

M. Clément Crépin, Ing. P.  
27 Ave des Rapides,  
Québec 5, Qué.

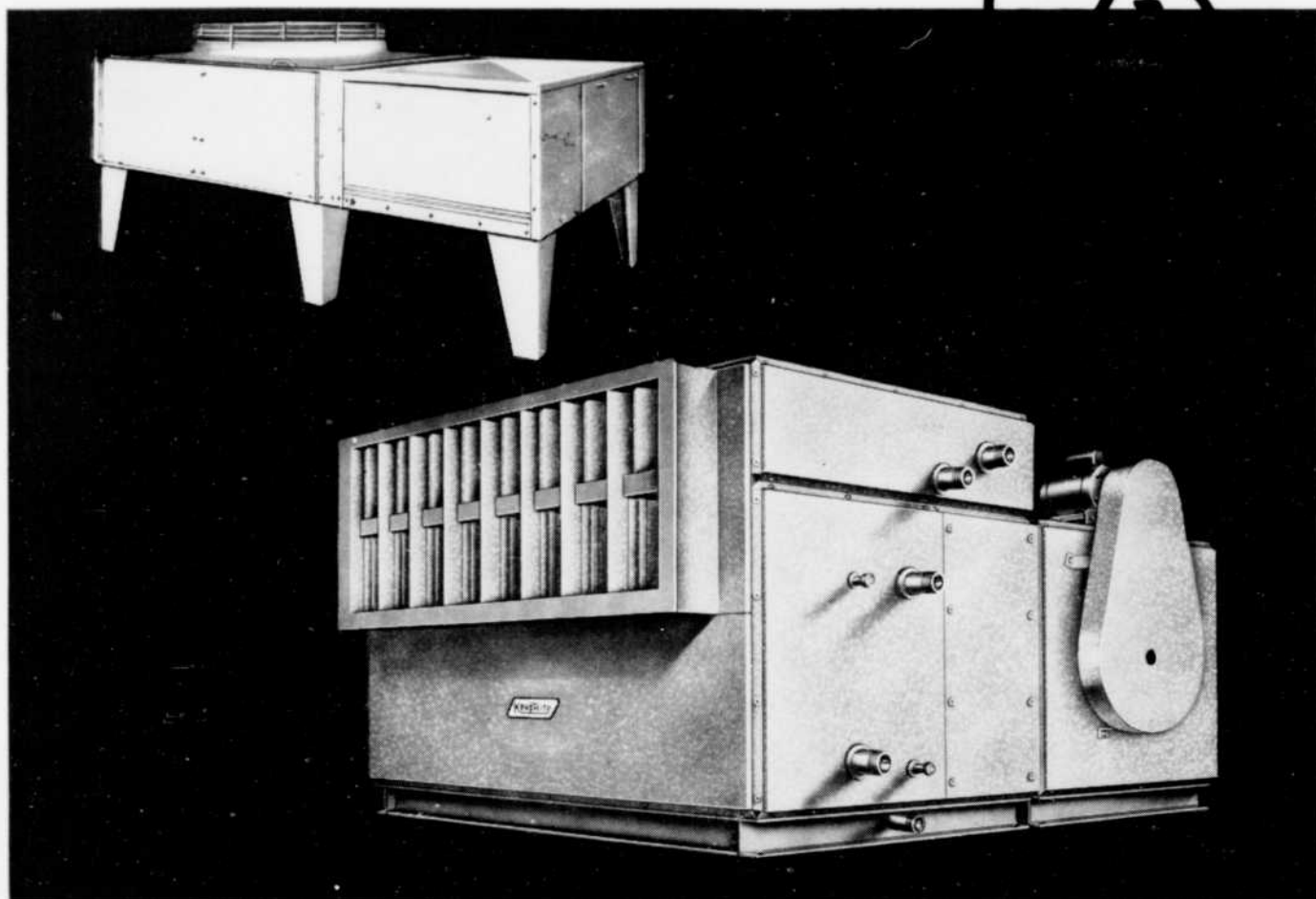
OCTOBRE 1968  
54e année — No 235

# L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION



# Ecouter un appareil KeepRite...



## c'est "écouter le silence."

Ecoutez le climatiseur central Seasonmaster et le condenseur refroidi par air Keeprite. Quel est le secret de leur silence de marche? L'équilibre technique. Les deux appareils sont fabriqués selon les normes de qualité les plus rigoureuses appuyées par les meilleures méthodes d'application. Tous les éléments sont soigneuse-

ment sélectionnés et assortis. Nous avons un vaste choix d'appareils "assortis", efficaces et sûrs, que ce soit pour refroidir l'air, le réchauffer et le refroidir, ou fournir simultanément de l'air à des températures diverses à divers secteurs. Il vous faut savoir pourquoi les appareils Keeprite seront plus

avantageux pour votre prochaine installation. Prenez contact avec le représentant Keeprite. Pourquoi pas aujourd'hui même?

## KeepRite

KeepRite Products Limited - Brantford, Ontario

Bureaux de vente: Halifax, Montréal, Ottawa, Toronto, Hamilton, London, Winnipeg, Calgary et Vancouver.  
Division Unifin: London (Ontario).



UNE TECHNIQUE SYSTEMATIQUE AU SERVICE DE LA REFRIGERATION, DE LA CLIMATISATION ET DU CHAUFFAGE. EQUIPMENT

ADMINISTRATION ET RÉDACTION:  
2500, avenue Marie-Guyard, Montréal  
26, Tél. 739-2451.

ERNEST LAVIGNE, ing.  
*secrétaire délégué*

NAPOLÉON LETOURNEAU, ing.  
*rédacteur en chef*

RENÉ SOULARD  
*administrateur*

LOUIS TRUDEL, ing.  
*rédacteur-conseil*

**PUBLICITÉ A TORONTO**  
M. Lloyd Sawyer, International  
Media Services, 160 Eglinton Ave. East,  
Toronto 12, Tel. : 485-6743

**COMITÉ CONSULTATIF  
DE RÉDACTION**

RAYMOND BARETTE, ing.  
G. RÉAL BOUCHER, ing.  
DONALD J. BRYANT, ing.  
JEAN L. CORNEILLE, ing.  
RAYMOND CREVIER, ing.  
ROGER LABONTÉ, ing.  
PIERRE LAROCHELLE, ing.  
MICHEL RIGAUD, ing.

EDITEURS: L'Association des Diplômés  
de Polytechnique, en collaboration avec  
l'École Polytechnique de Montréal, la  
Faculté des Sciences de l'Université La-  
val et la Faculté des Sciences de l'Uni-  
versité de Sherbrooke. Publication men-  
suelle. — Imprimeur : Pierre Des Marais  
Inc — Abonnements : Canada et États-  
Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Le  
Ministère des Postes, à Ottawa, a au-  
torisé l'affranchissement en numéraire et  
l'envoi comme objet de la deuxième  
classe de la présente publication.

DROITS D'AUTEURS : les auteurs des  
articles publiés dans L'INGÉNIEUR  
conserveront l'entière responsabilité des  
théories ou des opinions émises par eux.  
Reproduction permise, avec mention de  
source; on voudra bien cependant faire  
tenir à la Rédaction un exemplaire de  
la publication dans laquelle paraîtront  
ces articles. — L'Engineering Index et  
Chemical Abstracts signalent les articles  
publiés dans L'INGÉNIEUR.

Tirage certifié : membre de la  
Canadian Circulation Audit Bureau



# L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION

## SOMMAIRE

54e année — No 235  
OCTOBRE 1968

### ARTICLES

- LA PRÉCONTRAINTE APPLIQUÉE  
À LA PRÉPARATION D'UN PONT EXISTANT  
par J. R. M. Marcil, ing. et E. Vernigora, ing. .... 15

L'article suivant décrit le procédé utilisé par l'Administration de la Voie Maritime du Saint-Laurent pour la réparation d'un pont de béton armé existant. Un aperçu des déficiences et des solutions étudiées est suivi d'une description de la méthode adoptée, ainsi que des diverses phases de la construction. Enfin, une comparaison est établie entre le coût de cette structure et celui d'une structure similaire.

- UNE DÉCISION IMPORTANTE :  
LA POURSUITE D'ÉTUDES POST-UNIVERSITAIRES  
par Bernard-André Genest, ing. .... 22

Malgré une nette augmentation de finissants qui se dirigent vers la maîtrise ou le doctorat, le nombre est cependant bien loin de correspondre à l'amélioration des conditions et, surtout, il est nettement inférieur aux besoins grandissants. Une des raisons est sans doute le manque d'information. Le présent article a pour but de pallier à cette déficience. Il constitue une tentative de grouper plusieurs renseignements utiles, qui pourraient s'avérer très précieux pour celui qui déciderait d'entreprendre des études post-universitaires.

- L'ÉTABLISSEMENT D'ÉTALONS DE  
MESURES RADIOÉLECTRIQUES AU CNR  
par A. Jurkus, ing. et R. F. Clark, ing. .... 26

Le maintien des étalons de mesures du Canada tombe sous la responsabilité du Conseil National de Recherches. Plusieurs divisions du Conseil prennent part à cette activité, et c'est dans la division de radiotechnique et de génie électrique qu'un groupe a été formé pour s'occuper des mesures électromagnétiques en radiofréquences. Dans l'étude qui suit, les auteurs décrivent les méthodes utilisées pour étalonner les quantités suivantes : puissance, atténuation, impédance et tension.

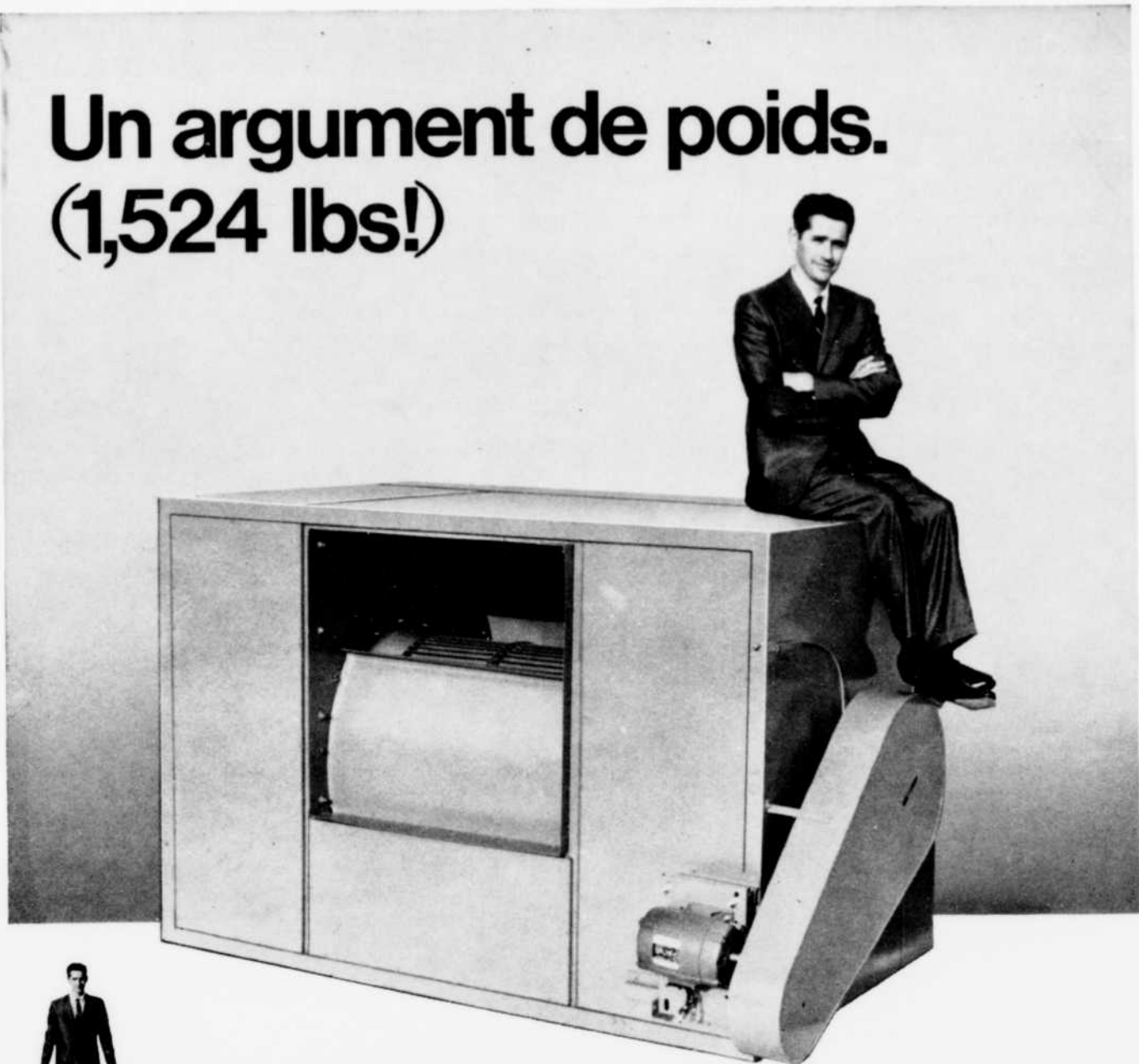
### RUBRIQUES

- ÉDITORIAL  
Manic 5 : une grande réalisation du génie québécois ..... 3
- TOUR D'HORIZON ..... 6
- CARNET DES INGÉNIEURS ET NOMINATIONS ..... 32
- AGENDA ..... 33
- ABRÉGÉS ..... 34
- INDEX DES ANNONCEURS ..... 38

### PHOTO DE COUVERTURE

Ce montage photographique fait voir le nouveau pont No 3 sur le canal Welland (coin supérieur gauche) et l'ancien (coin supérieur droit). Les photographies du bas illustrent diverses phases des travaux entrepris par l'Administration de la Voie Maritime du Saint-Laurent dans la réparation de ce pont, qui fait le sujet d'un article en page 15 de la présente livraison.

# Un argument de poids. (1,524 lbs!)



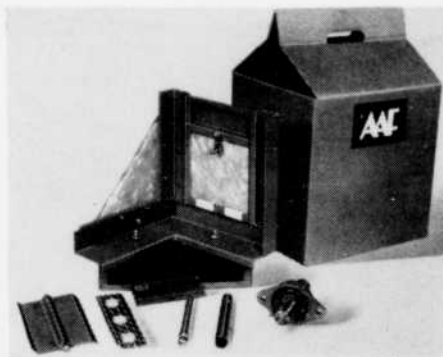
Notre représentant aimerait bien vous montrer cet appareil de ventilation dans votre bureau... nous avons pesé le pour et le contre et nous croyons qu'il a raison: le meilleur moyen d'examiner un appareil de ventilation, c'est d'y regarder de près, non pas dans un catalogue ou un dépliant, mais en y touchant du doigt.

Voilà pourquoi nous avons réuni tous les avantages-clé de cet appareil dans une petite mallette pra-

tique. Vous pouvez, en quelques minutes, regarder de près les pièces qui entrent dans la fabrication des appareils de ventilation AAF et qui en ont fait la renommée:

*Coussinets • serpentins • châssis exclusif à cinq angles • panneaux d'accès • rebords de panneaux doubles • enduits protecteurs • joints.*

Voyez-les toutes. Examinez-les à fond... à votre bureau. Et faites-le au moment qui vous conviendra le mieux. Appelez votre représentant AAF ou écrivez à:



17-68



**American Air Filter**  
OF Canada LTD.

400 BOUL. STINSON, MONTRÉAL 9

FILTRATION ET ÉPURATION DE L'AIR • ÉQUIPEMENT DE CHAUFFAGE ET VENTILATION HERMAN NELSON

2 — OCTOBRE 1968

L'INGÉNIEUR

## ÉDITORIAL



### Manic 5: une grande réalisation du génie québécois

Il est dommage de rencontrer encore de nos jours des confrères ingénieurs, et bien d'autres gens aussi, qui ne tarissent pas d'éloges à l'endroit de travaux accomplis dans d'autres pays, mais qui, par contre, méconnaissent systématiquement la valeur des réalisations de chez-nous.

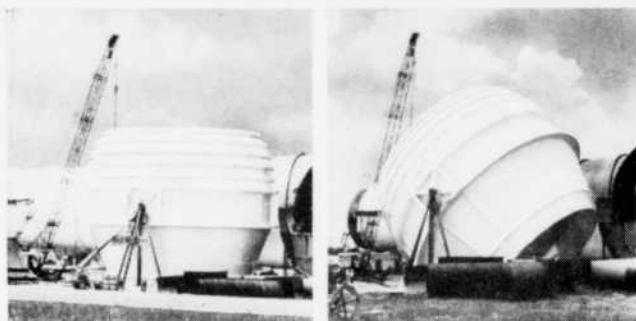
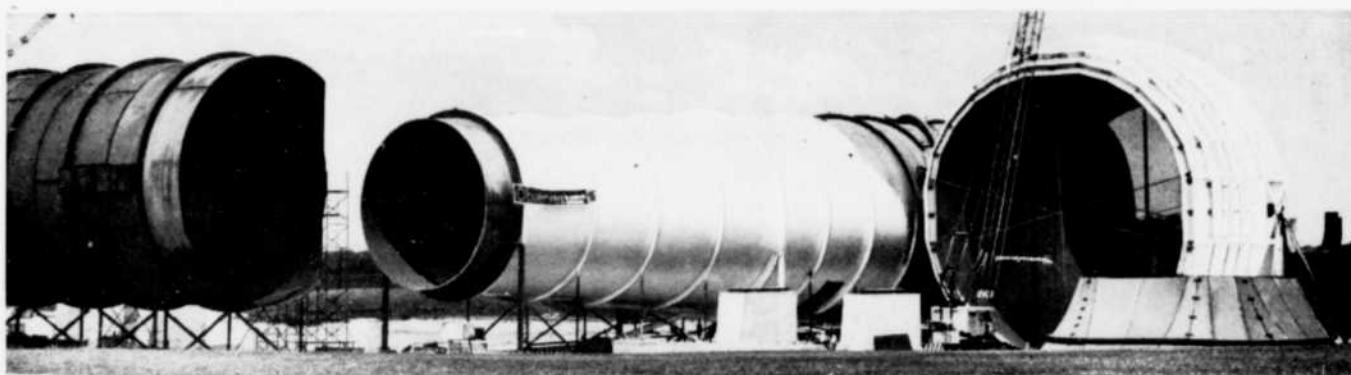
Cette ignorance, faut-il le répéter, naît d'abord d'un "éternel complexe d'infériorité", entretenu et nourri grassement par des ignorants, qui prétendent encore qu'il faut aller outre 45e pour constater de visu ce qu'est le progrès technique. Elle naît ensuite, de façon plus moderne et plus sophistiquée, d'un snobisme subtil qui veut que nos réalisations, bien que grandioses et merveilleuses, ne se comparent pas, et de loin, avec le lancement de satellite ou le rayon laser, par exemple.

Ce n'est sûrement pas du chauvinisme et faire preuve d'ignorance que de reconnaître la valeur des travaux accomplis par des gens de chez-nous. Bien au contraire, notre évaluation des réalisations d'autrui n'est que plus objective. Aux rêves en couleurs que l'on croit trop souvent réels succèdent le réalisme; à la science-fiction la portée pratique du progrès technique.

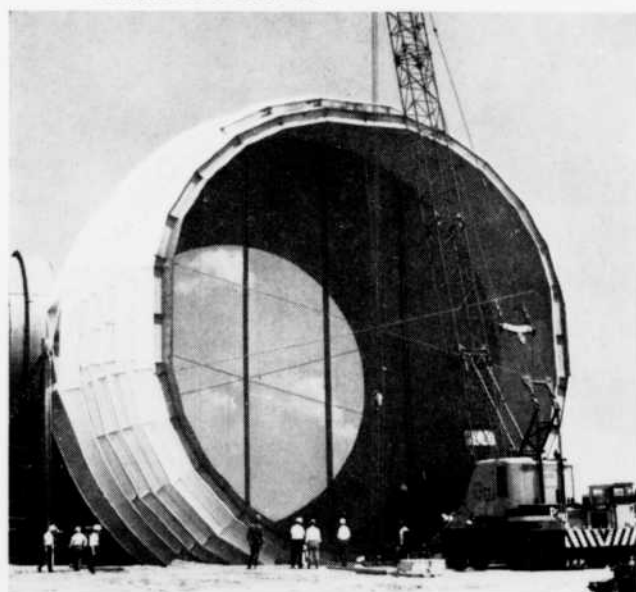
Le barrage de Manic 5 n'est ni un lancement de satellite, ni l'invention du rayon laser. Cependant, ces réalisations ont un dénominateur commun : la compétence. Et je ne sache pas que cette dernière est élue domicile dans un pays plutôt que dans un autre parce qu'il y avait plus d'argent disponible.

Certes, nos voisins d'outre 45e continueront d'émerveiller le monde entier par leurs réalisations fantastiques. La course à la conquête de la lune me passionne autant que quiconque. Mais lorsque je me trouve au pied de l'arche centrale du barrage de Manic et que je regarde tout en haut, je ne pense plus aux américains, aux Russes, à la conquête de la lune. Je suis émerveillé. Il y a huit ans, à cet endroit même, c'était une rivière inconnue qui serpentait à travers la forêt. Aujourd'hui, le monde entier connaît la Manic. Ce sont de mes confrères ingénieurs qui ont réalisé cette oeuvre gigantesque. Je reconnais leur compétence. Je les félicite. Et je suis fier d'être un ingénieur canadien-français.

**L. Nap. Létourneau, ing.**



La section abritant la chambre d'ajustement, d'une hauteur de 65 pieds passe de la position de construction à celle qu'elle occupera dans l'ensemble.



Cette opération de pivotage d'une masse de 240 tonnes a été réalisée grâce à des béquilles spéciales construites et fabriquées par Horton. Ces béquilles ont d'ailleurs été pensées de façon à s'intégrer par la suite dans les structures permanentes de soutien.



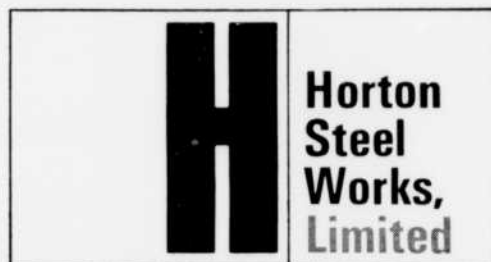
Une maquette à l'échelle de l'ensemble une fois terminé. La coupe permet de voir l'intérieur de la section abritant la chambre d'ajustement.

