOOL
Contacteurs au
mercure très
résistants



**WALLACE &
TIERNAN**
Produits pour
contrôle de débits



WARRICK
Contrôles de
niveau et de
pompes



Téléphonez
ou écrivez
pour de plus
amples infor-
mations.



EQUIPEMENTS DE
Contrôle Davis
LIMITÉE

165 RUE RICHER, VILLE ST-PIERRE, LACHINE, QUÉBEC H8R 1R4
MONTRÉAL 514/481-7765

et dans d'autres grandes villes au Canada

Composer sans frais de dedans les indicatifs régionaux 514, 819 et 418
1-800-361-5294

NOMINATION

SHELL CANADA LIMITÉE



Shell Canada annonce la nomination de monsieur Pierre Gadbois au poste de directeur de la région commerciale de l'Est qui regroupe le Québec et les provinces de l'Atlantique.

Monsieur Gadbois est diplômé de l'École Polytechnique et membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec. Entré, à Shell en 1961, il a occupé depuis plusieurs postes au sein des services de la commercialisation, de l'approvisionnement et de la planification à Montréal et à Toronto.

Il occupait tout récemment le poste de directeur des stratégies commerciales au siège social à Toronto.

RÉSULTATS DU COLLOQUE FRANCO-QUÉBÉCOIS SUR L'AVENIR DU DESIGN MOBILIER

Montréal, 17 et 18 MARS 1980

Une meilleure collaboration entre les concepteurs et les manufacturiers, une mise en marché qui s'appuie sur une stratégie marketing, des ressources plus importantes qui permettraient de mener des programmes de recherche dans les écoles formant les concepteurs et les techniciens de l'industrie du meuble, tels sont les principaux éléments qu'on peut retenir des interventions prononcées lors de ce colloque qui réunissait concepteurs, détaillants, manufacturiers, professeurs et étudiants œuvrant dans le domaine du meuble au Québec et en France.

Parmi les intervenants, mentionnons M. Laurent Villeneuve, professeur au département de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal et directeur du Groupe d'études en innovation technologique (G.E.I.T.) qui a présenté les résultats d'une étude portant sur l'industrie du meuble et les articles d'ameublement du Québec. Le G.E.I.T. a mis au point un outil de gestion qui sert à mesurer les facteurs de performance technique, économique et de gestion : cet outil ou modèle fournit des éléments mesurables afin de pouvoir comparer

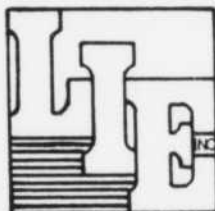
les entreprises entre elles et de cerner les points sur lesquels il faut porter une action concrète. Le traitement des données du modèle comporte une procédure d'analyse qui permet d'optimiser les actions à porter.

Dans le cadre du « Programme visant à stimuler l'innovation dans l'industrie du meuble » du Ministère du Commerce et du Tourisme du Québec, le G.E.I.T. a appliqué au secteur de l'industrie du meuble le « modèle de mesure de la technologie » afin de cerner les forces et faiblesses du secteur québécois du meuble et de renseigner la Direction générale de l'Industrie sur les orientations utiles pour promouvoir l'avenir de ce secteur industriel.

L'exposé de M. Villeneuve a permis de compléter les interventions des différents participants au colloque et a fait porter la discussion sur l'état actuel des choses. Il est à noter que le texte intégral des conférences prononcées lors de ce colloque sont disponibles au prix de \$12,00, en s'adressant à : Informatech France-Québec, C.P. 160, Place Bonaventure, Montréal H5A 1A7.

**LABORATOIRE
D'INSPECTION
& D'ESSAIS INC.**

Geotechnique / Contrôle Qualité
SONDAGES - ÉTUDES / SOLS - BÉTON - ASPHALTE - ACIER



6775, rue Bombardier
C.P. 310, Succ. St-Michel
Montréal H1P 2W2
Tel. (514) 326-0130

3380, boul. Hamel
C.P. 9220, Succ. Ste-Foy
Ste-Foy G1V 4B1
Tel. (418) 872-3381

La Rapière

RESTAURANT FRANÇAIS
spécialités pyrénéennes

le confit d'oie, le cassoulet,
le jambon de Bayonne.