## Prévision Météorologique: **UN OURAGAN...** signé Horton!

La soufflerie V/STOL, en voie d'achèvement à l'aéroport Uplands d'Ottawa est une des plus grandes et des plus modernes installations du genre au monde. Il s'agit d'une sorte de "boucle" de forme rectangulaire dont la section principale mesure 349 pieds et la section transversale 100 pieds et dont le diamètre varie entre 38 et 82 pieds. Ces installations permettront l'étude d'éléments essentiels à la mise au point des avions à décollage vertical et des appareils utilisant des pistes très courtes: les maquettes pourront être soumises à des essais rigoureux à l'intérieur d'une section de 30 pieds sur 30 pieds à des vitesses atteignant les 200 pieds à la seconde.

Ce projet, conçu pour le Conseil National de la Recherche en collaboration avec le Département des Travaux Publics, a été confié à Dilworth, Secord, Meagher & Associates Ltd. Horton Steel s'est vu confier le contrat de la section du tunnel, ce qui constituait un défi d'autant plus grand qu'on ne donnait que les principales dimensions et le dessin aérodynamique. Toutes les autres facettes de la conception de cette oeuvre, la fabrication en atelier et l'installation sur le terrain reposaient entre les mains de la compagnie Horton, y compris le dessin des plaques d'acier, des supports du tunnel et des aubes de coin.

Des sections d'acier, d'un poids total de 1,800 tonnes, furent préfabriquées à l'usine de Fort Erié puis expédiées à 380 milles de là, sur les terrains même de l'aéroport d'Ottawa où le tunnel devait être construit selon des normes rigoureuses. Nous avons trouvé des solutions aux problèmes aussi nombreux que complexes. Ce n'est pas souvent qu'on nous demande de construire un tunnel pour soufflerie mais quand on le fait, nous nous mettons à la tâche avec les mêmes dispositions d'esprit que d'habitude, c'est-à-dire avec enthousiasme, ingéniosité et compétence.



Bureau: 1255, rue University, Montréal, Qué.  
Construction partout au Canada

## Un autre immeuble "tout à l'électricité"

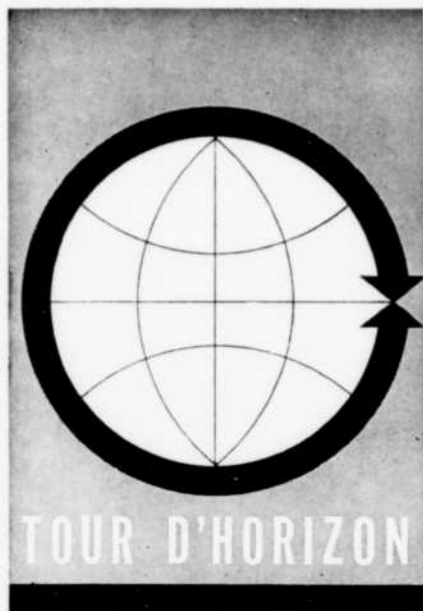
### Bois-Fontaine "B" QUÉBEC, P.Q.

Genre d'immeuble:	Edifice à bureaux
Surface:	163 748 pi <sup>2</sup>
Charges raccordées:	Total (hiver): 2 308 kW (incluant 1 481 kW de chauffage) Total (été): 1 088 kW (incluant 261 kW de climatisation)
Coût d'installation:	Coût total de l'édifice: \$17.70 / pi <sup>2</sup>
Coût de l'énergie:	Demande maximale: 981 kW Consommation annuelle: 5 416 100 kWh Coût total: \$39 355 Coût / pi <sup>2</sup> : \$0.24 Coût / kWh: 0.73¢
Consultants:	Architectes: Walker & Tessier Ingénieurs-mécanique et électricité: Boulay & Leclerc

... En 1963, un projet "tout à l'électricité" pouvait sembler audacieux. Seule la possibilité d'obtenir un système souple et d'un fonctionnement facile, de même qu'une diminution éventuelle des frais de surveillance et d'entretien, amenèrent les administrateurs concernés à tenter l'expérience. Celle-ci fut suffisamment concluante pour qu'ils décident d'appliquer la même formule dans un édifice déjà construit et fassent transformer ses installations...

Hydro-Québec





**Iron Ore Company of Canada  
octroie une somme importante  
au département de génie minier  
de l'École Polytechnique**

On reconnaît de plus en plus la nécessité pour un ingénieur minier de posséder des connaissances assez avancées en recherche opérationnelle. Cette discipline, assez récente d'ailleurs, peut paraître abstraite et purement académique pour plusieurs mais les nombreux résultats obtenus et son acceptation par les secteurs les plus dynamiques de l'industrie canadienne font foi de l'impact économique que l'utilisation des concepts et techniques de la recherche opérationnelle peut apporter. Ces nouvelles méthodes permettent de tenir compte de facteurs qui autrefois devaient être négligés à cause de la complexité des problèmes envisagés et de la disponibilité des moyens de les résoudre. Il nous est maintenant possible de tenir compte d'un grand nombre d'éléments et d'optimiser ainsi une entreprise pour en assurer un profit optimal. Pour demeurer compétitif sur les marchés internationaux, le Canada se doit d'être à l'avant garde dans ce domaine.

Dans le secteur de l'industrie minière, la compagnie Iron Ore Company of Canada fut l'une des premières à reconnaître l'importance de la recherche opérationnelle et à en tirer profit. Cet important consortium qu'est I.O.C. a introduit durant ces dernières années de nombreuses innovations et améliorations dans les domaines de l'excavation, de la concentration et de la manutention du minerai, de l'entretien de l'équipement, des communications, etc... qui découlent de l'utilisation de ces nouvelles connaissances.



*L'Iron Ore Company of Canada a décidé d'octroyer une somme importante au département de Génie minier de l'École Polytechnique de Montréal. La photographie prise à cette occasion montre Monsieur P.W.A. Mayer (à droite), directeur des Services Techniques de l'Iron Ore Company of Canada présentant un premier chèque d'une série de trois à Monsieur P.E. Riverin, Président de la Corporation de l'École Polytechnique.*

De plus, la compagnie I.O.C. contribue à la formation de nouveaux ingénieurs en participant à des projets de recherche conjointement avec les facultés de génie de différentes universités. Dans cette optique, cette compagnie vient d'octroyer une somme importante à l'École Polytechnique de Montréal. Le but de cette subvention est de permettre au département de génie minier de cette institution de développer des méthodes à l'aide desquelles il sera possible d'optimiser la manutention du minerai, de l'excavation jusqu'aux hauts-fourneaux en passant par le transport par voie ferrée et le transport par voie maritime. D'autres études seront aussi faites sur les variations de la teneur du minerai brut et de l'influence de ces variations sur un système intégré.

**Ingénieurs-conseils de Montréal  
choisis pour des travaux  
en Afrique francophone**

*R.B. Brosseau & Associés  
sur la Côte d'Ivoire*

Une mission d'ingénieurs électriciens canadiens partira sous peu pour la Côte d'Ivoire pour y préparer la réalisation du premier projet d'électrification rurale entrepris par le Canada dans le cadre de son programme d'assistance à l'Afrique francophone. L'envoi de cette mission a été annoncé le 21 août 1968 par le Secrétaire d'Etat aux Affaires extérieures,

M. Mitchell Sharp, et donne suite à l'expansion du programme canadien de coopération avec les pays africains en voie de développement qui résulte de la Mission Chevrier.

Le Bureau de l'Aide extérieure du Gouvernement canadien a confié au bureau d'ingénieurs R.B. Brosseau et Associés, de Montréal, le soin de constituer l'équipe qui doit établir l'avant-projet et préciser la nature, le coût et le planning des travaux qui intéressent 50 villages à l'ouest de la capitale ivoirienne, Abidjan.

*Gendron & Lefebvre  
au Maroc*

Le secrétaire d'Etat aux Affaires extérieures, M. Mitchell Sharp, a annoncé l'envoi au Maroc d'une mission d'études pour commencer à mettre en oeuvre un autre des projets nouveaux d'assistance canadienne que la Mission Chevrier a agréés, il y a quelques mois, en faveur de sept pays africains francophones en voie de développement. Il s'agit dans ce cas de la préparation du cadastre de cinq régions agricoles importantes du Maroc, d'une superficie de 1.730.000 acres (2.700 milles carrés).

Le Bureau de l'Aide extérieure du Gouvernement canadien a confié au bureau d'ingénieurs et arpenteurs géomètres Gendron et Lefebvre, de Laval (Québec), le soin de constituer l'équipe qui doit établir l'avant-projet et préciser la nature, le coût et le planning des travaux.

Le projet comporte un relevé complet des terres, des titres, des types de sol et de culture, des ressources forestières, du caractère des habitations et de l'étendue des routes et des services publics. Le gouvernement marocain a un besoin urgent de ces données pour réaliser des programmes de réforme agraire (redistribution des terres, irrigation, protection contre les inondations et l'érosion, etc.) et pour poursuivre le développement et la modernisation du secteur agricole de l'économie marocaine.

### Un étudiant de l'Université Laval remporte la bourse Gillette-Canada

Un jeune étudiant vietnamien de 27 ans, M. Vo Van Tan, remporte cette année la bourse d'études supérieures en métallurgie physique des métaux ferreux attribuée par la Société Gillette-Canada à l'Université Laval.

Cette bourse, d'une valeur de \$6,000, est l'une des plus importantes bourses du genre. Elle est octroyée à un diplômé universitaire poursuivant des études supérieures conduisant à un doctorat en métallurgie physique des métaux ferreux. Le lauréat est désigné par l'ensemble du corps professoral.

L'Université Laval fait partie d'une quinzaine d'universités des Etats Unis et du Canada qui poursuivent des recherches en sidérurgie et bénéficient des bourses octroyées par la Société Gillette.

Le lauréat de 1968-69, M. Vo Van Tan, est le deuxième étudiant de l'Université Laval à remporter cette bourse. Le premier avait été, en 1967-68, M. Roland Le Houillier, qui termine présentement sa thèse de doctorat. Les deux lauréats ont travaillé sous la direction du Professeur Arthur Dubé, chercheur de renom et directeur, jusqu'à cette année, du département de mines et métallurgie de la Faculté des sciences de l'Université Laval.

C'est le président de la Société Gillette-Canada, M. Richard S. Reuland, qui a lui-même remis le 9 septembre 1968, au vice-recteur de l'Université Laval, M. Louis-Philippe Bonneau, le chèque de \$6,000, couvrant le montant de la bourse de M. Vo Van Tan, en présence du professeur Dubé, du lauréat de 1967-68 M. Le Houillier et d'autres personnalités de l'Université. La cérémonie a eu lieu au Pavillon Pollack, à la Cité universitaire.

Dans une brève allocution, M. Reuland a souligné la fierté de la Société Gillette-Canada de pouvoir, par l'attribution de cette bourse, contribuer aux importants travaux de recherches qui se poursuivent à l'Université Laval et qui



Un jeune étudiant vietnamien de l'Université Laval, M. Vo Van Tan, a reçu récemment de Gillette-Canada une bourse d'une valeur de \$6,000 pour lui permettre de poursuivre ses études vers un doctorat en métallurgie physique des métaux ferreux. C'est le président de Gillette-Canada, M. Richard S. Reuland (à gauche) qui a remis la bourse de M. Vo Van Tan, au cours d'une cérémonie présidée par le vice-recteur de l'Université Laval, M. Louis-Philippe Bonneau (au centre).

ont déjà donné à l'institution une réputation qui dépasse de beaucoup les frontières du Canada.

Le lauréat de cette année, M. Vo Van Tan, est né le 20 novembre 1941 à Saigon, Vietnam du Sud. Il obtint de l'Université Laval son baccalauréat ès Sciences appliquées (génie métallurgique) en 1965. Depuis, il poursuit des études en vue de l'obtention d'un doctorat ès sciences en métallurgie physique. Il en est actuellement à la dernière année de ses travaux et un article, rédigé conjointement avec le Professeur Dubé a été accepté aux comptes rendus de l'Académie des sciences, en juin dernier.

### René Levasseur, ing., gérant de Manic 5, meurt à 35 ans

Monsieur René Levasseur, ing., gérant du projet Manic 5, est décédé le 21 septembre 1968 d'une thrombose; il était âgé de 35 ans. Il était le plus jeune ingénieur au monde à diriger un projet de cette importance.

Monsieur Levasseur devait procéder le 26 septembre 1968, avec le premier ministre Daniel Johnson, décédé ce jour-là, le président de l'Hydro-Québec et de nombreuses personnalités, aux célébrations qui devaient marquer la fin des travaux à la Manic 5.

Après des études à l'École Polytechnique de Montréal qu'il termina en 1956,

le plus jeune de sa promotion, M. Levasseur travailla pour le bureau d'études C. E. Gravel, ingénieur-conseil. Il fut ensuite au service de J. et A. Levasseur, entrepreneurs.

En 1960, il entra à l'Hydro-Québec, à Carillon. En 1962, il fut transféré à Manic 5 comme ingénieur de la section génie. Le 1er août 1964, il fut nommé au poste d'ingénieur des travaux de tout le chantier Manic 5, poste qu'il occupait encore au moment de sa mort.

M. Levasseur laisse dans le deuil son épouse Marthe et trois enfants, Monique, Irène et Georges.

Il était membre de la Corporation des Ingénieurs du Québec, de l'Association des Diplômés de Polytechnique et de nombreux autres organismes et associations scientifiques et sociaux.

### Direction générale de l'énergie au Québec

Le ministre des Richesses naturelles, M. Paul Allard, a annoncé le 13 septembre que son ministère serait bientôt doté d'une direction générale de l'énergie "qui verra à mettre en application une politique favorable au développement de l'industrie au Québec, tout en co-ordonnant pour le consommateur québécois les diverses sources d'approvisionnement en énergie".

Le conférencier invité à l'occasion de la vingtième conférence fédéral-provin-

cial sur le charbon, au Château Frontenac, M. Allard a affirmé que le rôle de l'énergie était trop vital pour que le Québec puisse se passer plus longtemps d'une politique énergétique d'ensemble qui tienne compte du contexte particulier québécois, de la prépondérance des hydrocarbures, et de l'équilibre nécessaire entre les diverses sources d'énergie, leur prix et leurs effets d'entraînement.

Au début de la conférence, le ministre a rappelé que le Québec n'avait pas de charbon et qu'on ne connaissait pas sur le territoire de formation géologique favorable à une découverte de cette ressource. Le Québec n'en est pas moins intéressé au charbon comme source d'énergie.

Dans le domaine de l'électricité, on prévoit pas de pénurie et le Québec continuera d'être la province de l'électricité, a prédit M. Allard. On prévoit qu'en 1970, 1975 et 1980, la quantité disponible d'électricité pour le Québec sera respectivement de 67,83 et 102 milliards de kwh.

Dans le domaine du pétrole, on croit pouvoir atteindre une consommation de 345 millions de barils en 1980, si l'augmentation annuelle de 7 pour cent se maintient. Enfin, en ce qui concerne le gaz naturel, près de 37 milliards de pieds cubes ont été utilisés en 1968, soit 3.6 pour cent du marché énergétique. Le grand perdant semble avoir été le charbon puisque la consommation québécoise de cette ressource est passé de 6 millions de tonnes en 1956 à 1.7 million en 1967, soit 3.5 fois moins.

### Professeur de recherche opérationnelle au département de génie minier à l'École Polytechnique

Monsieur Jorgen Elbrond jusqu'ici chargé de la recherche opérationnelle et du développement du planning et du programme des travaux à l'aide de calculatrices à la Compagnie Loussavaara-Kiiurnaavaara, Suède, vient de se joindre au département de Génie Minier de l'École Polytechnique de Montréal comme professeur à plein temps.

Monsieur Elbrond qui a 39 ans a obtenu son diplôme d'ingénieur civil de



J. Elbrond, ing.



E. M. Peto, ing.

l'Université Royale Polytechnique de Copenhague et a poursuivi des études en génie minier à l'École Nationale Supérieure de la Métallurgie et de l'Industrie des Mines à Nancy, France.

Pendant ces 11 années (7 ans à Kiruna) avec LKAB qui est considérée comme l'une des plus progressives organisations minières, monsieur Elbrond a participé à l'élaboration des nombreux projets de cette compagnie.

### E.M. Peto, ing., élu président de l'ACLE

E.M. Peto, ing. de Toronto, a été élu président de l'Association Canadienne des Laboratoires d'Essais. M. Peto est président de Peto Associates Limited, à Toronto, une maison d'ingénieurs-conseils des sols.

M. Peto a pris en charge la présidence de cet organisme national en remplacement de M. Henri Trochu, M.Sc., des Laboratoires Industriels et Commerciaux Limitée, de Montréal. Cette élection a eu lieu lors de la 19ème réunion annuelle de la CTA qui s'est tenue récemment à Banff, en Alberta.

E.F. Holmgren, Ing., P., de Materials Testing Laboratories Limited, à Edmonton, a été élu vice-président. M. Peto comme M. Holmgren sont administrateurs de la CTA et M. Holmgren a été renommé président du comité d'affiliation.

Six autres administrateurs ont été élus pour le mandat de 1968-69 : B.F. Bailey, Coast Eldridge Professional Services Division, Warnock Hersey International Limited, Vancouver; P.C. Chapman, président, North American Inspection Services Limited, Oakville, Ontario; William Gerrie, Swastika Laboratories Limited, Swastika, Ontario; Henri Trochu, président sortant; Gerald L. West, Wyman & West Limited, Halifax; et E.W. Fish, J.T. Donald & Co. Limited, Toronto, qui a été nommé aussi secrétaire-trésorier.

### Mise en oeuvre d'un nouveau service de vérification d'appareillages électriques

Electri-Test Inc., une firme québécoise, vient de lancer un nouveau service, le premier en son genre, pour effectuer la vérification préventive et sécuritaire des nouvelles et anciennes installations électriques.

A l'aide d'un laboratoire mobile d'essai et de mesure, ses techniciens peuvent



Vue intérieure du laboratoire mobile

maintenant mettre à l'essai diélectrique les câbles, sous-stations, transformateurs et moteurs. Des essais non destructifs à haute tension c.c. peuvent s'effectuer jusqu'à 120 KV sans causer de décharge disruptive ni endommager les câbles ou appareillages.

De plus, les appareils du laboratoire permettent de vérifier, régler et coordonner les relais protecteurs et d'étalonner les disjoncteurs secondaires.

La mesure de résistance des mises à la terre, la localisation et la détection des défauts sur les câbles souterrains s'effectue à l'aide d'instruments de précision.

Le service de vérification détecte les défauts des transformateurs ou des câbles souterrains, réduisant ainsi au minimum les causes indues d'interruptions de courant et d'arrêts à la production. Il prévient aussi les incendies d'origine électrique en assurant la qualité des nouvelles et anciennes installations électriques. Electri-Test Inc., fournit aussi des rapports techniques et des données corroborant chacune des vérifications d'essai.

### Collaboration Franco-canadienne dans le domaine de l'énergie nucléaire

Le renforcement de la collaboration franco-canadienne a été décidé, notamment dans le domaine des réacteurs de puissance à eau lourde et de la recherche sur les combustibles et matériaux nucléaires.

Cette décision a été prise au cours de la seconde réunion annuelle des experts de l'énergie atomique du Canada et du Commissariat à l'Énergie Atomique qui s'est tenue le 25 juin 1968 à Paris et au cours de laquelle les perspectives du développement atomique dans les deux pays ont été passées en revue.



**McAvity vous réserve les meilleurs sièges!**

Avec leur garniture de précision, en caoutchouc souple moulé, et leur nouveau portage "Uni-Wedge", les vannes-papillons à siège caoutchouc AWWA McAvity ne le cèdent à *aucun* type de vanne! Vous êtes assuré d'une obturation parfaite et d'une absolue étanchéité à l'air. Faible coût initial, longue vie, économie d'entretien font partie des avantages que vous apportent les vannes-papillons à sièges caoutchouc McAvity. Minces et légères, ces vannes d'une conception d'avant-garde tiennent peu de place, sont auto-portantes et laissent une liberté

de manoeuvre maximum dans les endroits normalement encombrés. Elles vous offrent un choix complet de commandes et d'accessoires. Les vannes-papillons à siège caoutchouc McAvity se font pour conduites de 12" à 36" pour classes de couple A et B, et pressions maximum d'étanchéité 25, 75 et 150 lb/po. ca. Pour tous détails sur les vannes-papillons McAvity, et autres, écrire à Crane Canada Limitée, Division McAvity, C.P. 700, Saint John, N.B.

**CRANE**

---

### **Une usine de papier à cannelure de \$24 millions s'installe au Saguenay**

---

Le ministre québécois des Terres et Forêts, l'Honorable Claude Gosselin, a signé une entente avec la société populaire des pâtes et papiers du Québec qui investira quelque \$24 millions dans l'implantation d'une usine de papier à cannelure, près de Sacré-Coeur, dans le comté de Saguenay.

L'entente intervenue a trait à l'approvisionnement de l'usine en matière ligneuse, usine qui aura une capacité annuelle de 100,000 tonnes. Une partie importante des approvisionnements proviendra des bois coupés par les colons et les cultivateurs. Le gouvernement accordera à la société populaire des permis de coupe de bois sur pied dans la forêt domaniale du Saguenay, pour un volume annuel estimé à 60,000 unités de cent pieds cubes.

---

### **Carbide retarde la construction d'une usine d'éthylène**

---

La construction projetée dans l'Est du Canada d'une usine d'éthylène à l'échelle mondiale d'une production annuelle de 500 millions de livres, et pour laquelle Union Carbide a fait soumissionner au début de cette année, est remise en attendant que se dissipe le climat incertain qui entoure en ce moment l'industrie chimique du pays.

Le président de la compagnie, J.S. Dewar, prit soin de souligner dans la déclaration qu'il fit le 12 septembre 1968, qu'on ne faisait, en prenant cette décision, que surseoir à l'exécution d'un projet qui se chiffre à des millions de dollars, et qu'il n'était pas question de l'écarter puisqu'il sera définitivement repris vers le milieu de 1969. Dans l'entretemps, la compagnie a passé des contrats d'achat pour ses besoins qui dépassent la capacité de production de sa propre usine d'éthylène.

Bien que ce choix ne soit pas encore définitif, Union Carbide a fait ses calculs en prenant le complexe pétrochimique que possède actuellement la compagnie à Montréal-Est pour lieu des nouvelles installations. Ces dernières, axées sur la production d'éthylène à partir des approvisionnements liquides, démoderaient celles en usage aujourd'hui.

Selon M. Dewar, on ne peut sensément décider d'investissements qui touchent aux millions de dollars, comme celui qu'envisage Union Carbide, sans que ne disparaissent d'abord les circons-

tances défavorables que l'industrie chimique est en train de traverser. "Le crédit des impôts sur investissements, récemment entériné par les pouvoirs législatifs du Gouvernement du Québec, sont un exemple d'initiative de progrès qu'on est en droit d'espérer aussi de nos hautes sphères gouvernementales," a poursuivi M. Dewar.

---

### **La Cie Mussens Ltée signe un contrat avec la Corporation Astro-Space**

---

M. C.J. Jackson, Président, annonce la signature d'un contrat entre la Corporation Astro-Space de Huntsville, Alabama et un groupe d'officiers et actionnaires principaux de la Compagnie Mussens Ltée. Astro-Space est une compagnie de contrôle (holding company) récemment formée.

Sous les termes de cet accord, les actionnaires principaux de Mussens se sont engagés à placer leurs actions de la Compagnie Mussens Ltée (s'élevant à environ 300,000 actions) en garantie collatérale (in escrow) avec la Compagnie Royal Trust. De son côté, Astro a fait un dépôt en numéraire avec la Compagnie Royal Trust.

Astro s'est engagé à faire une offre à tous les actionnaires de Mussens d'ici 180 jours, afin d'acheter au comptant un total de 350,000 actions à un prix de \$12.00 l'action. Si plus de 350,000 actions sont déferées, la Corporation Astro-Space achètera une proportion égale des actions de tous les actionnaires qui déposeront ces dites actions sous les termes de l'offre donnée.

M. Jackson représentant Mussens et M. K.J. Fowler, Président de la Corporation Astro-Space ont tous les deux mentionné qu'aucun changement n'est prévu dans l'administration, les buts ou l'opération de la Compagnie Mussens. Il y a présentement 509,595 actions dûment émises de la Compagnie Mussens Ltée. L'acquisition par Astro, sous les termes de leur offre, implique donc à peu près 70% des actions capital émises par Mussens.

---

### **Flygt nomme un nouveau distributeur à Rimouski**

---

Flygt Canada Limited annonce la nomination de Dickner Inc. à Rimouski, Québec, comme distributeur des produits Flygt pour la région située sur la rive sud du St-Laurent à l'est de Montmagny. La compagnie Flygt manufacture les pompes électriques submersibles pour

eaux d'égout, mines et contracteurs, la machinerie avec accessoires pour usines d'épuration des eaux d'égout de même que le piqueur/perforateur à essence Pionjar.

---

### **Atlas Copco aménage de nouveaux locaux à Sudbury**

---

La construction d'un nouveau bâtiment commandé par Atlas Copco Canada Ltd. à Sudbury sera bientôt achevée; le bâtiment abritera des services d'assistance, des entrepôts et des bureaux de la compagnie. Le président d'Atlas Copco, M. Russell G. Chambers, a annoncé que les locaux seraient prêts en septembre, et que le directeur de la nouvelle succursale de Sudbury serait M. Larry O'Shaughnessy.

Atlas Copco fabrique, vend et entretient une gamme très vaste d'équipements à air comprimé pour l'industrie minière, le secteur de la construction et les entreprises de fabrication. Les nouvelles installations de Sudbury desserviront tout le territoire de l'Ontario septentrional, et la clientèle pourra y trouver des services complets d'entretien et de pièces ainsi qu'un stock de toute une variété d'appareils. La compagnie possède déjà diverses autres filiales partout au Canada.

---

### **Landis & Cyr déménagement à Dorval**

---

Landis & Cyr Inc. occuperont des locaux plus spacieux, dès le 1er octobre, au 2063 rue Chartier, Dorval, Qué.

La compagnie canadienne représente les appareils de mesures électriques et nucléaires de Landis & Cyr, les compteurs d'impulsions Sodeco, les interrupteurs et les minuteriers SAIA, les standards électriques Tettex pour laboratoires, les horloges électriques et les systèmes de minuterie Turmuhrenfabrik.

Le nouvel aménagement permet de doubler la présente superficie, conformément aux projets de la compagnie d'augmenter proportionnellement les travaux de conception et de perfectionnement effectués au Canada.

---

### **Magnetics International signe un contrat exclusif pour la vente de poudres d'oxyde de fer et de ferrite**

---

La société Magnetics International Ltd. a signé un contrat avec la General Magnetic Corp. de Détroit, Michigan, lui accordant les droits de ventes exclu-



## Recherchez et achetez les produits canadiens

La croissance économique du Canada dépend de l'essor des entreprises et de l'industrie canadiennes. Lorsque vous achetez des produits canadiens fabriqués à partir de matériaux canadiens, vous créez de l'emploi pour les Canadiens tout en contribuant à l'expansion et à l'évolution de votre pays. □ Les aciéries Algoma fournissent à l'industrie canadienne une gamme étendue de produits en acier laminé et s'emploient à satisfaire au mieux les besoins d'acier du Canada. □ A votre prochaine commande, réfléchissez et choisissez votre fournisseur judicieusement. Exigez alors les produits canadiens.



THE **ALGOMA STEEL** CORPORATION, LIMITED

SAULT STE MARIE, ONTARIO • BUREAUX DE VENTE REGIONAUX: SAINT JOHN, MONTRÉAL, TORONTO, HAMILTON, WINDSOR, WINNIPEG, VANCOUVER

sifs des poudres d'oxyde de fer et de ferrite de la Magnetic, pour l'Amérique du Nord et du Sud, le Mexique et l'Australie. La nouvelle a été annoncée le 3 septembre par M. R. P. Mills, président de la Magnetic International.

La General Magnetic, qui est une filiale de la Muter Cie. de Chicago, s'occupe activement de la mise au point de matériaux et de procédés de fabrication d'aimants permanents utilisés dans les industries électriques et électroniques. Elle est un des plus grands fabricants d'aimants aux Etats-Unis.

Grâce à leurs faibles dimensions et poids que l'on exige pour les moteurs électriques, les aimants céramiques ont permis de hâter la mise au point d'une grande variété d'appareils sans cordon de branchement, tels que les rasoirs, brosses à dents, couteaux à découper et aspirateurs. Dans le domaine de l'électronique, les aimants permanents sont utilisés dans les ordinateurs, les haut-parleurs, les dispositifs de repérage, les accélérateurs de particules atomiques, etc.

La General Magnetic, important fournisseur d'aimants de ferrite dure, concentrera ses activités sur le marché des aimants céramiques.

### Northern Electric en Grèce

Le premier central téléphonique crossbar d'origine canadienne à être installé en Europe a été mis en service à Athènes, en Grèce. Fabriqué par la Société Northern Electric, le matériel a été installé par l'Organisme hellénique des Télécommunications (OTE). Ce central desservira le quartier de Psychicon. Il est le premier des six centraux téléphoniques que Northern Electric doit fournir à l'OTE dans le cadre du programme d'expansion et de modernisation entrepris par cet organisme dans la ville d'Athènes et les environs.

Northern Electric, qui est le plus important fabricant de matériel de télécommunications au Canada, a déjà obtenu plusieurs contrats pour la fourniture du matériel téléphonique aux Caraïbes, en Afrique, en Turquie et aux Philippines.

Le nouveau central téléphonique de Psychicon comptera d'abord 8 600 lignes téléphoniques mais ce nombre sera porté à 10 000 dès l'automne 1969. De conception ultra moderne, il possède les caractéristiques qui permettront à l'OTE d'offrir à ses abonnés le poste téléphonique à clavier.

Ce système de commutation automatique type N5-3 est une variante d'un système crossbar actuellement en service dans de nombreux centraux au Canada et aux Etats-Unis. Il est doté de caractéristiques

spéciales qui répondent aux normes techniques du marché international.

### Nouveaux locaux de Télémécanique Canada Ltd

Afin d'améliorer le service à la clientèle, M. William Halkett, directeur de l'agence Télémécanique Canada Ltée de Toronto est heureux d'annoncer le transfert de son agence dans de nouveaux locaux situés à : 50 Galaxy Boulevard, Rexdale, Ontario.

Les nouveaux locaux de Télémécanique Canada Ltée, installés dans un ensemble de bâtiments industriels neufs, comprenant un bureau de ventes et une Station-Service avec magasin de 3.000 p.c. dans lequel un stock complet de matériel de contrôle standard Télémécanique est à la disposition de la clientèle ontarienne.

### Application des techniques aérospatiales aux programmes civils

La TRW Inc., qui a son siège social en Californie pour ses opérations aérospatiales, a annoncé le 9 septembre la création d'une nouvelle société canadienne qui s'occupera essentiellement d'élaborer des systèmes pour l'application des techniques aérospatiales aux entreprises urbaines, médicales ou de transports.

M. Richard D. DeLauer, vice-président directeur général de la TRW Systems Group a annoncé la création de la Canadian Systems/TRW Ltd et la nomination de M. Glenn G. Young à la présidence de cette nouvelle société.

La société a inauguré son siège au 18e étage du Toronto Dominion Centre à Toronto, Canada.

La TRW possède au Canada depuis plus de 35 ans des usines ou des bureaux de vente où elle emploie environ 2100 Canadiens. Elle fabrique des pièces d'automobiles à son usine de Saint-Catharines (Thompson Products Ltd) des organes électroniques à Collingwood et East-Toronto (Ont.) des brides et groupes électromécaniques aux usines de l'United-Carr Canada Ltd à Acton, Colborne et Stratford et Saint-Rémi (Qué.).

Son activité actuelle s'étend aux satellites de communication, aux transports terrestres rapides, aux travaux d'urbanisme et à l'économie en général, aux systèmes médicaux, aux systèmes de commandement et de liaisons de la police, à la sécurité routière, à l'évacuation et au traitement des déchets et à la lutte contre la pollution atmosphérique.

La société vient précisément de mener à bien une analyse des systèmes pour le compte de la province de l'Alberta au Centre de recherches sanitaires provincial d'Edmonton, qui a été érigé au coût de cent millions. Il a été possible, grâce à ce système, de faire réaliser à cette province des économies de plusieurs millions de dollars.

Le groupe aérospatial utilise l'élaboration des systèmes dans toutes ses entreprises. C'est une forme d'ingénierie analytique appliquée aux programmes d'une grande complexité et mettant en cause un grand nombre de disciplines techniques diverses. Il s'agit essentiellement de définir les objectifs du programme, d'examiner les solutions de rechange possible, de déterminer les solutions optimales et d'intégrer ultérieurement les divers aspects du programme de façon à atteindre les objectifs fixés dans les meilleures conditions de rentabilité. ■

### Coquetel annuel de l'A.D.P. "Soirée hippique à Blue Bonnets"

L'Association des Diplômés de Polytechnique a décidé cette année de tenir son coquetel annuel à la piste Blue Bonnets de Montréal. Cette soirée hippique sera sous la présidence de Monsieur et Madame Claude Rouleau, président de l'A.D.P.



J.-P. Dionne, ing.  
Président du Comité

- Endroit :** Club House — Blue Bonnets  
**Date :** Vendredi, 8 novembre 1968  
**Heure :** 18:00 hres — coquetel gracieuseté d'un groupe d'ingénieurs-conseils  
19:15 hres — dîner à la salle Le Centaure  
**Prix :** \$6.00 par personne (vous êtes invités accompagnés)  
Le nombre est limité

**NE TARDEZ PAS À VOUS  
INSCRIRE ET ÉVITEZ  
D'ÊTRE DEÇU**



# Nous avons réponse à tous vos problèmes d'installation de lignes souterraines de distribution.

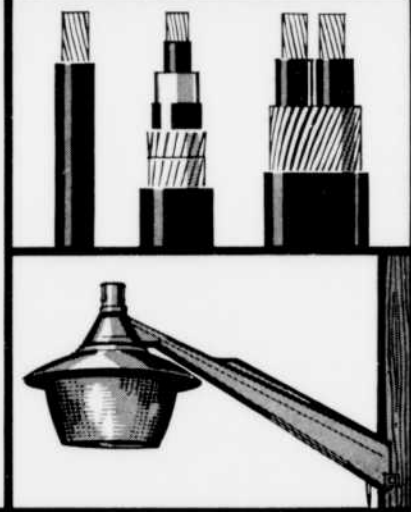
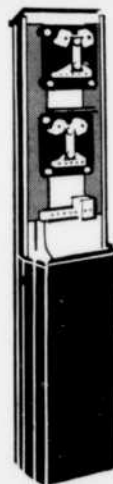
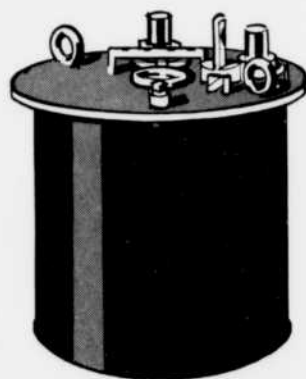
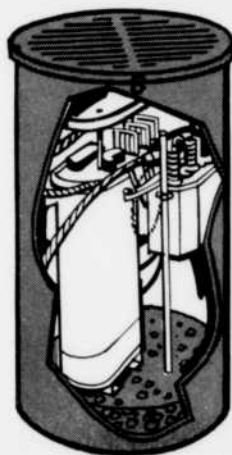
Grâce à sa longue expérience dans l'étude et la fabrication des câbles, la Northern Electric offre aux utilisateurs beaucoup plus qu'un choix incomparable de produits. Elle met à leur disposition un service COMPLET qui englobe aussi bien l'étude et la recherche que la fabrication et la vente de matériels d'une

technique achevée pour la réalisation de réseaux souterrains de distribution de l'énergie à l'industrie et aux habitations.



COMPAGNIE  
*Northern Electric*  
LIMITÉE

5068-3F





## Spectacle sans interruption grâce aux Groupes électrogènes de secours Cat

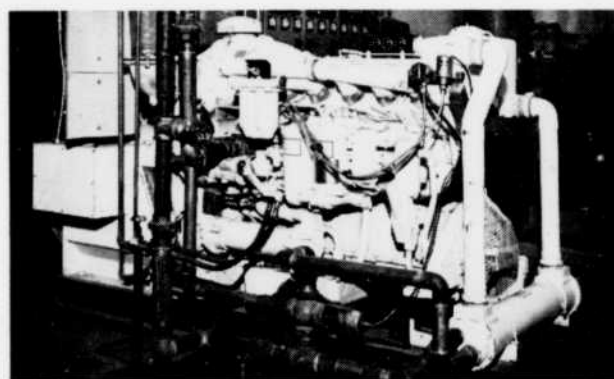
A la Place des Arts, à Montréal, une panne de secteur ne pose aucun problème; aucune panique n'est à craindre. Quelques secondes après la coupure du courant, un ensemble de Groupes électrogènes D343 Caterpillar fournit toute l'énergie nécessaire pour l'éclairage et pour le bon fonctionnement du chauffage, des pompes d'alimentation et d'évacuation des eaux, des installations de protection contre l'incendie et de tous les services essentiels.

Les deux garages souterrains sont également protégés par les Groupes D343 Cat. En cas de défaillance du secteur, l'éclairage et la ventilation sont toujours assurés.

Chaque Groupe D343 a une puissance de 250 kW; les trois unités sont synchronisées et, lorsque la Place des Arts se vide, un ou deux groupes peuvent être stoppés sans que le fonctionnement des installations de sécurité en souffre.

Le faible encombrement de ces Groupes électrogènes Cat, à turbo-compresseur et réfrigérant d'admission, fut l'une des raisons de leur choix; voici leurs dimensions: longueur—95 pouces; largeur—39 pouces; hauteur—48 pouces. Autre considération importante lors de l'achat: la rapidité et la compétence des services techniques assurés par l'Après-Vente du concessionnaire.

\* Cat, Caterpillar et Towmotor sont des marques déposées.



Votre concessionnaire Caterpillar\* au Québec



### MONTREAL

Route • TRANS-CANADA • Highway  
Pointe Claire, P.Q.  
TEL. (514)-697-6911

### SEPT-ÎLES, QUÉ.

400 AVE LAURE  
TEL. (418)-942-3848

### QUÉBEC

1125 CH. DE LA CANARDIERE  
Québec, P.Q.  
TEL. (418)-529-1381

### VAL D'OR, QUÉ.

400 Boul. Lamaque  
TEL. (819)-824-2783

# La précontrainte appliquée à la réparation d'un pont existant

par J. R. M. MARCIL, ing. et E. VERNIGORA, ing.



Monsieur J. R. M. Marcil reçut son diplôme d'ingénieur civil de l'Université de Sherbrooke en 1962, et un Certificat des Hautes Etudes de la Construction de Paris en 1963. Il fut professeur de béton armé et précontraint à l'Université de Sherbrooke de 1963 à 1965. Après avoir été au service du bureau d'études Lemieux, Carignan, Royer & Associés, ingénieurs-conseils de Sherbrooke, en 1965 et 1966, il entre au service de la Voie Maritime du Saint-Laurent en tant qu'ingénieur coordinateur.



Monsieur E. Vernigora reçut son diplôme d'ingénieur civil du Robert College Engineering School, à Istanbul, Turquie, en 1956. De 1957 à 1959, il est d'abord au service de la Voie Maritime du Saint-Laurent, qu'il quitte pour entrer au service de Montreal Engineering Company Limited. Durant 8½ mois, il sera prêté à la Quebec Cartier Mining, à Port Cartier. On le retrouve à nouveau au service de la Voie Maritime du Saint-Laurent en 1965 en tant qu'ingénieur coordinateur.

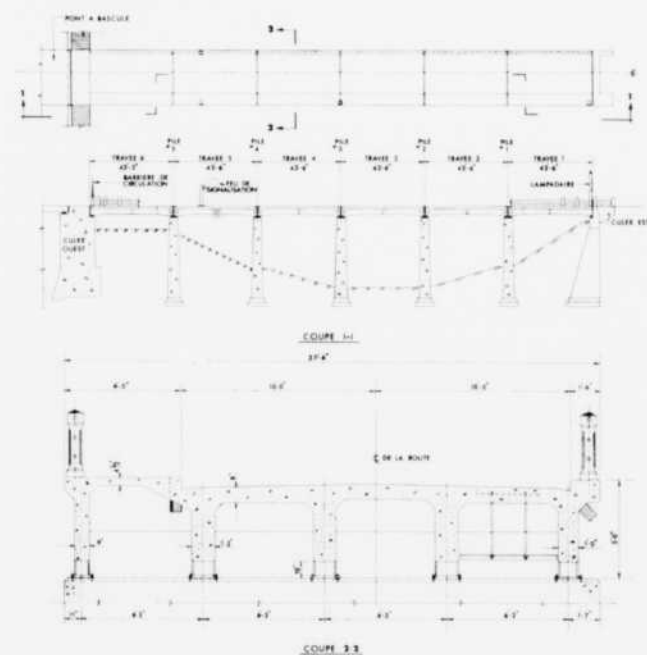


FIGURE 1

Plan, élévation et coupe transversale du pont existant

## Le problème

Une des tâches de la Voie Maritime du Saint-Laurent concerne la réparation et le maintien en état de service de de tous les canaux de cette artère fluviale. Outre le tronçon depuis Montréal jusqu'au lac Ontario, la Voie Maritime a juridiction sur le canal Welland et sur celui de Sault Ste-Marie.

Le canal Welland actuel, construit entre 1913 et 1933, est enjambé par 20 ponts. Les ponts enjambant le canal même sont en acier, tandis que ceux des étangs de contrôle sont en béton armé. La structure à laquelle nous porterons un intérêt particulier, soit le pont No. 3 (fig. 2), est située sur l'étang de contrôle en amont de l'écluse No. 2.

Construit en 1920, puis réparé en 1932 et en 1965, ce pont à deux voies comprenait cinq travées indépendantes de 43 pieds et 6 pouces chacune, et une autre travée de 43 pieds et 3 pouces soit, une longueur totale de 260 pieds et 9 pouces (fig. 1).

Depuis plusieurs années, on utilise du sel pour faire fondre la glace au cours des mois d'hiver. De plus, la partie inférieure des poutres est soumise à de fréquents mouillages et séchages qui, au printemps et à l'automne, causent les gels et dégels. Il en a résulté une détérioration assez marquée du béton à certains endroits et, lors d'une inspection de la structure nous avons noté:

1. une détérioration localisée du béton de la dalle et du trottoir
2. une détérioration du béton au sommet des piles
3. une détérioration du béton au bout des poutres ainsi que des fissures dans ces dernières
4. la fissuration du béton de recouvrement des aciers longitudinaux des poutres et, par conséquent, l'adhérence faible ou inexistante entre ces aciers lisses et le béton environnant

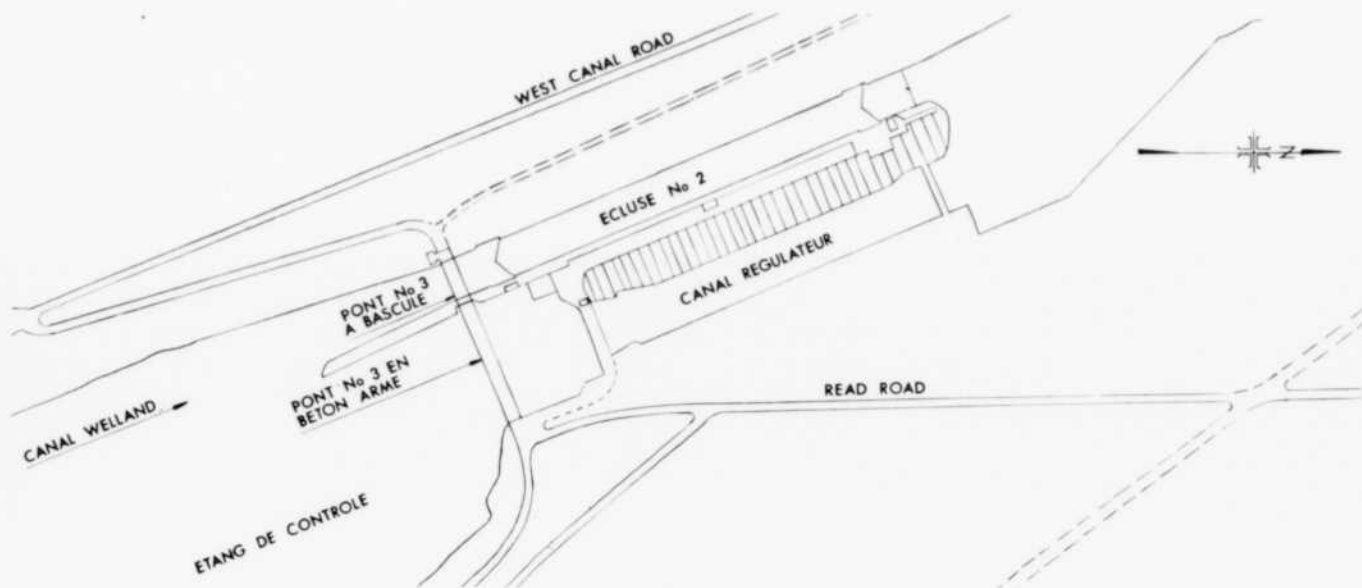


FIGURE 2

Localisation du pont No 3 sur le canal Welland

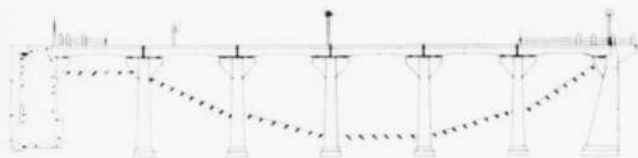


FIGURE 3

Solution "A": construction de consoles de chaque côté des piles au-dessus de chacune des poutres



FIGURE 4

Solution "B": construction de béquilles à 45° sous chacune des poutres

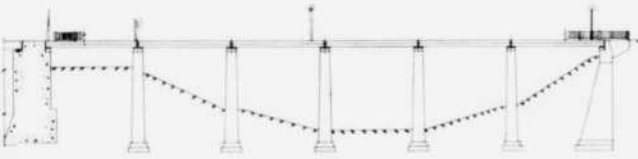


FIGURE 5

Solution "C": nouvelle superstructure à l'aide de poutres préfabriquées précontraintes

5. une résistance à la rupture des carottes de béton variant entre 3000 lbs/po<sup>2</sup> et 5600 lbs/po<sup>2</sup>.