Table d'hôte lundi au vendredi:
(midi à 23h30) Fermé le dimanche:

Réervations: 844-8920

1490 rue Stanley,
(métro Peel, sortie Stanley)



LALONDE, VALOIS
LAMARRE, VALOIS
& ASSOCIÉS, INC.
EXPERTS-CONSEILS CONSULTANTS
GROUPE LAVALEN

Études techniques et de factibilité, Ingénierie,
Services d'Ingénierie, d'Approvisionnement
et de Gérance de Projets et de Construction,
Installations de transport et de Production d'Énergie,
Travaux Publics, Travaux Maritimes,
Travaux Municipaux, Projets Industriels et Bâtiments

1130 OUEST, RUE SHERBROOKE, MONTRÉAL H3A 2R5



Beauchemin - Beaton - Lapointe Inc.
CONSULTANTS

génie, planification
et services
multidisciplinaires

1134 ouest, rue Ste. Catherine, Montréal, Québec, H3B 1H4

GÉOPHYSIQUE **FRANCE-QUÉBEC** ✕
DEVIENT MAINTENANT

GÉOPHYSIQUE G.P.R. INTERNATIONAL INC.
894 rue FRONT, LONGUEUIL, QUÉ. CANADA J4K 1Z7 (514) 679-2400 - télex 055-60495



EXPERTS-CONSEILS en GÉOPHYSIQUE

Reconnaissance et évaluation des sites / Géologie de l'ingénieur et exploration du
roc / Hydrogéologie / Devis technique de dynamitage / Conception des sautages
Contrôle de vibration / Étude pour des ouvrages anti-tremblement de terre
Environnement / Reconnaissance sous-marine / Exploration minière

Répertoire des annonceurs

- 42-43 Les Ateliers d'ingénierie Dominion Ltée
- 48 Beauchemin, Beaton, Lapointe Inc.
19 Bechtel Canada Ltée
31 Bouthillette, Parizeau et Ass.
- 32 Ciments Canada Lafarge Ltée
39 Clinique de Médecine du Travail
31 Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.
31 Contrôle Technique Appliqué Ltée
40 Coopérative Étudiante de Polytechnique
- 46 Équipements de Contrôle Davis Ltée
- C II Federal Pioneer Ltd
3 Franki Canada Ltée
- 41 Galerie Gilbert
48 Géophysique G.P.R. International Inc.
- 48 Husson, G.
- 39 Inspec-Sol Inc.
44 Institut Canadien de Construction en Acier
- C III Jenkins Canada Inc
C IV Johns Manville Canada
- 6 Keeprite Inc.
- 47 Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.
31 Labo S.M. Inc.
39 Les Laboratoires Industriels et Commerciaux Ltée
39 Les Laboratoires Ville-Marie Inc.
48 Lalonde, Valois, Lamarre, Valois et Associés Inc.
31 Lupien, Rosenberg et Associés Inc.
- 22 Ministère de la Défense Nationale du Canada
39 Mon-Ter-Val Inc.
- 48 La Rapière, restaurant français
- 47 Shell Canada
20-21 The Steel Company of Canada Ltd
- 31 X-per-X Limitée

G. HUSSON,

Lic. ès science, M. ENG (McGill)

Spécialiste en Traduction
dans les domaines de l'Électronique,
des Télécommunication et de l'Informatique.

10385 boul. St-Laurent

12

Montréal, Québec

H3L 2P1

Tél : (514) 381-3194

Dans une vanne à papillon sans brides de Jenkins, le disque en bronze est la norme, non une option.

Pour les disques, Jenkins croit que rien d'inférieur au bronze n'est acceptable. D'autres fabricants peuvent vous offrir des disques en fonte à graphite sphéroïdal plaqués chrome. Pas nous. Dans les vannes à papillon sans brides de Jenkins, le bronze est la norme... le même bronze réputé de Jenkins qui a subi avec succès l'épreuve du temps. Pour des conditions ultra-corrosives, un disque en acier inoxydable est disponible.