#### Les solutions étudiées

Afin de ne pas restreindre la circulation routière, tout pont doit pouvoir supporter un camion du type H20-S16. Toutefois, une étude de la superstructure existante, soumise à un tel chargement, démontrait que les poutres étaient surchargées et qu'il fallait les renforcer.

Les solutions suivantes étaient donc envisagées:

#### Solution "A"

La façon classique d'augmenter la capacité d'une poutre existante est d'en diminuer la portée. La première solution proposée serait donc de construire des consoles de chaque côté des piles, au-dessus de chacune des poutres (fig. 3).

#### Solution "B"

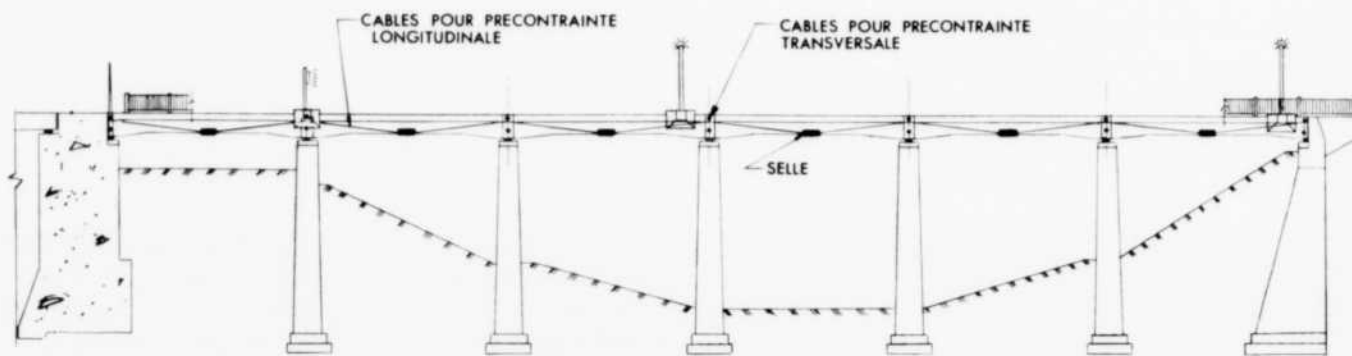
Cette deuxième solution reprend l'idée de la solution "A"; mais, cette fois, en utilisant des béquilles à 45°. Ceci nous donnerait une poutre reposant sur quatre appuis au lieu de deux (fig. 4).

#### Solution "C"

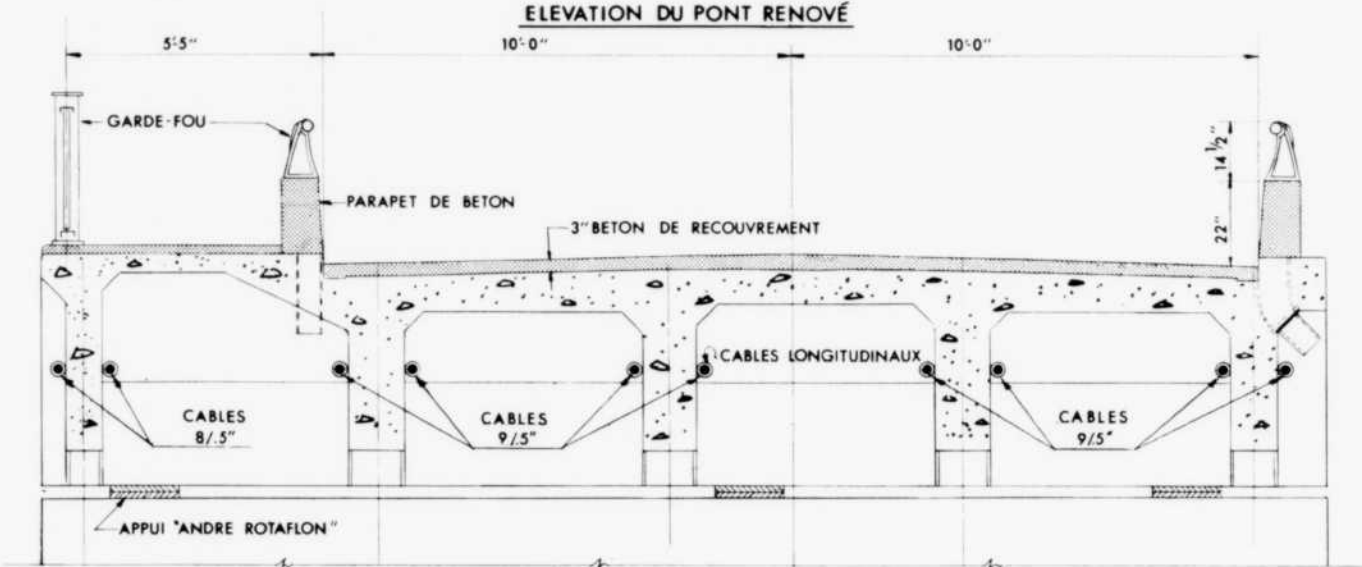
La troisième solution, et la plus simple de toutes, serait de remplacer la superstructure existante par des poutres précontraintes préfabriquées (fig. 5).

#### Solution "D"

Cette quatrième solution nous mena à la solution adoptée, soit: convertir le pont à six travées indépendantes en un pont à six travées continues, à l'aide de la précontrainte transversale et longitudinale (fig. 6).



ELEVATION DU PONT RENOVÉ



COUPE TRANSVERSALE DU PONT RENOVÉ

FIGURE 6

Solution "D": la solution adoptée consiste à transformer le pont à travée simple en pont continu à l'aide de la précontrainte longitudinale et transversale

Liste partielle des travaux que chacune des solutions étudiées a nécessité

TABLEAU I

Travaux à exécuter	SOLUTION			
	A	B	C	D
démolition et reconstruction du sommet des piles et des culées.....	oui	oui	oui	oui
levage de la superstructure afin de réparer les piles et les goussets de certaines poutres .....	oui	oui	non	oui
installation de nouveaux appuis.....	oui	oui	oui	oui
remplacement des joints de dilatation existants.....	oui	oui	non	non
réparation de la dalle et du trottoir existants.....	oui	oui	non	oui
démolition et reconstruction de la superstructure.....	non	non	oui	non
reconstruction de nouveaux joints de dilatation.....	non	non	oui	oui
utilisation de la précontrainte .....	non	non	oui	oui
installation de nouveaux garde-fous et parapets.....	non	non	oui	oui

### Description de la solution adoptée

Après une étude comparative des coûts des diverses solutions, la solution "D" s'avéra la plus économique.

Il faut mentionner ici, que puisque la partie inférieure des poutres est soumise à de fréquents mouillages et séchages durant la saison de navigation, les travaux devaient être exécutés durant la saison froide qui s'étend du 15 décembre au 1er avril. Afin de faciliter la construction, il nous a donc fallu diviser les travaux en six stades très précis.

#### Stade I

La première étape de tout travail de rénovation consiste à démolir. Ainsi donc, ce stade comprenait la démolition du tablier et du trottoir existant à chacun des joints de dilatation. Cette ouverture, d'une largeur d'environ 22 pouces, permettait un accès facile au sommet des piles. Ce travail terminé, l'entrepreneur entreprit la démolition du sommet des piles entre les poutres. Cette démolition se limitait à quelques pieds de largeur et avait pour but de créer des appuis solides qui serviraient à appuyer les vérins lors du levage du pont, au stade II (fig. 7). Dans cette première phase des travaux, nous trouvons également la démolition de la partie supérieure des culées et le forage de trous de sept pouces de diamètre dans les entretoises d'about. Ces trous serviraient à passer les gaines contenant les câbles de précontrainte.

#### Stade II

L'aspect le plus intéressant de cette deuxième phase est sans aucun doute, le levage de chacune des travées au moyen de vérins plats du type Freyssinet (fig. 7). Cette opération très délicate devenait indispensable pour trois raisons: premièrement, il fallait refaire le sommet de la pile au-dessous des poutres; deuxièmement, il fallait enlever les appuis existants et en installer de

nouveaux; et troisièmement, les goussets de certaines poutres devaient être réparés.

L'opération levage fut sans contredit celle qui suscita le plus de discussions. Normalement le poids de la dalle est transmis aux poutres et celles-ci à leur tour le retransmettent aux piles. Après le levage, la distribution est la suivante: le poids de la dalle est transmis aux poutres, celles-ci le transmettent à l'entretoise d'about qui le retransmet à la colonne de levage et, de là, à la pile (fig. 7). Le point de la discussion était de savoir si les entretoises pouvaient supporter une telle charge et, sinon, de quelle façon les renforcer. Une inspection minutieuse de la structure nous révéla que plusieurs fissures traversaient certaines entretoises. Après maintes analyses et discussions, trois façons de lever les travées furent adoptées. La première et sans contredit la plus utilisée, fut tout simplement l'installation sur une colonne de 8 pouces de diamètre d'un vérin plat du type Freyssinet (fig. 7A). La deuxième était similaire à la première sauf qu'une poutre de distribution fut placée entre le vérin et le dessous de l'entretoise (fig. 7B). La troisième façon était semblable à la deuxième, mais deux poutres de distribution, ou plus, étaient unies au moyen de boulons (fig. 7C).

Les solutions adoptées se révélèrent des plus heureuses et cette phase des travaux se déroula sans incident.

Les travées furent levées de 1/16 à 1/8 de pouce et leurs positions maintenues au moyen de quatre boulons ajustables réparties autour du vérin (fig. 7A, B et C).

Cette opération terminée, on entreprit la démolition et le bétonnage du sommet des piles sous les poutres ainsi que la démolition des goussets endommagés et des supports existants. Il serait bon de noter qu'à ce stade des travaux les travées reposaient sur huit colonnes de levage de 8 pouces de diamètre et de 2 pieds et 3 pouces de hauteur (max.) (fig. 7).

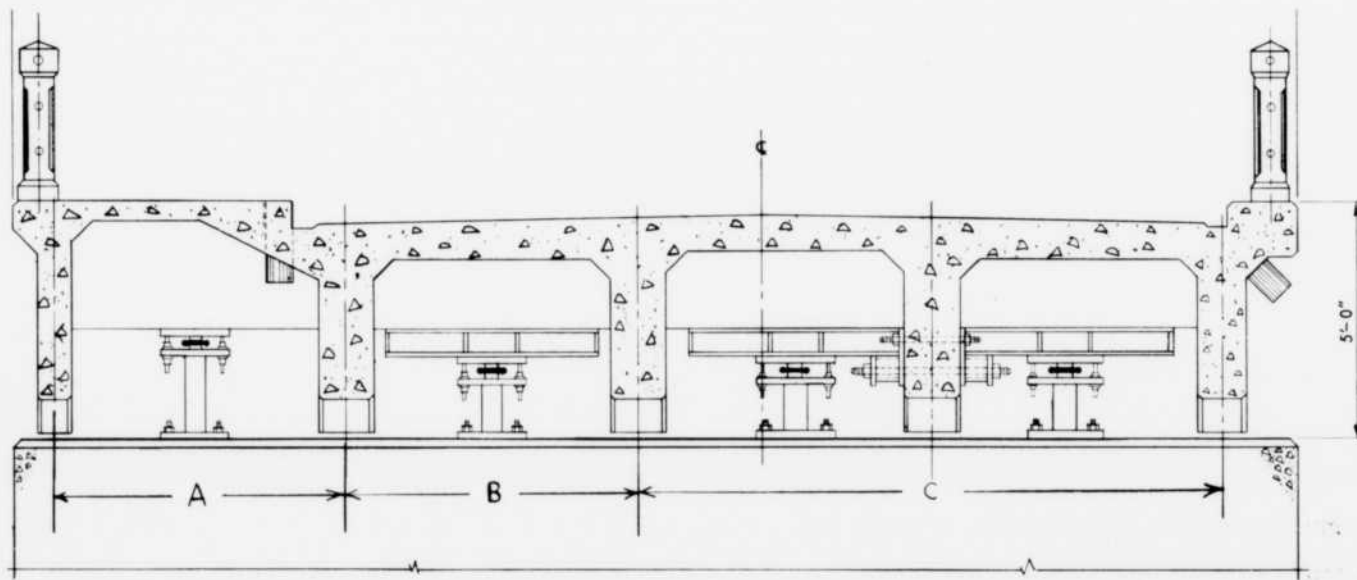
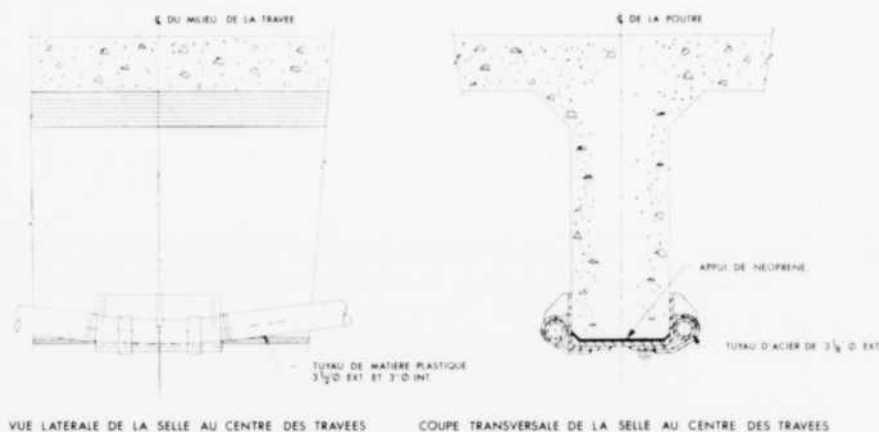


FIGURE 7

Coupe transversale montrant les divers arrangements utilisés pour lever le pont au moyen de vérins plats Freyssinet



**FIGURE 8**  
*Selles utilisées au milieu de chacune des poutres pour retenir les câbles de précontrainte à la partie inférieure*

### Stade III

Ce stade fut certes le plus varié et celui de plus longue durée puisqu'il comprenait toutes les opérations nécessaires à la mise en tension des câbles de précontrainte.

Il faut se souvenir que le pont en question traverse l'étang de contrôle de l'écluse No. 2 et qu'un pont métallique traverse le canal lui-même (fig. 2). Puisqu'une couche de béton de 3 pouces était prévue sur le premier pont, il fallut baisser de 3 pouces la partie ouest de la travée six, afin d'arriver au même niveau que celui de la culée et du pont à bascule. Bien entendu, les vérins plats furent remplacés par des vérins hydrauliques pour cette opération.

Une des étapes du stade III fut l'installation des gaines et des câbles de précontrainte ainsi que des accessoires requis. Les câbles longitudinaux étant à l'extérieur des poutres existantes, une gaine de matière plastique ayant 3 pouces de diamètre intérieur fut utilisée pour loger huit ou neuf câbles de 1/2 pouce de diamètre chacun. Au milieu de chacune des travées, des selles furent construites en fonction de la composante verticale de la force dans les câbles de précontrainte (fig. 8). Il fallut épaissir l'entretoise aussi bien à la culée ouest qu'à la culée est afin d'y placer les ancrages d'about (fig. 6).

Pour transformer ce pont à travées simples en pont continu, les nouvelles entretoises au-dessus des piles devaient être aussi homogènes que possible avec la structure existante. La précontrainte transversale fut donc utilisée pour augmenter la force de friction entre le bout des poutres existantes et le nouveau béton.

Après plus de quarante-cinq ans de service les appuis existants étaient soudés aux piles par la rouille. Avant la réparation du pont en comptait dix appuis par pile, tandis que maintenant on en compte que trois. Ces derniers sont du type ANDRÉ ROTOFLOON et permettent un déplacement longitudinal de 2 1/2 pouces ainsi qu'une rotation verticale de 1/50 de radian. Ils

possèdent un coefficient de friction statique de 0.017 et un coefficient dynamique de 0.0096.

Après avoir installé l'appui fixe à la culée ouest, l'entrepreneur bétonna toutes les nouvelles entretoises et transféra le poids du pont sur les appuis ANDRÉ ROTOFLOON.

La démolition et la reconstruction d'une partie de la travée quatre, quoique non prévues dans nos plans, furent nécessaires. L'entrepreneur ne découvrit la défektivité (une détérioration du béton de la dalle) qu'après avoir enlevé l'asphalte recouvrant la dalle et le trottoir.

### Stade IV

Une fois les câbles de précontrainte installés dans les gaines, l'entrepreneur Conenco Ltd. de Toronto, fit la mise en tension. Lorsque la mise en tension des câbles transversaux fut terminée, on procéda de même avec les câbles longitudinaux.

Dans le cas de ces derniers, il fallut utiliser un vérin à chacun des bouts du pont afin de mieux répartir les pertes de friction des câbles contre la gaine et les selles. Afin d'éviter toute distorsion on tira en même temps les deux câbles de chacune des poutres. L'allongement des câbles longitudinaux fut d'environ 7-1/2 pouces à chacun des vérins.

Une seconde mise en tension des câbles longitudinaux était prévue pour le cas où le fluage du béton existant eut été excessif. Le béton du pont étant de très bonne qualité, cette deuxième mise en tension ne fut pas nécessaire. La mise en tension des câbles de précontrainte dura deux jours et l'avant-dernier stade commença aussitôt après l'injection des gaines.

### Stade V

Il ne restait au programme que l'ancrage des armatures pour le garde-corps et les parapets, en plus de la préparation de la dalle pour recevoir la nouvelle couche de béton. Avant cette dernière opération, l'entrepre-

neur devait enlever les plaques d'asphalte existantes et nettoyer le tout au jet de sable (sandblasting).

Ce stade avait été prévu pour le cas où une deuxième mise en tension s'était avérée nécessaire, mais dans le cas présent, les stades V et VI furent fusionnés.

### Stade VI

Les travaux principaux terminés, le stade VI groupait toutes les petites opérations qui font d'une construction un succès ou simplement un travail bâclé.

Parmi ces opérations se trouvait le bétonnage des parapets, de la dalle et du trottoir. À la culée ouest, il s'agissait de construire une chambre pour les raccordements électriques et de réparer la culée partiellement démolie pour faciliter la mise en tension des câbles. La partie supérieure de la culée est fut entièrement reconstruite et on y installa un joint de dilatation du type ACME B-614.

Le nouveau béton de la dalle fut rayé avec un balai et peinturé avec du "Colma Membrane Compound" afin d'accroître le coefficient de friction pneu/béton et d'améliorer la résistance du béton à l'attaque des sels.

Les travaux électriques se limitèrent à l'installation de trois nouveaux lampadaires et au remplacement des feux et des barrières de circulation.

### Problèmes rencontrés au cours de la construction

Lorsqu'il s'agit de travaux de réfection, il faut s'attendre à faire face à des problèmes particuliers de construction. Dans le cas présent, le premier imprévu fut de constater que plusieurs des dimensions de la structure ne correspondaient guère à celles indiquées sur les plans. Le deuxième imprévu s'est présenté lorsque le dessous du pont fut mis à découvert, permettant une inspection détaillée. Nous réalisons alors l'importance de certaines fissures dans les entretoises et de ceci découlèrent les trois procédés utilisés pour lever les travées. La troisième surprise fut de constater, au stade III, que le béton de la travée quatre était fort endommagé par les sels et qu'il fallait refaire une partie de la dalle avant d'entreprendre le stade IV. Ces trois difficultés furent surmontées grâce à l'excellent travail d'équipe des ingénieurs et des entrepreneurs.

### Coût des travaux

Ce genre de construction est-il économique? Voilà une question qui hantait plusieurs d'entre nous. Le hasard a voulu que nous ayons à réaliser deux constructions similaires dans la même année. L'autre pont était du même type que celui que nous venons de discuter, soit de six travées de 39 pieds, chacune des travées étant indépendante. Sa largeur totale était de 26 pieds

et 6 pouces. Dans ce cas, la solution la plus simple fut utilisée: on enleva les poutres existantes, on répara les piles et culées et on installa une dalle évidée en béton précontraint préfabriqué du type S-IV-48 (21 pouces de haut et 48 pouces de large). Ce pont, que l'on nomme le pont No. 1, se trouve en amont de l'écluse No. 1 sur le canal Welland, à quelque deux milles en aval de notre pont No. 3. La reconstruction débuta au cours de l'hiver 1967 et se termina au début du printemps. Le coût, par pied carré, s'éleva à \$21.50 pour la construction seulement, frais de génie exclus. Dans le cas du pont No. 3, la construction débuta le 12 janvier 1968 et se termina le 6 mai 1968, soit 14 jours avant la date prévue. Il faut noter ici que la mise en tension des câbles de précontrainte était terminée le 29 mars. Le coût de cette rénovation se chiffra à \$20.80 le pied carré. Ici encore, les frais de génie ne sont pas inclus.

### Conclusion

Les travaux de ce genre étant peu nombreux, il nous a fallu y consacrer passablement de temps avant d'arriver à la solution finale. Il n'existe à notre connaissance qu'un seul autre ouvrage similaire au monde: la rénovation d'un viaduc en béton armé à Zurich en Suisse. Ce viaduc, vieux de 60 ans et d'une longueur de 250 pieds, a été renforcé pour pouvoir accepter les chargements actuels. Au Canada, au moins un ouvrage semblable a été exécuté mais il s'agissait d'un viaduc neuf.

Nous serons très reconnaissant envers toute personne pouvant nous renseigner sur des travaux de ce genre. Ces renseignements nous seraient précieux lors de reconstructions futures.

Nous conseillons fortement à tous ceux qui entreprennent des travaux de réfection de structures d'en faire une inspection aussi complète que possible avant que les plans finaux soient tracés. Une telle inspection leur évitera maints soucis lors de l'exécution des travaux.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce projet et tout particulièrement les entreprises AIKEN-BARRON & ROEPKE LTD. de St. Catharines, Ontario; CONENCO LTD. de Toronto et GOODMAN SALES LTD. de Toronto. MM. Aiken, Barron et Roepke, de A.B.R. ainsi que M. W. Slater de CONENCO furent très intéressés au projet et ne négligèrent rien pour en assurer le succès.

Nous remercions également tous les ingénieurs de la Voie Maritime du Saint-Laurent qui ont participé au projet, ainsi que l'Administration de la Voie Maritime qui nous a autorisés à publier cet article, dans le but de faire profiter à nos confrères ingénieurs de l'expérience acquise au pont No. 3.

**Le monde brûlant  
et glacial de Fiberglas...  
et les isolants modernes  
pour tuyaux, canalisations  
et appareils**

On trouve des agents d'isolation Fiberglas, rigides ou flexibles, pour à peu près toutes les fins. Les propriétés de Fiberglas en font un produit pratique et économique. A l'épreuve de l'humidité, Fiberglas n'attaque pas le métal; inorganique, il n'entre pas en combustion. Fiberglas ne connaît ni la contraction ni la dilatation. Il est doté d'une grande stabilité dimensionnelle, se manipule et se pose facilement.

*\*Marque déposée*

**FIBERGLAS<sup>®</sup>**  
**CANADA** LTEE

1855 52 ÈME AVENUE, LACHINE, QUÉBEC



*Les isolants  
pour appareils*  
ont la flexibilité requise pour  
s'adapter aux surfaces et formes  
irrégulières des réservoirs  
et chaudières et former  
des jointures parfaites.

Une décision importante :

# La poursuite d'études post-universitaires

par BERNARD-ANDRÉ GENEST, ing.

Au Québec, la profession du génie est à la veille de subir de profondes modifications. Aux Etats-Unis, pays plus riche, donc disposant de techniques plus évoluées, ce mouvement se fait sentir depuis dix ans.

Il y a quelques années, c'était un phénomène isolé que de voir un finissant poursuivre ses études, après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur. Ceux qui, au cours des années 30, 40, 50 même, entreprenaient des études graduées, faisaient oeuvre de pionniers. Munis d'une préparation souvent inadéquate, ils devaient aussi travailler dans des conditions matérielles souvent très pénibles. Ils ont droit à notre admiration.

Dans le contexte actuel, acquérir une formation supérieure, c'est faire preuve de nationalisme bien compris. Il est difficile et coûteux de faire appel à des spécialistes étrangers à chaque fois qu'une question délicate se pose. Cela est même regrettable, si l'on considère le grand nombre de candidats aptes à devenir des spécialistes, et les ressources qui leur sont disponibles.

De plus, il faut bien s'en rendre compte, cette modification des caractéristiques de notre profession se produit en parallèle avec de profonds changements des cadres de notre société. L'ère de la technocratie, longtemps prévue par les romans de science-fiction, est en voie de devenir, paisiblement, notre mode de vie. Ce n'est pas que la technologie possède en elle-même de vertu magique particulière; bien au contraire. Mais le fait même de l'utilisation courante des techniques scientifiques et de leurs diverses applications crée des problèmes tels que l'emploi des mêmes techniques devient nécessaire pour les résoudre. La méthode scien-

tifique, issue de la recherche théorique et expérimentale, par la voie des sciences appliquées et de la technologie, est la méthode couramment employée pour résoudre des problèmes industriels, économiques, sociaux et même politiques. L'administrateur utilise la méthode scientifique; le planificateur et le politicien de demain s'en serviront constamment.

Face à ces considérations, la décision de poursuivre des études post-universitaires revêt une importance considérable. Très bientôt, seuls pourront accepter des postes de commandement, ceux qui posséderont une formation scientifique adaptée aux besoins de l'heure. Nos spécialistes de demain devront-ils tous acquérir leur formation à l'étranger? Il est grand temps de songer aux réformes à entreprendre et de s'y préparer.

## Critères pour le choix d'une université

Ce choix demeure évidemment très personnel et doit prendre en considération un grand nombre de facteurs, dont l'importance relative peut varier avec les individus et les circonstances. Cependant, comme le choix d'une université est relié de très près à la décision de poursuivre des études post-universitaires, il est utile de tenter de dégager certains principes d'application générale. Voici donc, présentés dans un ordre qui ne correspond pas nécessairement à leur importance, quelques critères à considérer :

*Le programme d'études :* correspond-il au but poursuivi? Quelle est la nature, l'intensité et l'orientation des cours, des programmes de recherche?

Qui sont les professeurs, quelle est leur réputation? D'autre part, les professeurs sont-ils accessibles ou lointains; une bonne mesure de ce facteur est le rapport du nombre de membres du personnel enseignant au nombre d'étudiants : très souvent, l'enseignement et la philosophie d'un grand maître sont plus efficacement transmises, s'il a su s'entourer d'un personnel auxiliaire nombreux, plutôt que de s'isoler; le contact est ainsi moins direct, mais beaucoup plus facile. Quels sont les règlements académiques, et leur répercussion sur la durée probable des cours que l'on entend entreprendre. Il est très important de noter que les facteurs



Après l'obtention de son diplôme d'ingénieur civil de Polytechnique en 1965, Bernard-André Genest s'inscrit au Massachusetts Institute of Technology, qui lui décerna en 1966 une maîtrise en génie civil, option : administration de la construction. Il est présentement, à la même institution, candidat au doctorat en transport, avec mineures en analyse systématique et administration industrielle. Son sujet de thèse portera sur la localisation et la configuration des terminus multi-modes en milieu urbain.

académiques, surtout dans les universités américaines, sont très variables d'un département à l'autre à l'intérieur d'une même université; par exemple, il peut être entendu, à toutes fins pratiques, que, à préparation égale, un doctorat prend quatre ans en physique et six ans en génie mécanique. Les départements ont souvent beaucoup d'autonomie, et ils en usent... au point d'en abuser presque, parfois.

En général la description d'un cours dans un catalogue ou prospectus n'est pas à prendre au pied de la lettre; il en est de même des indications des cours prérequis, qui découragent souvent les nouveaux étudiants: si un professeur se propose de donner un cours reposant sur certains prérequis mathématiques, et que, effectivement, les trois quarts des étudiants désireux de le prendre ne possèdent pas la base requise, le cours sera, tout probablement, modifié en conséquence. Voilà, entre autres raisons, pourquoi il est avantageux de discuter ces "détails" académiques importants avec un étudiant ou un gradué récent de l'institution considérée. A défaut d'en connaître, l'on peut toujours s'adresser à l'université même (au département en cause), et demander l'adresse d'un Canadien gradué récemment, avec qui l'on pourra ensuite communiquer.

Voici un autre point de vue important: le programme offert est-il contemporain ou plutôt avantgardiste? Bien sûr, le programme "à la page" est d'application immédiate, et il est souvent plus facile de trouver des commanditaires pour poursuivre un tel programme. L'on a même vu des groupes, intéressés à commanditer des étudiants (selon le principe de l'année payée entièrement en retour de quelques années de travail pour la firme), et qui tentaient de décourager un étudiant de suivre des cours moins immédiatement pratiques, et, en faisant miroiter l'appât du financement complet, de l'inciter à suivre des cours d'utilité immédiate... pour la firme en question. L'auteur de cet article a de bonnes raisons de décourager cette méthode de financement, mais l'on reviendra sur ce point. Il ne faut pas oublier que le programme d'études qui s'applique aujourd'hui même sera vite désuet. Et veut-on investir deux, trois, voire même cinq ou six ans de sa vie dans un programme d'études qui, une fois terminé, ne donnera pas au détenteur du diplôme une dizaine d'années d'avance sur ses confrères qui n'en se seront pas donné la même peine?

*La réputation* de l'université est un facteur beaucoup plus important qu'il ne paraît à première vue; et cela n'a rien à voir avec la fierté légitime d'appartenir à une institution "bien cotée". A moins d'engouement local (cas rare), la réputation d'une université est rarement surfaite; surtout, elle n'est jamais acquise sans un effort soutenu. Le plus souvent, cette réputation est basée sur la valeur des publications de recherche, et

sur la réussite des gradués de l'université dans leurs sphères respectives. Ce sont là deux excellentes mesures de la qualité de l'enseignement, de la formation et de l'intensité du travail de recherche. Même si les préférences d'employeurs éventuels pour les diplômés d'universités plus connues semblent peu fondées, subjectives, etc., ces préférences sont bien réelles et il n'est pas réaliste de les ignorer.

*La richesse* d'une université est un facteur difficile à évaluer, mais d'une importance non négligeable. Le nombre et la qualité des professeurs ne sont certes pas indépendants du chiffre des budgets de recherche; ce chiffre commande aussi l'équipement des laboratoires, le personnel de soutien, la richesse des bibliothèques, le confort des locaux de travail et de détente, etc., etc.

Bien sûr, ces trois critères seuls, ne suffisent pas à justifier une décision. Il faut consulter longuement, et de sources diverses. Les étudiants de ces institutions seront la meilleure source de renseignements sur la situation courante. D'anciens étudiants auront plus de recul, une meilleure perspective. Enfin, des gens d'expérience, sans aucune attache aux trois ou quatre institutions qui font objet du choix, auront plus d'objectivité.

Considérant ces critères (et d'autres), le choix d'une université pour y poursuivre des études revêtira souvent la forme d'une réponse à la série de questions qui suit.

### **À son Alma Mater ou ailleurs**

Quelle que soit la valeur de l'université où il a obtenu son baccalauréat, un candidat se prive sévèrement en y demeurant pour poursuivre ses études. L'adaptation à un milieu de pensée différent est l'une des expériences les plus difficiles, mais aussi les plus enrichissantes des études graduées. Une nouvelle façon de s'attaquer aux problèmes ne peut qu'améliorer la bonne formation que l'on a déjà reçue.

### **Au Canada ou à l'étranger**

Le même argument fait pencher la balance en faveur des études à l'étranger. Le contact fréquent avec d'autres nationalités enrichit la personnalité et ouvre l'esprit à de nouveaux horizons insoupçonnés. Ainsi, il a fallu vivre plus de trois ans parmi des Américains pour pouvoir vraiment les connaître, et les découvertes ne sont pas finies.

### **En Europe et aux États-Unis**

Il est plus difficile ici de porter un jugement. Cependant, en regard des critères mentionnés précédemment, l'on peut remarquer ceci: les universités

américaines sont beaucoup mieux connues au Québec. Surtout, elles sont plus riches et les facilités qu'elles offrent sont souvent supérieures. Pour les étudiants épris de voyage et de culture, l'Europe offre beaucoup plus d'avantages, y comprises les heures de loisirs nettement plus nombreuses.

### Coût et financement des études post-universitaires

Il semble que pour plusieurs étudiants ce facteur soit considéré comme la pierre d'achoppement, qui en dernière analyse fixera la décision d'un candidat éventuel aux études post-universitaires. La majorité des étudiants post-grade que nous connaissons sont d'accord avec nous pour refuser au problème financier cette place d'honneur.

Bien sûr, il en coûte cher, très cher, de poursuivre ses études après l'obtention du baccalauréat. Les universités américaines sont nombreuses où la scolarité seule compte pour \$2,000. (terme d'été exclus). Toutes dépenses incluses, il faut estimer environ \$5,000. pour une année entière, pour un étudiant célibataire.

D'autre part, il faut bien noter que les bourses offertes aux candidats aux études sont plus nombreuses et plus substantielles que celles offertes à Polytechnique par exemple. Parmi les sources bien connues, mentionnons le Service de l'Aide aux Étudiants du Ministère de l'Éducation, le Conseil National des Recherches du Canada, l'Hydro-Québec, en plus de nombreuses corporations industrielles qui offrent des bourses dans différents domaines de leur intérêt propre. Fait à noter, plusieurs de ces bourses favorisent particulièrement les étudiants désireux d'acquérir une formation à l'étranger et de rentrer ensuite au pays. La clé du succès, c'est de faire *très tôt*, la demande de ces bourses si l'on veut espérer les avoir pour une année académique donnée : généralement, en décembre précédent. Cela requiert de commencer les formalités environ un an avant le début des études, ce qui semble difficile à des étudiants indécis. De fait, mieux vaut, et largement, faire la demande de la bourse même si l'on n'est pas assuré à 100% de poursuivre, quitte à refuser éventuellement une bourse offerte si le projet d'études ne se matérialise pas. Les organismes donateurs de bourses ont généralement des listes de candidats en attente, et cela ne leur cause pas d'ennuis considérables.

De plus, dans la plupart des universités américaines, dès le deuxième terme d'études post-grade, l'on offre aux candidats qui ont fourni un travail satisfaisant et se sont fait connaître de leurs professeurs (ce que trop, beaucoup trop de canadiens-français négligent de faire), de l'aide sous forme de ce que l'on est convenu d'appeler "assistantship". Ces

bourses, puisque c'en sont en fait, sont versées sous forme de salaire à l'étudiant, en retour de quoi, tout en poursuivant son programme, il participe activement à des projets de recherche ou à l'enseignement au niveau sous-gradué, et même parfois au niveau de la maîtrise; le salaire peut atteindre \$400. par mois et plus.

Pour compléter le financement d'une année, l'on peut toujours recourir aux prêts : Prêt d'Honneur, une banque à charte, une caisse populaire. Certains étudiants semblent réticents à emprunter. Une telle réticence, si elle est principalement "sentimentale", s'explique mal, même financièrement, si l'on considère les avantages matériels qui correspondront à cet investissement. De fait, plusieurs médecins et dentistes ne commencent-ils pas leur carrière avec des dettes de l'ordre de \$15,000 à \$30,000. ?

### Marié ou Célibataire

Il n'y a aucune raison pour que les études post-universitaires et le mariage aient un rôle décisif : on ne se marie pas, on ne retarde pas un mariage par ailleurs prêt, parce que l'on entreprend un nouveau cycle d'études.

À titre indicatif, sur un groupe aléatoire de 22 étudiants canadiens-français aux études à Boston au cours des trois dernières années, 14 étaient mariés (6 d'entre eux avaient des enfants). Parmi les 8 étudiants qui poursuivaient un cycle de plus de deux ans, 5 étaient mariés (1 père de famille).

### Le Post-grade est-il rentable?

Avant d'effectuer tout investissement, il est raisonnable d'essayer d'en évaluer la rentabilité probable. Plusieurs avantages immatériels des études graduées ont déjà été mentionnés. L'on peut maintenant centrer la discussion sur la question des revenus.

Le premier point intéressant est celui du salaire que l'on peut obtenir à la graduation. Le Tableau 1 est une compilation de statistiques à ce sujet : les salaires versés, en 1967, aux divers gradués des cours de génie d'une grande université américaine. Bien entendu, il faut faire quelques réserves avant d'adapter ces statistiques au contexte canadien. Par contre, le nombre d'étudiants compris dans ces statistiques permet d'être assuré que les divergences de salaire ne sont pas des phénomènes isolés pour certains individus, mais bien une tendance pour divers groupes de diplômés.

De plus, les facteurs de croissance pour les différents diplômés ne seront pas les mêmes. Par sa capacité accrue de résoudre des problèmes plus diffi-

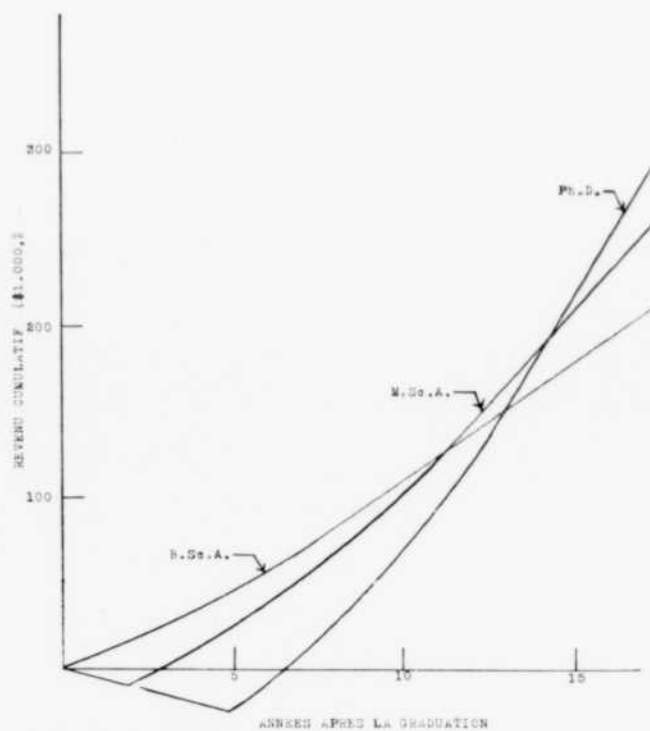


FIGURE 1

*Salaires cumulatifs suivant le niveau d'études atteint*

ciles, grâce à sa meilleure préparation, le détenteur d'un diplôme supérieur s'assure une montée plus rapide dans la hiérarchie de son milieu de travail.

L'on peut illustrer cela à l'aide d'un exemple hypothétique. Considérons trois diplômés agressifs et entreprenants, détenteurs respectivement d'un baccalauréat, d'une maîtrise et d'un doctorat. Il n'est pas déraisonnable de poser des taux de croissance respectifs de 5%, 7,5% et 10% d'augmentation de salaire par année (il s'agit là de taux optimistes et non pas moyens). Dix ans après l'obtention du diplôme, ces taux seront réduits de moitié.

Si l'on utilise, comme salaire de départ, une moyenne pondérée des salaires indiqués au Tableau 1 (soit : \$8,500, \$10,800 et \$15,000), et une dépense nette de \$5,000 par année d'études supérieures, les revenus cumulatifs prendront l'allure des courbes de la Figure 1.

Ainsi, 11 ans après l'obtention du B.Sc.A., le détenteur d'une maîtrise aura gagné un salaire cumulatif égal à celui de son confrère qui n'aura pas poursuivi; mais à ce moment, leurs salaires seront de \$19,000 et \$13,000.

De même, 8 ans après l'obtention de son doctorat, le détenteur aura récupéré son investissement, et ses revenus cumulatifs seront alors égaux à ceux du détenteur de B.Sc.A. Mais le salaire du Ph.D. sera à peu près le double de celui de son confrère. Deux ans plus tard, le Ph. D. aura rejoint le M.Sc.,

TABLEAU I

Salaires mensuels payés aux gradués d'une importante université américaine en 1967

	Bacc. \$/mois	Maîtrise \$/mois	Doctorat \$/mois
Génie chimique	740	900	1150
Génie civil	670	890	1250
Génie électrique	725	900	1270
Génie mécanique	725	870	1230
Administration	700	925	1400

TABLEAU II

Orientation des détenteurs de doctorat en 1967  
Même université que Tableau I

	Post- Doctoral	Ens.	Ind.	Gouv.
Génie civil		50%	50%	
Génie électrique	20%	40%	20%	20%
Génie mécanique	20%	35%	45%	

mais il sera à un niveau de salaire supérieur : \$35,000 par rapport à \$23,000.

Cette comparaison peut surprendre, si l'on pense, à la façon traditionnelle, que la place d'un détenteur de doctorat est nécessairement dans un milieu académique. Or, ce n'est pas le cas, comme l'indiquent les statistiques d'orientation du Tableau 2. Pour trois options considérées, jamais plus de la moitié des docteurs ne se sont lancés dans l'enseignement. Cela s'explique par la demande très réelle de l'industrie pour des spécialistes, et les salaires trop peu compétitifs offerts par les universités.

### Conclusions

La décision de poursuivre ses études encore deux, voire cinq ans est une décision éminemment personnelle, qui doit être prise librement, sans influence induite : l'effort à fournir est si grand que la motivation doit être profondément enracinée.

Cette entreprise, quoique difficile, est à la portée d'un grand nombre de finissants de nos écoles d'ingénieurs. Trop peu d'entre eux, malheureusement, se prévalent des nombreuses facilités mises à leur disposition.

Cela est dû en partie à un manque d'information, auquel le présent article a voulu pallier. Dans ces quelques pages, le problème fut à peine effleuré. C'est pourquoi l'auteur serait très heureux de répondre personnellement à toute question que l'article aurait pu susciter. ■

# L'établissement d'étalons de mesures radio-électriques au CNR

par A. JURKUS, ing. et R. CLARK, ing.

Le maintien des étalons de mesures du Canada tombe sous la responsabilité du Conseil National de Recherches. Plusieurs divisions du Conseil prennent part à cette activité et c'est dans la division de radio-technique et de génie électrique qu'un groupe a été formé pour s'occuper des mesures électromagnétiques en radiofréquences. Le rôle de notre laboratoire est de servir de point de référence pour la comparaison des étalons secondaires soumis par divers laboratoires canadiens. Nos efforts sont présentement concentrés sur les quantités suivantes: puissance, atténuation, impédance et tension. Dans la discussion qui suit, les étalons que nous avons établis pour ces quatre quantités seront décrits et un bref aperçu des procédés d'étalonnage sera donné.

## Puissance

### A. Mesure de puissance dans les lignes coaxiales

Nos étalons primaires de puissance en ligne coaxiale sont du type calorimétrique. Les éléments essentiels d'un tel calorimètre sont illustrés sur la figure 1. L'énergie électromagnétique est convertie en chaleur dans une charge résistive. La différence de température entre cette charge et un corps-témoin est mesurée au moyen d'un thermomètre (dans ce cas, une thermopile). Pour des raisons de symétrie thermique le corps-témoin est muni d'une ligne de transmission identique à celle de la charge.

L'étalonnage du calorimètre est effectué en l'alimentant avec du courant continu pour établir sa sensibilité à la puissance dissipée dans la charge. De là, la sensibilité à haute fréquence est obtenue en appliquant des facteurs de correction qui sont déterminés par les caractéristiques du calorimètre à haute fréquence. Parmi ces facteurs, on compte le coefficient de réflexion, l'atténuation de la ligne de transmission située entre l'entrée du calorimètre et la charge dissipative, et la distribution du courant dans la charge.