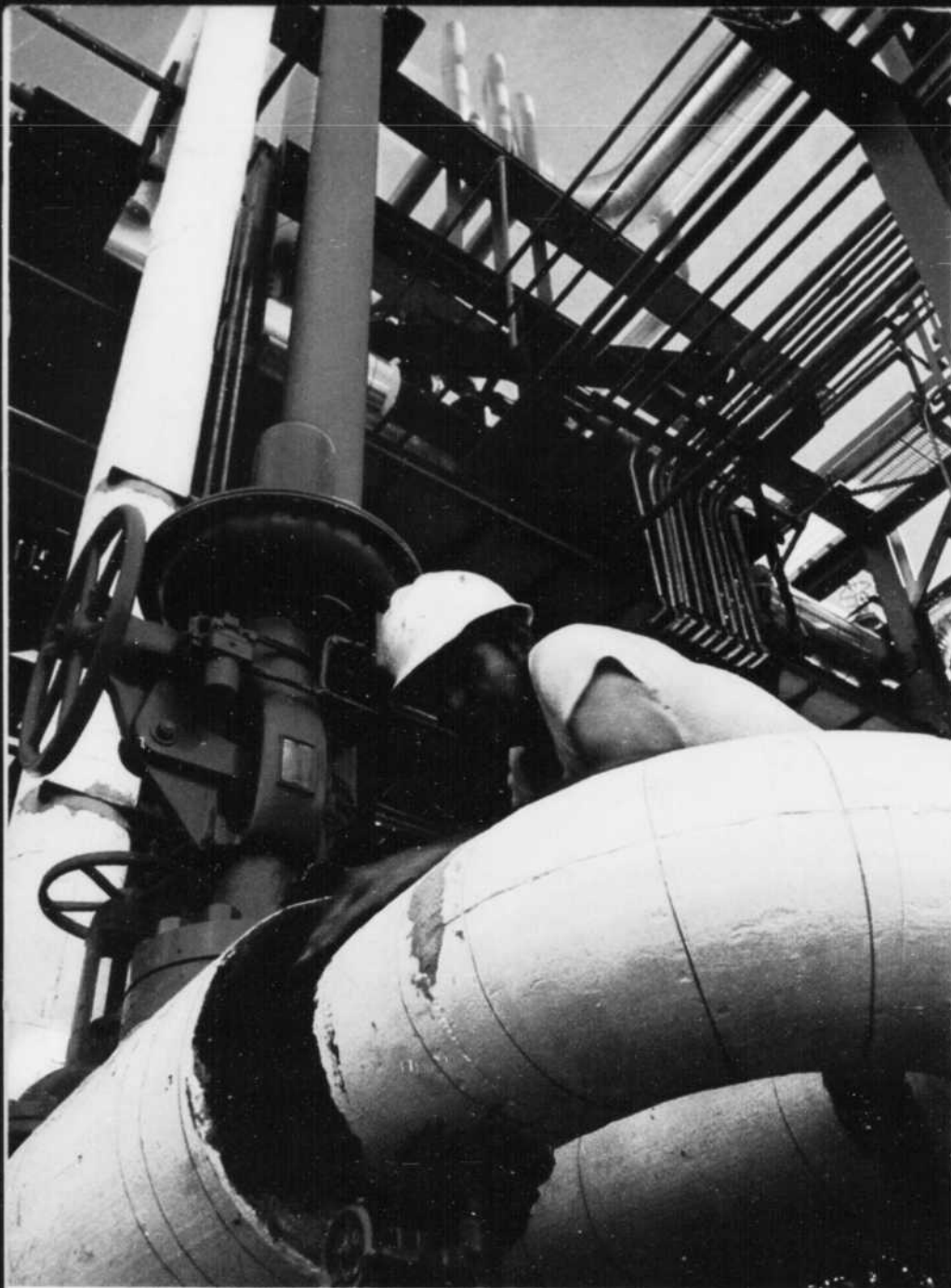
Jenkins démontre encore une fois son ingéniosité dans la conception de son adaptateur exclusif permettant de convertir la vanne à papillon sans brides conventionnelle en une vanne à oreilles taraudées. Cette caractéristique permet une plus grande flexibilité et un inventaire réduit.