Les trois calorimètres construits dans nos laboratoires sont montrés dans la figure 2. Le premier modèle est situé à gauche. Son niveau de puissance est de 100 mW et l'incertitude\* de la mesure est inférieure à  $\pm 1\%$  dans la gamme de fréquences 0 à 4 GHz.<sup>1</sup> Certains défauts de cet instrument, à savoir sa faible sensibilité, son coefficient de réflexion assez élevé et l'asymétrie entre la charge et le corps-témoin, nous ont amenés à construire un second calorimètre (fig. 2, centre) qui est notre étalon de puissance actuel. Avec cet instrument il est possible de mesurer des puissances entre 1 et

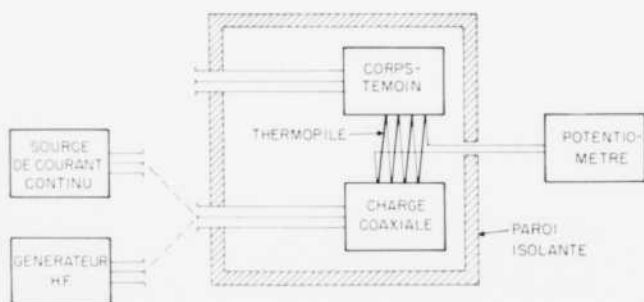


FIGURE 1

*Schéma simplifié d'un calorimètre*

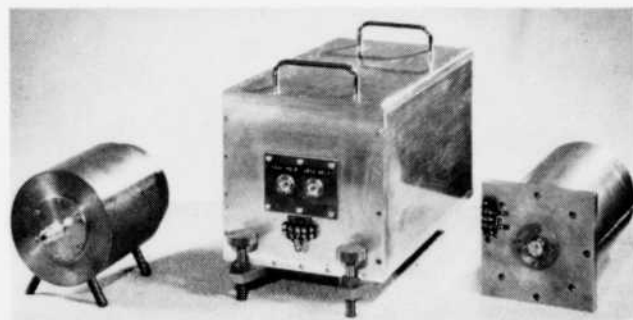


FIGURE 2

*Etalons calorimétriques de puissance*

\*La convention suivante a été adoptée concernant les intervalles d'erreur: la probabilité que la valeur vraie de la quantité mesurée tombe dans l'intervalle spécifié est estimée à 95%.

100 mW avec une sensibilité de  $50 \mu\text{V}/\text{mW}$  jusqu'à une fréquence supérieure de 8 GHz; l'incertitude de la mesure varie entre  $\pm 0.2\%$  et  $\pm 0.4\%$ .<sup>1</sup> Le connecteur d'entrée est du type de précision GR-900: ceci résulte en un coefficient de réflexion sensiblement réduit par rapport à celui du premier calorimètre, qui était muni d'un connecteur de type N. Le corps-témoin est identique à la charge dissipative: la configuration interne est alors symétrique et par conséquent la différence de température mesurée par la thermopile est presque indépendante des variations de la température ambiante.

Enfin, l'instrument situé à droite sur la figure 2 est un calorimètre pour des puissances plus élevées allant jusqu'à 10 watts. La limite supérieure de fréquence est 8 GHz et l'incertitude varie avec la fréquence de  $\pm 0.1\%$  à  $\pm 0.5\%$ .<sup>1</sup>

#### B. Mesure de puissance dans les guides d'ondes rectangulaires

L'étalon de puissance en guide rectangulaire dans la gamme de fréquences 8.2 à 18 GHz est un calorimètre, mais sa fonction est quelque peu différente de celle du calorimètre coaxial. Celui-ci est un wattmètre et peut être utilisé comme tel pour mesurer une puissance. Au contraire, le calorimètre à guide rectangulaire ne mesure pas la puissance mais sert à déterminer certaines propriétés d'une monture à bolomètre qui, elle, sert de wattmètre. On obtient ainsi un instrument qui, à cause de la rapidité de réponse du bolomètre, est d'un emploi commode et dont l'incertitude a été établie par la méthode calorimétrique.

Le bolomètre est monté dans une section de guide d'ondes de telle manière qu'on peut l'alimenter simultanément en courant continu et à haute fréquence. La résistance du bolomètre est maintenue à une valeur constante R par un pont auto-équilibré à courant con-

Monsieur Algirdas Jurkus reçut son diplôme d'ingénieur de l'École Polytechnique de Montréal en 1957. Comme boursier Athlone, il étudia à l'Université de Sheffield, en Angleterre, où il obtint un doctorat en génie électrique en 1960. Dans la même année il vint au Conseil National de Recherches à Ottawa et fut attaché à la Division de Radiotechnique et de Génie Électrique. Il s'occupa d'abord d'amplificateurs paramétriques et depuis 1964 il travaille dans le domaine des mesures de précision et des étalons à haute fréquence.



Monsieur Richard F. Clark reçut son diplôme de bachelier ès sciences en génie physique de l'Université de l'Alberta à Edmonton en 1953 et sa maîtrise en génie électrique de l'Université Stanford, Californie, en 1954. Depuis 1955 il travaille à la Division de Radiotechnique et de Génie Électrique du Conseil National de Recherches à Ottawa dans le domaine des amplificateurs paramétriques et des mesures de précision et des étalons à haute fréquence.



tinu.<sup>4</sup> Soit  $i_0$  le courant total dans le pont. La puissance dissipée dans le bolomètre est alors  $\frac{1}{4}i_0^2 R$ . Quand un signal à haute fréquence de puissance P est établi dans le guide, le courant continu diminue de façon à maintenir la résistance du bolomètre à R. Soit  $i_1$  la nouvelle valeur du courant. La puissance indiquée à haute fréquence est donc égale à  $\frac{R}{4}(i_0^2 - i_1^2)$ . La puissance réelle du signal dans le guide est alors

$$P = \frac{R}{4\eta} (i_0^2 - i_1^2) \quad (1)$$

où  $\eta$  est par définition l'efficacité effective de la monture à bolomètre. La valeur de l'efficacité est déterminée principalement par les pertes dans le guide d'ondes et par l'erreur de substitution dans le bolomètre.

La détermination de l'efficacité au moyen du calorimètre est effectuée par une méthode<sup>5,6</sup> dont les éléments essentiels sont montrés sur la figure 3. Une thermopile mesure la différence de température entre

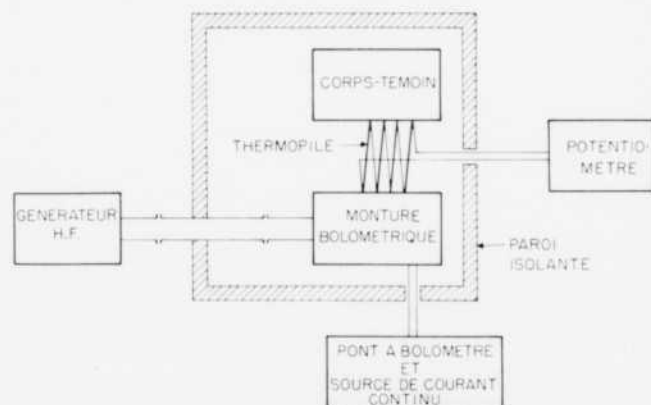


FIGURE 3

Schéma d'un calorimètre pour montures bolométriques

la monture bolométrique et un corps-témoin. Supposons que le potentiel de la thermopile ne dépend que de la puissance totale dans la monture, mais non de la distribution (cette hypothèse est bien vérifiée en pratique). On peut alors montrer que l'efficacité est donnée par

$$\eta = \left( 1 + \frac{P_t(v_1) - P_t(v_0)}{\frac{R}{4}(i_0^2 - i_1^2)} \right)^{-1} \quad (2)$$

ou  $P_t$  est la puissance totale dans la monture bolométrique,

$v_0$  est le potentiel de la thermopile en l'absence du signal à haute fréquence,

$v_1$  est le potentiel de la thermopile en présence du signal à haute fréquence.

La relation entre  $P_t$  et  $v$  est déterminée au moyen de mesures en courant continu.

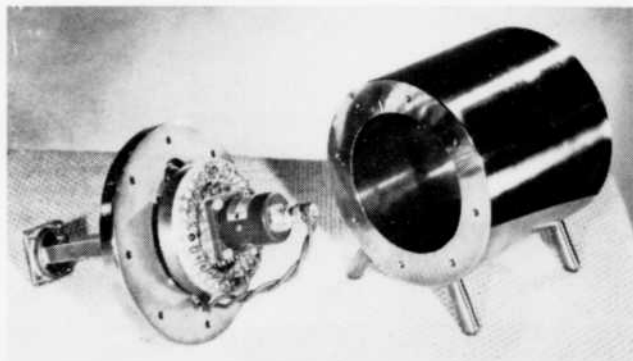


FIGURE 4

Calorimètre à guide d'ondes bande X

Le calorimètre utilisé dans la gamme de fréquences de 8.2 à 12.4 GHz est montré sur la figure 4. Le cylindre de laiton à droite constitue l'enceinte externe du calorimètre. Le même cylindre est utilisé de 12.4 à 18 GHz, mais avec un autre dispositif de montage du bolomètre. La monture bolométrique est installée sur un guide d'ondes à parois minces et les soudures de la thermopile sont fixées sur la bride de ce guide d'ondes.

L'étalonnage des montures à bolomètre par comparaison avec la monture-étalon est effectué avec une incertitude estimée à  $\pm 1.5\%$ .

### Atténuation

L'installation pour la mesure de l'atténuation fonctionne dans la gamme de fréquences 1 MHz à 26 GHz. L'incertitude de la mesure dépend de la fréquence et de la valeur de l'atténuation. On utilise un récepteur superhétérodyne linéaire<sup>7,8</sup> pour comparer l'atténuation à haute fréquence à l'atténuation d'un étalon à 30 MHz ou 10 kHz (moyenne fréquence, ou MF). La mesure est effectuée par une méthode de

substitution: l'augmentation de l'atténuation HF est compensée par une réduction de l'atténuation MF de façon à garder un niveau constant de signal au récepteur. Nous allons considérer maintenant quelques facteurs qui influencent la précision et l'exactitude de la mesure.

(1) *Stabilité du générateur.* L'amplitude du signal est échantillonnée au moyen d'un détecteur bolométrique stable et contrôlée, soit automatiquement, soit manuellement. De même, la fréquence du signal est comparée à la fréquence d'un oscillateur de référence au quartz. Les fréquences de signal au dessus de 2.6 GHz sont synchronisées par une boucle d'asservissement en phase.

(2) *Stabilité MF.* La stabilité de la moyenne fréquence est assurée par la synchronisation du générateur et de l'oscillateur local à la même fréquence de référence. Cette synchronisation est effectuée au moyen de discriminateurs de phase ayant chacun un oscillateur stabilisé au quartz. Ainsi la moyenne fréquence, qui est égale à la différence des fréquences des discriminateurs, est très stable. La fréquence de référence  $f_R$ , qui est dérivée par synthèse d'un étalon à quartz à 100 kHz, est variable entre 0.75 et 1.00 GHz de façon à donner un spectre continu d'harmoniques au-dessus de 2.25 GHz. Ce système de synchronisation produit une stabilité de fréquence suffisante pour permettre l'emploi non seulement de la MF usuelle de 30 MHz, mais aussi une MF de 10 kHz. De plus, la stabilité de phase est suffisante pour la mesure de phase en hyperfréquences au moyen d'un étalon à 10 kHz avec une précision d'une fraction de degré.

(3) *Récepteurs MF et atténuateurs étalons.* Un schéma simplifié du système de mesure de l'atténuation HF au moyen d'un étalon à 10 kHz est donné sur la figure 5. L'étalon de référence est ici un diviseur de tension inductif (autotransformateur variable) de grande précision. Le signal de sortie du diviseur est redressé et comparé à un potentiel constant. La différence est

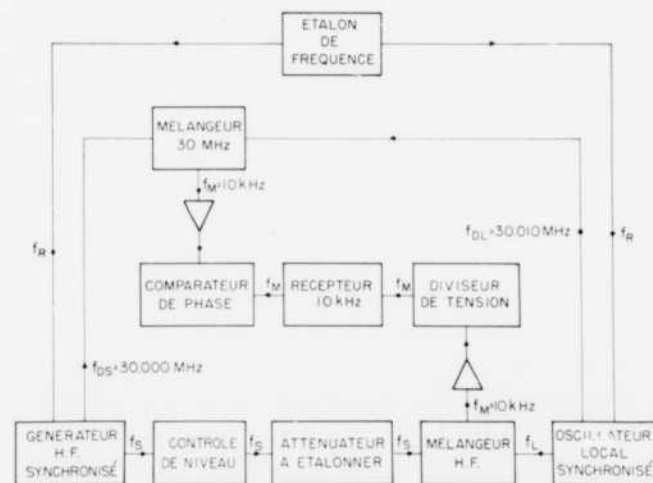


FIGURE 5

Schéma de l'étalon d'atténuation

amplifiée et enregistrée graphiquement. La précision de la mesure est limitée par le bruit de fond à 10 kHz.

Pour la mesure de phase, un signal de référence à 10 kHz est obtenu à partir des deux discriminateurs de phase (voir fig. 5). Ce signal passe par le déphaseur étalon, puis est comparé en phase avec le signal du récepteur.

L'installation de mesure de l'atténuation est montrée dans la figure 6. Le bâti à gauche contient l'alimentation du klystron générateur, le discriminateur à 30.000 MHz, le contrôle de niveau et le mélangeur et amplificateur donnant le signal de référence à 10 kHz. Le bâti à droite contient l'alimentation du klystron oscillateur local, le discriminateur à 30.010 MHz, le diviseur de tension étalon à 10 kHz, le déphaseur à 10 kHz, un oscilloscope et un enregistreur à plume. Les instruments dans ces deux bâtis sont communs à toutes les fréquences de mesure. Les montages de guides d'ondes sur la table (fig. 6) sont particuliers à une bande de fréquences, ici 12.4 à 18.0 GHz. Le générateur est situé à gauche et le récepteur à droite.

La mesure de l'atténuation avec une MF de 30 MHz est identique en principe à la mesure avec 10 kHz, sauf que l'étalon est un atténuateur à piston.

(4) *Linéarité du mélangeur.* Le niveau du signal d'entrée au mélangeur HF est au moins 27 dB au-dessous du niveau de l'oscillateur local pour obtenir une réponse linéaire.<sup>9</sup> Pour les mesures de la plus haute précision, une correction peut être faite pour tenir compte de l'intensité du signal.

(5) *Fuites.* La puissance à la fréquence du signal qui entre dans le mélangeur par une voie autre que par l'atténuateur à l'essai constitue le signal de fuite. Cette puissance doit être au moins 80 dB au-dessous du signal pour limiter l'erreur de fuite à une valeur de 0.001 dB. Ceci requiert un bon blindage, l'emploi de connecteurs de haute qualité et un support solide pour les montages de guides d'ondes.

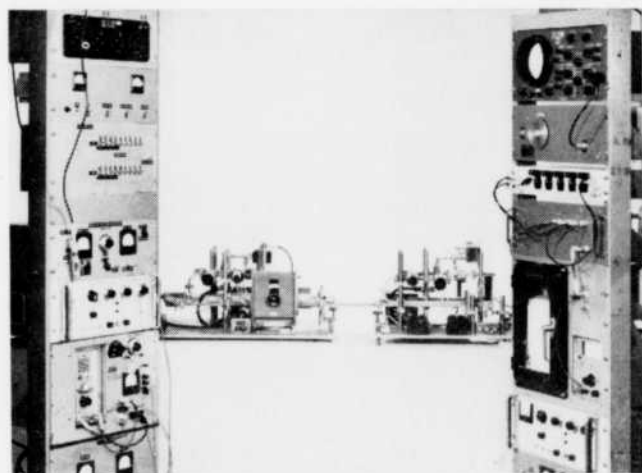


FIGURE 6

Etalon d'atténuation pour mesures en bande Ku

(6) *Impédance.* Quoique les dispositifs d'adaptation ne soient pas explicitement montrés sur la figure 5, il est toujours nécessaire d'adapter soigneusement le générateur et le récepteur à l'impédance de la ligne de transmission pour éviter les erreurs dues aux réflexions.

### Impédance

Pour déterminer une impédance à haute fréquence, on mesure le coefficient de réflexion par rapport à une ligne de transmission de dimensions précisément définies qui constitue l'étalon fondamental d'impédance. Dans le travail de haute précision, cette mesure est faite au moyen d'un réflectomètre<sup>10</sup> (fig. 7), qui consiste essentiellement en un coupleur directif rendu sensible

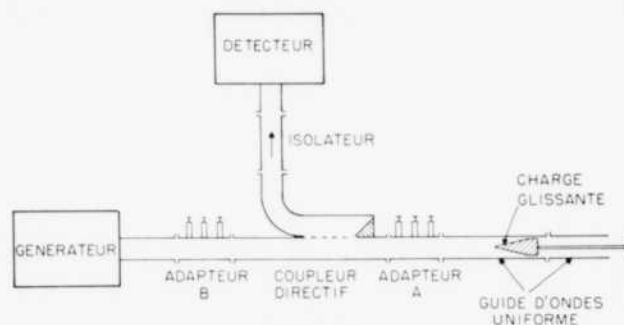


FIGURE 7

Schéma d'un réflectomètre

uniquement à l'onde réfléchie; ceci est accompli par un ajustement approprié des dispositifs d'adaptation A et B. La figure 7 illustre la mesure de la réflexion due au raccord de deux brides de guide d'ondes. On ajuste le réflectomètre de façon que le signal au détecteur soit constant quand la charge adaptée glisse dans le guide à gauche du raccord. Puis on fait glisser la charge dans le guide à droite du raccord, ce qui résulte en une variation périodique du signal dont l'amplitude est proportionnelle à la réflexion du raccord.

A. *Impédance en lignes coaxiales à 50 ohms*

Le travail de précision exige une connaissance exacte des dimensions de la ligne de transmission étalon; de plus, les mesures sont plus simples et les causes d'erreur moindres si les dimensions sont normalisées. Ainsi, par convention, les valeurs 7.000 mm et 14.2875 mm ont été adoptées pour le diamètre intérieur du conducteur externe.<sup>11</sup> Jusqu'à présent nous avons travaillé exclusivement avec la ligne de 14 mm.

La figure 8 montre un montage comprenant une ligne coaxiale rigide dans laquelle on peut glisser des éléments réflecteurs (courts-circuits) ou absorbeurs (charges adaptées). Dans la construction de ces éléments on a porté une attention particulière à leur stabilité mécanique et électrique. Les surfaces glissantes en contact avec les conducteurs de la ligne coaxiale sont en Teflon, qui a été choisi pour ses excellentes pro-

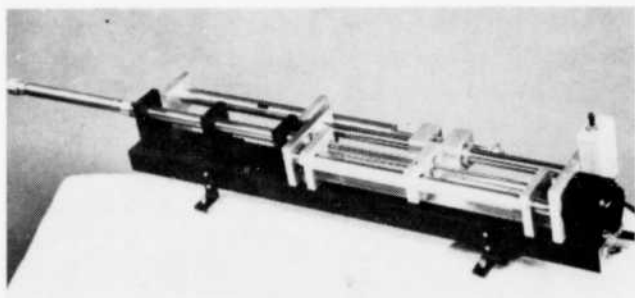


FIGURE 8

*Instrument à charge glissante en ligne coaxiale*

priétés diélectriques et son faible coefficient de friction. La charge adaptée consiste en une forme effilée de matériau absorbant. Le court-circuit ne fait pas contact direct avec la ligne coaxiale: il consiste en une série de sections quart-d'onde alternativement de haute et de basse impédance caractéristique. Le glissement est actionné par un moteur électrique, donnant un mouvement uniforme. Un potentiomètre linéaire a été incorporé à l'appareil pour permettre l'emploi d'un enregistreur à plume.

La fréquence limite inférieure de cet instrument est 2.6 GHz et est imposée par la longueur de la ligne, tandis que la limite supérieure de 8.5 GHz est fixée par les propriétés du connecteur de précision GR-900.

#### B. Impédance en guides d'ondes bande X

Le principe d'opération du réflectomètre est le même en guide d'ondes qu'en ligne coaxiale. La figure 9 montre quelques-uns des accessoires construits dans notre laboratoire. La charge adaptée et le court-circuit

glissants sont situés en avant. À l'arrière-plan on voit le guide d'ondes de référence qui a été choisi pour ses dimensions bien précises. Le guide a été monté sur un support au moyen d'un adhésif plutôt qu'avec des crampons pour éviter toute déformation que ceux-ci pourraient produire. Les deux objets rectangulaires sont des réflecteurs de référence en cuivre, et consistent en un court-circuit fixe au bout d'une ligne de transmission d'un quart de longueur d'onde. Ils peuvent être attachés l'un à l'autre de manière à former une cavité dont on mesure le coefficient de surtension  $Q$ . Ceci permet de calculer des valeurs limites inférieure et supérieure du coefficient de réflexion.

#### Tension

La détermination absolue de la tension à haute fréquence dans les lignes coaxiales à 50 ohms est effectuée dans nos laboratoires par dérivation des étalons de puissance et d'impédance<sup>12</sup>, jusqu'à la limite supérieure de fréquence de 900 MHz. La méthode consiste à mesurer un niveau de puissance au moyen d'un wattmètre dont l'impédance a été préalablement déterminée. On peut alors calculer la tension à l'entrée du wattmètre. Cette tension peut être transférée à l'entrée d'un récepteur à haute fréquence pourvu d'un atténuateur variable, ce qui permet d'étendre les mesures au-delà des limites d'opération de l'étalon de puissance.

La méthode esquissée ci-dessus est très laborieuse et peu adaptée au travail ordinaire d'étalonnage. Elle est employée seulement pour calibrer des étalons

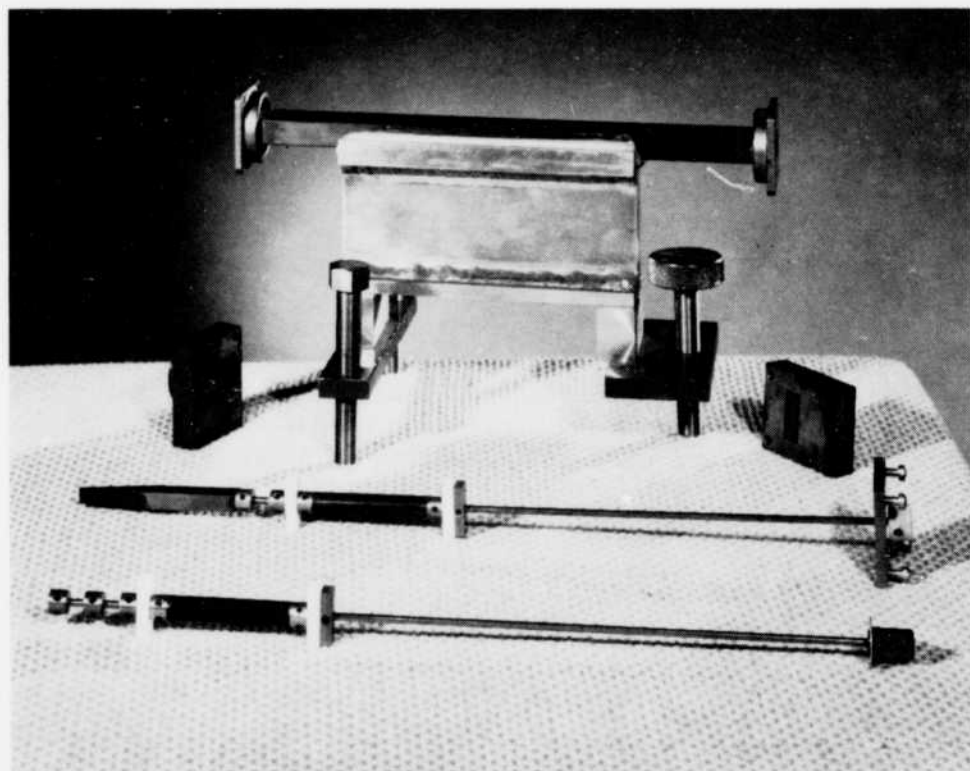


FIGURE 9

*Eléments pour la mesure de l'impédance en guide d'ondes rectangulaires*

secondaires auxquels les étalons soumis par des laboratoires externes peuvent être comparés par des mesures simples. Les étalons secondaires sont des instruments de transfert thermique de courant continu en courant alternatif construits de façon à avoir des caractéristiques aussi semblables que possible en continu et en alternatif. Deux types principaux sont en usage à l'heure actuelle : le convertisseur thermique<sup>13</sup> qui est voltmètre, et le micropotentiomètre<sup>14</sup> qui est une source de force électromotrice.

Le schéma de la figure 10 montre les éléments essentiels de l'étalonnage et de l'usage d'un convertisseur thermique. La tension appliquée à l'entrée produit un courant dans la résistance; un thermocouple à vide en série avec la résistance détecte ce courant. Par substitution du générateur HF pour la source de courant continu le wattmètre étalon est utilisé pour déterminer la caractéristique de transfert du convertisseur; celui-ci devient alors un étalon secondaire auquel on compare d'autres convertisseurs. Ce procédé permet

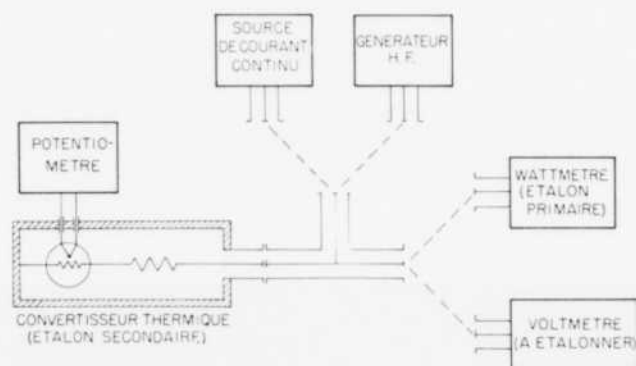


FIGURE 10

*Etalonnage d'un convertisseur thermique*

la mesure de tension entre 0.5 et 200 volts, la limite supérieure de fréquence étant 300 MHz. L'erreur de la mesure varie de  $\pm 0.3\%$  à 30 MHz jusqu'à  $\pm 0.5\%$  à 300 MHz.

Le schéma de la figure 11 montre l'étalonnage d'un micropotentiomètre. Comme dans le convertisseur thermique, c'est un thermocouple à vide qui détecte le courant dans la résistance radiale montée entre les conducteurs interne et externe de la ligne coaxiale. La différence de potentiel aux bornes de cette résistance constitue le signal de sortie du micropotentiomètre. L'étalonnage consiste à placer d'abord un générateur HF à l'entrée et l'étalon de puissance à la sortie du micropotentiomètre et à mesurer la tension  $V_t$  du thermocouple par un millivoltmètre. Les instruments HF sont alors remplacés par une source de courant continu et un potentiomètre, et le courant est ajusté de façon à obtenir la même valeur  $V_t$  de la tension du thermocouple. On calcule le facteur d'étalonnage du micropotentiomètre à partir des valeurs mesurées de

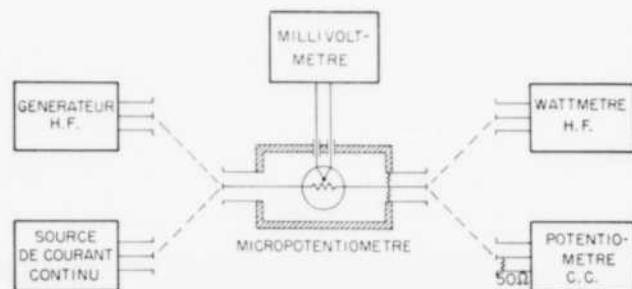


FIGURE 11

*Etalonnage d'un micropotentiomètre*

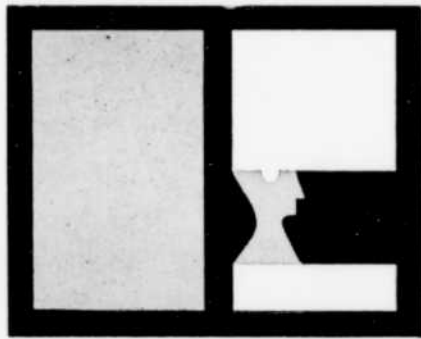
la tension de sortie en continu et en alternatif. Des tensions entre quelques microvolts et 0.25 volt peuvent être étalonnées de cette façon, la limite supérieure de fréquence étant 900 MHz. L'erreur de la mesure varie entre  $\pm 0.3\%$  et  $\pm 3\%$  suivant la fréquence et la valeur de la tension.

### Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à M. C. F. Pattenson pour l'intérêt qu'il a porté à leur travail. La réalisation pratique des divers objets a été rendue possible grâce à la compétence de M. G. D. McLaren et M. R. A. J. Smith.

### Bibliographie

1. R. F. Clark, A coaxial calorimeter for use as a microwave power standard. IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-14, p. 59-63 (March-June 1965).
2. A. Jurkus, A coaxial radio-frequency power standard, IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-15, p. 338-342 (Dec. 1966).
3. R. F. Clark et A. Jurkus, A 10-watt coaxial calorimeter for RF power measurement, Rev. Sci. Instrum., (sous presse).
4. G. F. Engen, A self-balancing dc bridge for accurate bolometric power measurements, J. of Res. NBS, Vol. 59, p. 101-105 (1957).
5. A. C. Macpherson et D. M. Kerns, A microwave micro-calorimeter, Rev. Sci. Instrum., Vol. 26, p. 27-33 (1955).
6. G. F. Engen, A refined X-band microwave microcalorimeter, J. of Res. NBS, part C, Vol. 63C, p. 77-82 (July-Sept. 1959).
7. G. F. Gainsborough, A method of calibrating standard signal generators and radio frequency voltmeters, J. IEE, part 3, Vol. 94, p. 203-210 (May 1947).
8. R. F. Clark, et B. J. Dean, A precision attenuation standard for X-band, IRE Trans. on Instrumentation, Vol. I-11, p. 291-293 (Dec. 1962).
9. D. L. Holloway et F. P. Kelly, A standard attenuator and the precise measurement of attenuation, IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-13, p. 33-44 (March 1964).
10. G. F. Engen et R. W. Beatty, Microwave reflectometer techniques, IRE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-7, p. 351-355 (July 1959).
11. B. O. Weinschel, Standardization of precision coaxial connectors, Proc. IEEE, Vol. 55, p. 923-932 (June 1967).
12. R. F. Clark et A. P. Jurkus, Calibration of thermal transfer standards of RF Voltage, IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-16, p. 232-237 (Sept. 1967).
13. F. L. Hermach et E. S. Williams, Thermal voltage converters for accurate voltage measurements to 30 megacycles per second, Trans. AIEE, part I, Communication and Electronics, Vol. 79, p. 200-206 (July 1960).
14. M. C. Selby, Accurate radio-frequency microvoltages, Trans. AIEE, part I, Communication and Electronics, Vol. 72, p. 158-164 (May 1953).



## CARNET DES INGENIEURS

**Correspondants — Régions de Québec :** M. Raymond Côté, 547, avenue Royale, Beauport — **Région de Sherbrooke :** M. Paul-Emile Brunelle, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke — **Toutes autres régions :** Charles-E. Tourigny, Ecole Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29.

**Bellemare, Claude,** Poly '64, qui travaillait autrefois en télécommunications, au Canadien Pacifique, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Chagnon, Ratelle & Associés, ingénieurs-conseils, à Ville St-Laurent.

**Blais, Régis,** Poly '64, autrefois à l'emploi de la Gaspesia Pulp & Paper Co., à Chandler, Qué., travaille maintenant à la société Electric Reduction Co. of Canada Ltd. (ERCO) à Varennes.

**Cardin, Jean-Robert,** Poly '67, qui travaillait autrefois à l'usine de Lachine de la Northern Electric, est maintenant à l'emploi de la société Honeywell Controls Ltd., à Montréal.

**Charbonneau, André,** Poly '50 autrefois ingénieur au "Special Risk Department" de la Canadian Underwriters' Association, puis Directeur de la Sécurité à la Cie de Transport Provinciale, et plus tard au bureau de Génie du groupe d'assurances Phoenix of London, est maintenant Ingénieur et Président de A.C. Service-Feu-Sécurité, entreprise qui fait l'installation de gicleurs automatiques, de systèmes de protection au gaz carbonique et à poudre chimique, ainsi que d'appareils portatifs.

**Desrochers, Gaétan,** Poly '65, qui s'occupait autrefois de Génie municipal, au bureau d'études Lalonde, Girouard & Letendre, ingénieurs conseils, est maintenant à l'emploi de la société Les Mir Construction Inc., entrepreneurs à Montréal Est.

**Dionne, Irénée,** Laval '62, autrefois au service du bureau d'études Brett, Ouellette & Berthiaume, ingénieurs conseils, fait maintenant partie du bureau d'études Lucien Leclair & Associés, ingénieurs-conseils à Montréal.

**Durocher, Jean-Luc,** Poly '65, qui travaillait autrefois pour Lalonde, Girouard & Letendre, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Arsenault & Garneau, ingénieurs-conseils, à Montréal.

**Francoeur, André,** Poly '67, qui faisait autrefois du Génie municipal au bureau d'études Beaudry, Dupuis, Morin & Routhier, ingénieurs-conseils, travaille maintenant pour la société Casey-Hewson Ltd., à Montréal.

**Gravel, Claude,** Poly '65, qui enseignait au CEGEP de Chicoutimi, depuis son départ des chantiers Manic — Outardes l'an dernier, est maintenant au service de la Commission Scolaire Régionale Lapointe, à titre de Directeur des Services de l'Équipement. Il demeure à Arvida.

**Lamarche, Jacques,** Poly '62, qui pratiquait auparavant en structures au bureau d'études Gagné & Lamarche, ingénieurs-conseils à Jonquière, est maintenant à l'emploi de la société Eastern Canada Steel & Iron Works Ltd., à Québec.

**Lauriault, Robert-A.,** Poly '66, autrefois à l'emploi de la Société Minière Cupra Ltée., et de la Solbec Copper Mines Ltd., du groupe minier Sullivan, travaille maintenant pour la société Bell Asbestos Mines Ltd., à Thetford Mines, Qué.

**Maranda, Marc-S.,** Poly '64, qui s'occupait autrefois de béton précontraint "post-tension", pour la société V.S.L. Canada Ltée, a été récemment nommé Administrateur de projets, au Bureau de l'Aide Extérieure, à Ottawa.

**Robillard, Yves,** Poly '68, est maintenant ingénieur industriel, à la société Les Pharmacies Universelles Ltée., à Montréal.

**Rouleau, Yves,** Poly '62, qui travaillait autrefois pour Dufresne Construction Co. Ltd., est maintenant à l'emploi du bureau d'études Monarque, Morelli, Gaudette & Laporte, ingénieurs-conseils, à Montréal.

**Roux, Charles,** Poly '64, qui travaillait auparavant pour les Industries Foresteel Ltée, à Montréal, est maintenant à l'emploi de la société Drummond Welding & Steel Works Ltd., à Cité-de-Jacques-Cartier.

**Trépanier, Yves,** Poly '66, qui était aux études en administration des affaires (M.B.A.) à l'Université Western Ontario, travaille maintenant au Service des Délégués Commerciaux, au Ministère du Commerce, à Ottawa.

---

## NOMINATIONS

---

### Ministère fédéral des Transports

Le ministre fédéral des Transports a annoncé la nomination de M. **Jean-Paul Godin** au poste d'agent régional des Services de la marine du ministère fédéral des Transports à Québec. M. Godin est un ingénieur civil diplômé de l'Ecole Polytechnique de Montréal en 1949.

A sa sortie de l'université, il est passé à l'emploi du ministère de la Voirie du Québec, division de la construction de routes. En octobre 1951, ses services étaient retenus par le ministère fédéral des Transports comme ingénieur régional à l'Agence de la marine du ministère à Québec. En 1962, il devenait ingénieur régional, cumulant également les fonctions d'adjoint à l'agent régional.



Marcel Manseau



Léon Tougas

### Marine Industrie Ltée

M. Gérard Filion, président de Marine Industrie Limitée, est heureux d'annoncer la nomination de M. **Léon Tougas**, ing.p., au poste de directeur général, division de la construction navale, au chantier maritime de cette entreprise à Sorel, et celle de M. **Marcel Manseau**, ing.p., aux fonctions de directeur général de la division de la fabrication industrielle au même chantier maritime. M. Manseau demeure directeur général de Volcano Limitée.

### L'Hydro-Québec

M. Robert-A. Boyd, directeur général de l'Hydro-Québec, annonce la nomination de M. **Gérald Molleur**, ing. au poste de directeur général du personnel. M. Molleur, directeur général adjoint du personnel jusqu'à sa nomination, succède à M. Roger Chartier, qui prend sa retraite de l'Hydro-Québec pour raison de santé.

### Warnock Hersey International Ltd.

M. **Gilles G. Hénault**, ing., S.M., a été nommé vice-président de la division des services professionnels, Warnock Hersey International, Montréal. Diplômé de l'Université de Sherbrooke, Monsieur Hénault a fait des études post-universitaires au Massachusetts Institute of Technology, où il a obtenu la maîtrise en génie des transports, avec spécialisation dans la construction de routes et d'aéroports. En 1961, après avoir acquis sa première expérience dans une maison d'ingénieurs-conseils, Monsieur Hénault est entré à la division des services professionnels de Warnock Hersey International Limited et, depuis lors, il a participé à la réalisation de nombreux projets techniques et à des études sur les transports. Avant sa nomination au poste de vice-président, il était directeur des services techniques de la même division.



Jean Phaneuf



Jean Beaulne



Gilles G. Hénault



Gérald Molleur

### Bédard Girard Limited

M. Félix Guibert, président de Bédard Girard Limited et de ses différentes compagnies affiliées, est heureux d'annoncer la nomination de M. **Jean Phaneuf**, ingénieur à titre d'administrateur de la compagnie et directeur général pour succéder à M. R.M. Rémillard maintenant à sa retraite. M. Phaneuf reçut son diplôme d'ingénieur de l'École Polytechnique de Montréal en 1949.

### Trane Company of Canada Ltd.

Trane Company of Canada Limited annonce la nomination de M. **Jean Baulne** au poste de Gérant de la succursale de la compagnie à Québec. M. Baulne reçut son diplôme d'ingénieur mécanicien de l'École Polytechnique de Montréal en 1962. Il est entré au service de Trane en janvier 1963 après avoir complété une session d'entraînement dispensé par la compagnie, à La Crosse, Wisconsin. Avant cette nomination, M. Baulne s'occupait de ventes à la succursale de Montréal.

# AGENDA

**13-17 nov.** — Assemblée annuelle de l'Air-Conditioning and Refrigeration Institute à Miami, Floride. — Info: Secretary, 1815 N Fort Myer Drive, Arlington, Va. 22209.

**14-15 nov.** — Colloque du Highway Research Board sur les améliorations qu'apportent dans la vie des citadins les systèmes de transport. Ce colloque se tiendra au Marriott Twin Bridges Motor Hotel, à Washington, D.C. — Info: Executive Director, Highway Research Board, 2101 Constitution Ave., N.W., Washington, D.C. 20418.

**1-5 déc.** — Assemblée annuelle de l'American Society of Mechanical Engineers à New York, N.Y. — Info: Meeting Manager, 345 East, 47th St., New York, N.Y. 10017.

**1-5 déc.** — 61e Assemblée annuelle de l'American Institute of Chemical Engineers à Los Angeles, Cal. — Info: Assistant Secretary, 345 East 47th St., New York, N.Y. 10017.

**2-6 déc.** — Colloque de l'American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers sur la métallurgie opérationnelle, à Cleveland, Ohio. — Info: Assistant Secretary, 345 East 47th St., New York, N.Y. 10017.

## CHARPENTES D'ACIER

FABRICATION & MONTAGE  
AUSI

- POUTRELLES LORCO
- PANNES DE COFFRAGE V-RIB
- SERVICE DE LOCATION DE GRUES MOBILES



PANNES D'ACIER 1½"

- GALVANISEES
- Acier ASTM A446, A
- Normes CSSBI

LORD & Cie. Limitée

4700 rue d'Iberville, Montréal 34, Tel. 527-3111

# ABRÉGÉS...

## Un gigantesque terminus ferroviaire

Ce que l'on estime être la plus grande installation mondiale d'empilage de boulettes de minerai de fer a été mis en service à Fort William, Ontario. C'est la société Valley Camp Coal Company of Canada, Limited qui exploite ce terminus d'entreposage des boulettes de minerai de fer situé à la tête des Grands Lacs; il s'agit d'une installation portuaire approvisionnée par le Canadien National qui achemine les boulettes de minerai de fer des mines jusqu'au terminus où elles sont entreposées en piles immenses, avant de parvenir par minéraliers aux deux principaux consommateurs actuels : The Steel Company of Canada, Limited, à Hamilton, Ontario et Inland Steel, aux Etats-Unis.

La capacité de manutention actuelle du terminus est présentement de 3.5 millions de tonnes fortes, mais pourra être portée à 7.2 millions de tonnes fortes sans modifications majeures du système existant. La capacité d'entreposage nominale, comprise entre 600,000 et 1.5 million de tonnes fortes, peut facilement être augmentée à trois millions de tonnes fortes. Le débit est extraordinaire : 5,000 tonnes fortes à l'heure, en moyenne : 7,000 en période de pointe.

Voici, en bref, le cycle de fonctionnement de l'installation : il débute au déversoir, grand hangar où les wagons-trémie sont déchargés. Les trains de minerai traversent le hangar à la vitesse uniforme de 35 pieds à la minute et le

contenu des wagons-trémie se déverse dans une fosse à raison d'un wagon toutes les 35 secondes. Il s'agit du système de déchargement le plus rapide en son genre au Canada; 140 wagons peuvent y être déchargés en moins de deux heures.

De la fosse, les boulettes coulent par des interstices sur deux bandes transporteuses larges de 48 pouces et mues chacune par un moteur de 150 chevaux. C'est à cette étape que s'effectue le dépoussiérage.



## V

**Renseignez-vous  
sur les...**

Vannes Hopkins  
à obturateur à  
faces parallèles,  
à ouverture rapide  
Modèles No 300-900

Vannes d'arrêt  
Hopkins-Ferranti  
à obturateur à  
faces parallèles,  
avec couvercle  
d'étanchéité sous  
pression, pour  
tensions de vapeur  
jusqu'à 2,800 psi,  
à 1060°F.

Vanne d'arrêt  
Hopkins-Ferranti pour  
alimentation de chaudière  
et régime de haute  
tension de vapeur.  
Tensions 400-3000 psi.

## V

**Vannes HOPKINSON  
À OBTURATEUR À FACES  
PARALLÈLES**

Il existe des vannes Hopkins à obturateur à faces parallèles pour tout régime de vapeur, à l'état de saturation ou super-critique. Une gamme très étendue de vannes à obturateur à faces parallèles s'emploient dans plusieurs installations de traitement à la vapeur, en plus de servir dans celles de production d'énergie.

Les vannes Hopkins à obturateur à faces parallèles gardent leur étanchéité — Il n'est pas rare de trouver de ces vannes parfaitement étanches après 20 ans de service.

**STOCK IMPORTANT EN DISPONIBILITÉ AU CANADA CHEZ**

# PEACOCK

**BROTHERS LIMITED**

C.P. 1040 — MONTRÉAL — TÉL. (514) 366-5900  
Montréal — Toronto — Calgary — Vancouver

Chaque bande transporteuse mène les boulettes de la fosse de déchargement jusqu'à l'empileuse d'entreposage. La bande transporteuse principale peut répartir simultanément deux types de boulettes de minerai dont l'un doit être entreposé et l'autre chargé à bord des cargos. Cette bande large de 60 pouces mesure 2,650 pieds de longueur sur la bande et est armée de câbles d'acier longitudinaux. Actionnée par quatre moteurs de 400 chevaux, elle se déplace à une vitesse de 700 pieds à la minute et porte 325 livres de boulettes sur chaque pied de sa longueur.

Deux moteurs de 150 chevaux actionnent l'empileuse qui roule sur rails, de part et d'autre de la bande, sur une distance de 2,200 pieds. L'empileuse prend le minerai sur la bande et l'envoie au bout d'une flèche longue de 180 pieds pour constituer des piles atteignant 40 pieds de hauteur et contenant jusqu'à 750,000 tonnes fortes de boulettes de minerai.

Les roues à godets des deux grandes machines de chargement grudent jusqu'à 10,000 tonnes par heure des piles de minerai et les déchargent sur un convoyeur horizontal menant aux chargeuses.

Le nouveau terminus est tellement automatisé que 20 hommes suffisent à en assurer le fonctionnement — un seul homme commande l'énorme empileuse.

#### **Dispositif électronique signalisateur de dérapages**

Un ingénieur suédois, M. Helge Ceder, de Stockholm, a inventé un dispositif électronique d'alarme avertissant l'automobiliste du patinage des roues de son véhicule sur les chaussées glissantes et s'adaptant automatiquement aux conditions de la route et à la puissance du moteur.

Selon la revue Ny Teknik, c'est un accident de dérapage survenu il y a une dizaine d'années qui aurait mis sur cette voie M. Ceder, qui a assuré seul la mise au point et le financement de son invention.

L'inventeur a fait installer sur une roue motrice et une roue libre de sa voiture des aimants qui transmettent des impulsions à des bobines à induction montées sur le véhicule. Ces impulsions sont amplifiées de manière à former une série dont la fréquence est fonction de la vitesse de rotation des roues. Ces impulsions sont intégrées et transmises à un dispositif émettant des signaux traduisant la différence de vitesse de rotation entre les roues motrices et les roues libres, c'est-à-dire le dérapage.

Lorsque ce dérapage excède une limite fixée d'avance, le conducteur reçoit un signal en même temps que les gaz sont coupés. La limite de tolérance du patinage des roues est contrôlée par l'accélérateur, autrement dit elle dépend de la vitesse, de l'accélération et de la pente.

Cet appareil peut également servir de tachymètre et d'indicateur de limite de vitesse. Selon son inventeur, il est possible de le perfectionner pour le faire servir au contrôle des freins et pour obtenir un freinage optimal. Le matériel électronique requis est simple et bon marché. Les services de sécurité routière et les constructeurs d'automobiles s'y intéresseraient. L'enregistrement du brevet est en cours.