Pour plus de renseignements, procurez-vous le catalogue No 78 BFV en écrivant à: Jenkins Canada Inc., Lachine, Québec.

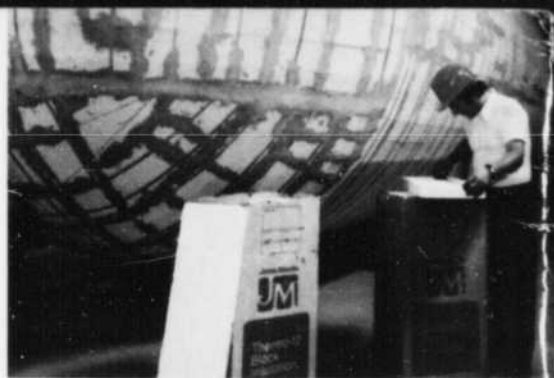
JENKINS

Le spécialiste en robinets

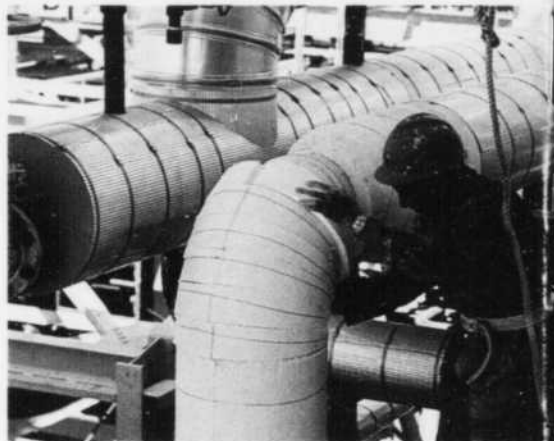




L'isolant en bloc Thermo-12 protège parfaitement l'équipement exposé à l'humidité excessive.



On a revêtu d'isolant en bloc Thermo-12 ce réservoir de condensation long de 122' à la centrale électronucléaire Bruce.



Le T-12 est robuste et rigide. Il résiste à des usages abusifs sans s'endommager de façon appréciable.



Le Thermo-12 est largement utilisé dans un vaste projet d'expansion pour les huiles de graissage de Gulf Oil Canada.

Johns-Manville fabrique tous les isolants en fibre de verre qu'il vous faut et aussi le T-12 en silicate de calcium qui résiste à 1500° F

Johns-Manville fabrique la gamme la plus complète d'isolants industriels en fibre de verre pour tuyaux de petit ou de grand diamètre et hautes ou basses températures. Des isolants tels que Micro-Lok, Micro-Flex, Spin-Glas, des produits J-M qui sont la norme de l'industrie.

Toutefois, l'isolation en fibre de verre ne résiste pas aux hautes températures. C'est pourquoi J-M a perfectionné Thermo-12, l'isolant en silicate de calcium qui, contrairement à la fibre de verre, résiste à des

températures atteignant 1500°F.

Thermo-12 est un isolant extrêmement léger qui possède l'un des coefficients "K" les plus bas de tous les isolants généralement utilisés dans les centrales et les usines de transformation. Il se présente en blocs ou en sections tubulaires.

Cet isolant ne peut brûler ni propager la flamme, de sorte qu'on peut l'utiliser en présence de gaz et de liquides inflammables.

Quand il s'agit d'isolation, la plupart des gens font appel à J-M,

parce que Johns-Manville leur fournit sa capacité d'isolation intégrale.

Johns-Manville Canada Inc.,
3000, boul. Matte,
Brossard, Québec
J4Y 2H5



Johns-Manville