#### **Le premier dispositif électronique permettant l'enregistrement et la transmission des informations météorologiques**

L'Armée de l'Air suédoise a passé commande à la standard Radio & Telefon (SRT) d'une installation électronique, supposée être la première de son genre au monde, pour la transmission et la représentation des informations météorolo-



## **L'Enregistrement des données en quelques secondes**

### **grâce aux papiers à impression directe KODAK LINAGRAPH**

Les papiers à impression directe KODAK LINAGRAPH, types 1843 et 1855, vous permettent d'obtenir une image rapide ("pop-up") et une grande sensibilité d'enregistrement — parfait pour l'enregistrement sur oscillographes équipés de sources lumineuses à haute intensité tungstène. Les tracés que vous obtenez sont visibles en quelques secondes.

Le papier à impression directe KODAK LINAGRAPH, type 1843, est un papier d'épaisseur standard; le type 1855 est un papier extra-fin. Ces deux papiers sont identiques à tous points de vue, à l'exception de leur épaisseur.

Les deux papiers permettent d'enregistrer à une grande vitesse; jusqu'à 80,000 pps, dans les enregistreurs à vapeur de mercure. Ils donnent d'excellents résultats dans les enregistreurs au xénon et au tungstène. Ils ont, de plus, une stabilité d'image excellente à la lumière ambiante normale d'une pièce. Le développement ordinaire assure la stabilité de l'image.

Si vous désirez plus de renseignements ou une démonstration des papiers à impression directe KODAK LINAGRAPH et sur les autres produits Kodak, contactez Canadian Kodak Co., Limited, Toronto 15, Ontario.

**Kodak**

giques et permettant d'établir des cartes météorologiques en quelques secondes, de les corriger directement sur l'écran au moyen d'un instrument spécial muni d'une cellule photo-électrique, nommé "lightopen" et de les transférer immédiatement par un appareil modèle "Telefax" qui assure la retransmission en facsimilé.

Projeté sur un écran secondaire, l'image des renseignements reçus peut être microphotographiée, soit pour être transformée ensuite en copie ordinaire en blanc-et-noir, soit pour être retransmise. L'installation ne permet pas seulement au météorologue de choisir n'importe quelle information et d'en sélectionner les données parmi l'encombrement des dates tirées des ordinateurs, mais aussi de diriger ses enquêtes sur n'importe quelle région et n'importe quelle altitude entre les stations d'observation.

C'est toujours au météorologue qu'il appartient de prendre la décision finale mais ce système évite un flot de papier et permet un exposé exact des renseignements atmosphériques les plus récentes.

Ce système est le premier qui soit basé sur le procédé immédiat, direct et sans délai ("real time processing"). Le dispositif lui-même représente la troisième génération du système SRT de contrôle de la navigation aérienne, avec ordinateurs et écrans rectangulaires de 25 pouces construits sur des éléments en micro-circuits pour projection à la lumière du jour.

### Protection des côtes contre la pollution due aux produits pétroliers

L'accroissement rapide du tonnage des pétroliers, destiné à faire face aux exigences croissantes de l'industrie moderne, a récemment attiré l'attention des techniciens navals sur le grave problème de la pollution des eaux marines et de la protection des côtes, non seulement contre les résidus du pétrole qui risquent d'être déversés dans la mer pendant les opérations de chargement et de déchargement, mais aussi contre un danger plus grave dérivant d'une véritable marée de pétrole qui risque de se déverser sur la côte dans le cas du naufrage d'un superpétrolier.

En vue de trouver une solution à ce problème, on a récemment mis au point un type de barrage à pannes flottantes ne pouvant pas couler, étudié par des experts navals et construit avec des matières plastiques renforcées produites par Montecatini Edison qui assurent une grande résistance mécanique de même qu'une grande résistance au vieillissement.

Ces pannes flottantes sont produites par la Société Dube et sont brevetées. Elles peuvent être utilisées pour des barrages permanents ou semi-ouverts de même qu'elles peuvent être immédiatement installées en cas d'urgence.

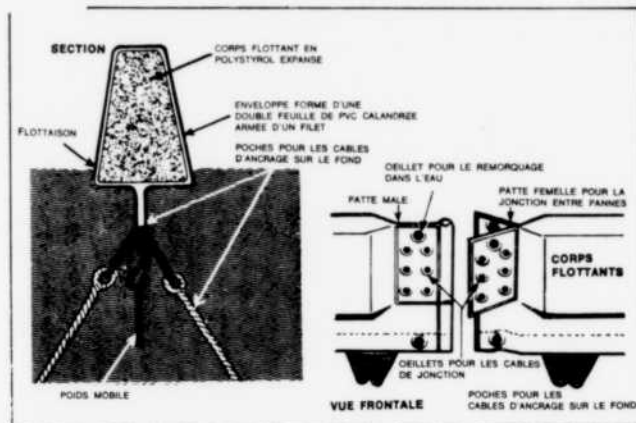
Elles sont formées d'éléments modulaires de 8,50 m de long et pesant environ 8.5 kg.

Chacun de ces éléments, qui se compose de six flotteurs formés par un cœur en polystyrol expansé, est placé dans une poche en double feuille de P V C renforcé qui se prolonge sous la ligne de flottaison.

Chaque poche est pourvue, sous son bord inférieur, d'oeillets pour l'application de poids et de doubles oreilles pour l'ancrage sur le fond. Pour rattacher ces éléments l'un à l'autre, on a pourvu l'extrémité de chacun d'entre eux d'une patte mâle; la jonction est assurée par de petits câbles de diamètre approprié qui passent à travers les oreilles des pattes. Quatre de ces oreilles sont sur la ligne de flottaison et deux

sont immergés sous le fil de l'eau; l'étanchéité de la jonction est de toute manière assurée par l'adhérence du matériel plastique.

Le module choisi pour les pannes permet, même sur de longs tronçons de barrage, d'ouvrir en n'importe quel point, rapidement et simplement, les espaces nécessaires au passage du navire. Les petites embarcations peuvent dépasser le barrage sans en soulever les différents éléments, mais en coulant les corps flottants avec leurs propres poids et avec une gaffe manoeuvrée à la proue. Le matériel utilisé permet de nettoyer les pannes avec les outils et les produits généralement utilisés pour le nettoyage des fers de n'importe quel type.



La figure illustre l'installation des pannes.

L'alourdissement, destiné à garantir la verticalité et la résistance à l'action de la dérive, est réalisé à l'aide de poids mobiles.

Dans des conditions ambiantes moyennes chacun des douze poids prévus par élément modulaire doit être d'environ 1,5 kg. On peut utiliser n'importe quel type de corps mort.

Les poids pouvant être retirés pendant le maniement des pannes hors de l'eau, on peut jouir au maximum de leurs caractéristiques de légèreté, de pliage et de facilité de stockage.

D'autre part, les poids sont fixés de façon à ce que les pannes lestées puissent être jetées à l'eau dans les cas d'urgence sans courir le risque de perdre un de ces poids.

### Cyclotron très original à Grenoble

Les essais d'un nouvel accélérateur de particules, destiné aux chercheurs français, ont commencé à la Faculté des Sciences de Grenoble. Il s'agit d'un cyclotron isochrone relativiste conçu et réalisé par le Centre physique électronique et corpusculaire de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.

Cette nouvelle machine est destinée à fournir, en régime permanent, des faisceaux de particules atomiques (protons, deutons, etc.). Pour les protons, l'énergie pourra atteindre 60 millions d'électron-volts.

Le cyclotron relativiste est principalement un appareil de recherche fondamentale pour la physique nucléaire, la chimie nucléaire et la physique du solide. Il servira, non seulement à l'étude des interactions des particules, mais également à celle des radioisotopes et des défauts de structures solides et des dommages produits sur les matériaux par de fortes irradiations.

L'accélérateur comporte un électro-aimant d'un poids d'environ 200 tonnes. C'est un nouvel instrument de recherche de pointe pour l'activité de l'Université de Grenoble. ■

## BEAULIEU, TRUDEAU ET ASSOCIÉS

*Ingénieurs-Conseils*

Gérard O. Beaulieu, Ing.

Marc R. Trudeau, Ing.

Pierre G. Beaulieu, Ing.

J.-René Lalancette, Ing.

Gilles Gascon, Ing.

Yvon Delisle, Ing.

Jean-Marie Maccabée, Ing.

Fernand Leclerc, Ing.

Robert Morissette, Ing.

Place du Canada, suite 2220, Montréal 3 / 866-2471

## GEO. DEMERS DEMERS, LEMIEUX ET ROY INGÉNIEURS-CONSEILS

Aménagements hydroélectriques Travaux publics  
Travaux industriels Voirie Travaux maritimes  
Bâtiments Travaux municipaux

**CABINET FONDÉ EN 1942**

845 OUEST ST-CYRILLE  
QUÉBEC, P.Q.  
TÉL. 418-681-7324

PLACE DU CANADA  
MONTRÉAL 3, QUÉ.  
TÉL. (514) 866-3811

2168 Est, Mont-Royal  
MONTRÉAL 34

523-5621  
523-5990

## LEFRANÇOIS — LAFLAMME — GAUTHIER

INGÉNIEURS-CONSEILS

**MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ**

J.-G. LEFRANÇOIS  
Poly. '36

M. LAFLAMME  
Poly. '36

R. GAUTHIER  
Poly. '48

## LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS

*Ingénieurs-conseils*

615, rue Belmont

Montréal 3

## Lalonde, Girouard & Letendre

*Ingénieurs-conseils*

8790, avenue du Parc — Tél. 384-6410  
MONTRÉAL 11, QUÉ.

## MONTI, LAVOIE, NADON

*Ingénieurs-conseils*

Génie civil, mécanique et industriel  
Pâtes et papiers

1253 MCGILL COLLEGE, MONTRÉAL — 878-9543

## PIETTE, AUDY, LEPINAY, BERTRAND & LEMIEUX

INGÉNIEURS-CONSEILS

BUREAU  
1134, CHEMIN ST-LOUIS  
SILLERY, QUÉ. (6)

TÉL. : 683-3458



SONDAGES  
CONTRÔLE  
DES  
MATÉRIAUX

**TESTS DE FONDATION INC.  
FOUNDATION TESTING INC.**

435 BOULEVARD DÉCARIE, MONTRÉAL 9  
TÉL. : 744-2866

## COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC. (1937)

615, rue Belmont, Montréal 3

*Spécialistes en Géotechnique*



Sondages et forages;  
Essais en laboratoire;  
Rapports complets et  
recommandations.

Tél. : 866-2433

LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.  
400 BOUL. LABELLE, LAVAL, QUÉ. 888-0840



- Forages et relevés géophysiques
- Études géotechniques
- Contrôle de sol, béton, asphalte et acier



**CELLULE D'ENTRÉE 27KV**  
Type extérieur

Elle contient :

- 1 tête de câble 34.5KV
- 1 sectionneur de charge Stop'arc avec dispositif de protection contre la perte d'une phase
- 3 fusibles HRC 2700MVA
- 1 cellule de transition pour raccordement à un transformateur 2500KVA



**MONTEL INC.**

Siège social et usine :  
C. P. 130,  
MONTMAGNY, QUÉ.  
TÉL. : 248-0235

Succursale :  
Édifice Fides  
235 est, Dorchester  
MONTRÉAL 18, QUÉ.  
TÉL. : 861-7445

## INDEX DES ANNONCEURS

Algoma Steel Corp. Ltd., The .....	11
American Air Filter of Canada Ltd. ....	2
Atlas Steels Company .....	C-IV
•	
Bailey Meter Co. Ltd. ....	C-III
Beaulieu, Trudeau & Associés .....	37
•	
Canadian Kodak Co. Ltd. ....	35
Compagnie Nationale de Forage & Sondage Inc. ....	38
Crane Canada Ltd. ....	9
•	
Demers, Geo. ....	37
•	
Fiberglas Canada Ltd. ....	21
•	
Hewitt Equipment Ltd. ....	14
Horton Steel Works Ltd. ....	4
Hydro-Québec .....	5
•	
KeepRite Products Ltd. ....	C-II
•	
Laboratoires Ville-Marie Inc., Les .....	38
Lalonde, Girouard & Letendre .....	37
Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés .....	37
Lefrançois, Laflamme, Gauthier .....	37
Lord & Cie Ltée .....	33
•	
Montel Inc. ....	38
Monti, Lavoie, Nadon .....	37
•	
Northern Electric Co. Ltd. ....	13
•	
Peacock Bros. Ltd. ....	34
Piette, Audy, Lepinay, Bertrand & Lemieux .....	37
•	
Tests de Fondation Inc. ....	37
•	
Warnock Hersey International Ltd. ....	38

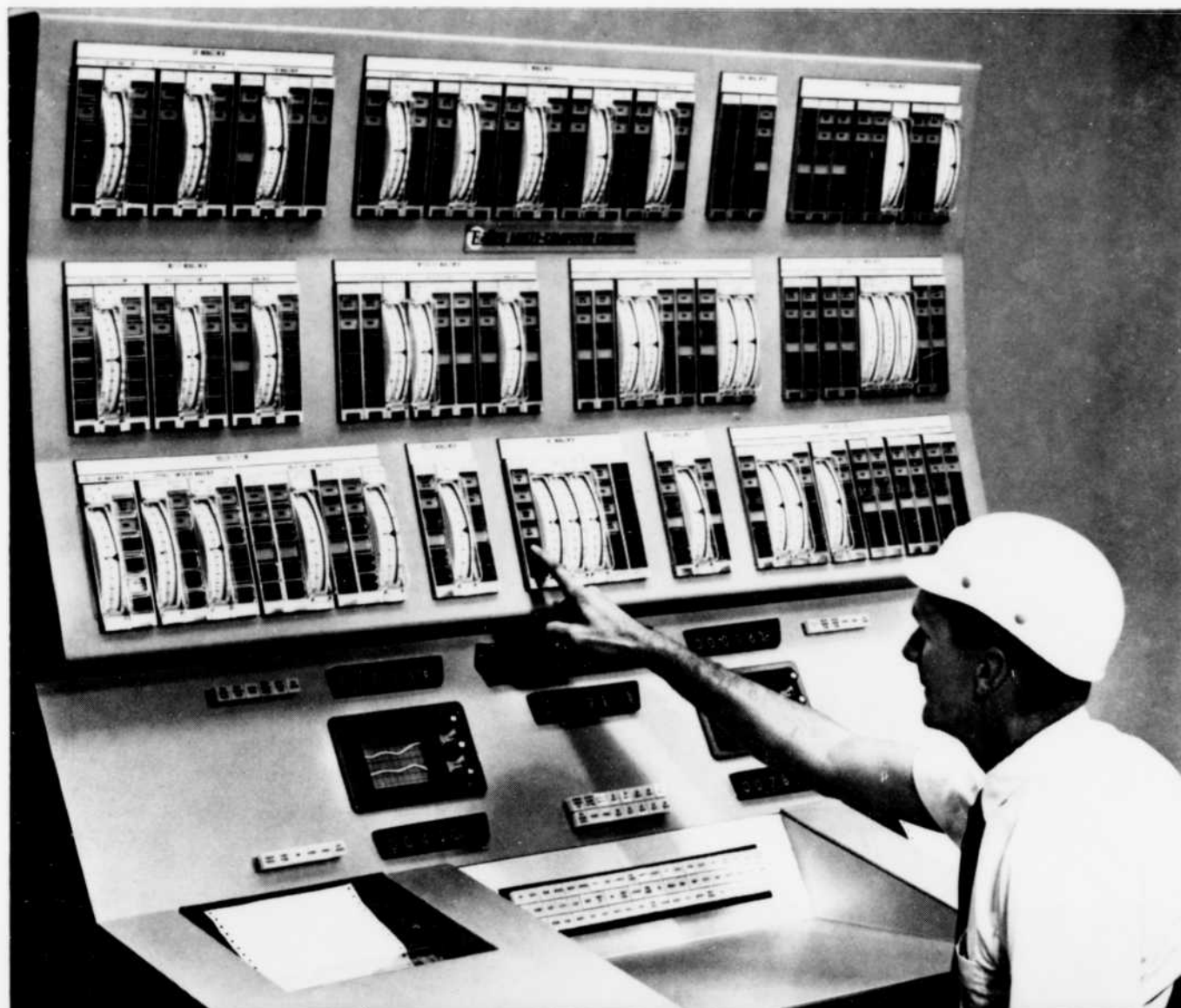


### DIVISION DES SERVICES PROFESSIONNELS

- ÉTUDES ÉCONOMIQUES ET DE RENTABILITÉ • ÉVALUATIONS
- EXPERTISES DE MATÉRIAUX • SERVICES GÉOTECHNIQUES
- ESSAIS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET NON-DESTRUCTIFS
- INSPECTION • ORDONNANCEMENT

PRINCIPAUX BUREAUX: VANCOUVER - EDMONTON - REGINA - WINNIPEG  
TORONTO - HAMILTON - MONTRÉAL - FREDERICTON - HALIFAX - ST-JOHN'S

**WARNOCK HERSEY INTERNATIONAL LIMITED**



## Avec Bailey, un homme devient une assemblée d'experts

Que quelque chose se dérègle quelque part, ce nouveau centre de commande s'en apercevra sur-le-champ . . . ainsi que son unique opérateur. Celui-ci n'aura qu'à pousser sur un bouton pour modifier la situation. Une vraie assemblée d'experts!

Prévu pour un seul opérateur et parfaitement à sa mesure, le centre de commande Bailey est un véritable centre de direction condensé. Toutes les informations de l'usine y apparaissent ou peuvent y être obtenues sous forme facilement intelligible. Toutes les fonctions de contrôle de l'usine sont ouvertes à la surveillance et à l'intervention de l'opérateur, en cas de nécessité.

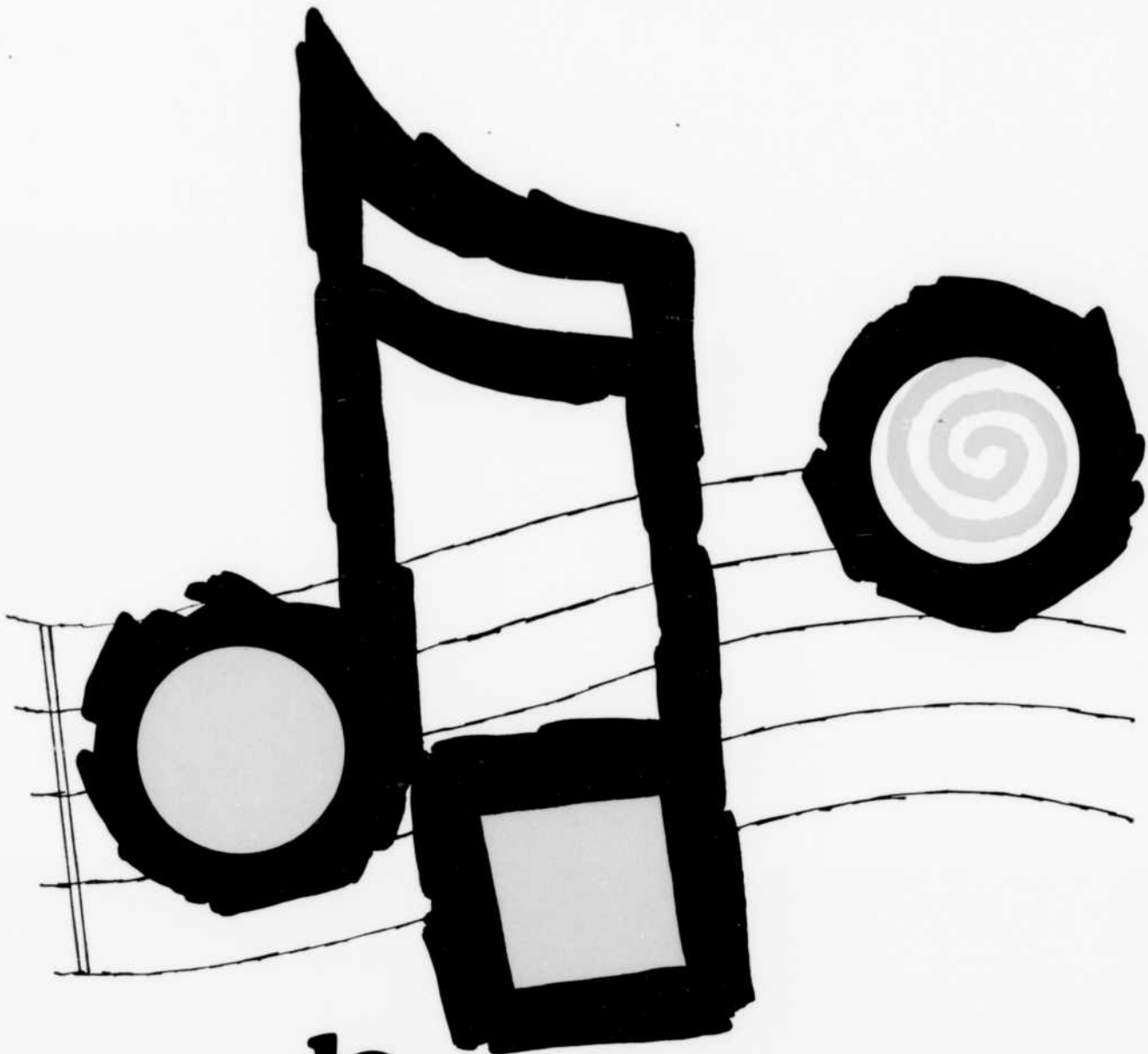
Les commandes et indicateurs analogiques et numériques, y compris les commandes de moteurs sont combinés de façon à fournir à l'opérateur une présentation des données et une méthode d'opération uniformément logiques.

Le groupement de l'équipement en modules, exclusif à Bailey, offre également d'importants avantages à votre ingénieur de projets ainsi qu'au personnel chargé de la planification des travaux, de l'installation et de l'instrumentation. Pour vous rendre compte comment Bailey peut vous aider à établir un système d'automatisation bien conçu, écrivez-nous et nous vous enverrons notre bulletin No. LB700-2.

Bailey Meter Company Limited,  
205, boul. Brunswick, Pointe-Claire, P.Q.  
ou consultez le bureau Bailey le plus près.

**Bailey**

**BAILEY METER COMPANY LIMITED**  
205, boulevard Brunswick, Pointe-Claire, P.Q.



**la  
bonne  
gamme.**

Atlas Steel offre la gamme d'aciers spéciaux (ronds, carrés et plats) la plus étendue qui soit aux usagers canadiens: aciers à outils, aciers pour usinage accéléré, aciers inoxydables, aciers à machinerie, aciers d'emploi spécial, produits au Canada par Atlas, selon les normes de qualité les plus modernes. Disponibles dans tout le pays, ces aciers sont appuyés par les services métallurgiques Atlas. Mettez l'emphase sur la qualité. Exigez Atlas.

**Atlas Steels**

UNE DIVISION DE RIO ALGOM  
WELLAND, ONTARIO

