

A O Û T 1 9 6 5
VOLUME 51 — No 206

L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION



RECTIFIEUSE DE VILEBREQUINS



L'acquisition de cette machine nous permet de fournir les **avantages** que voici à nos clients:

1. Contrôle supérieur à la livraison.
2. Meulage exécuté selon les spécifications exactes de la manufacture.
3. Tolérances réduites dans l'écart des coussinets, d'où prolongation de la durée du moteur.
4. Finissage ultra fin du meulage afin de réduire la friction le plus possible sur certaines surfaces, d'où prolongation de la durée des coussinets.
5. Le meulage conservera un rayon approprié dans les filets afin d'en maintenir la robustesse. Lorsque les filets présentent les caractéristiques appropriées, le moteur se trouve à l'abri de l'apparition de fissures dans les joues des manivelles et des ruptures qui pourraient s'ensuivre.

NOUVEAU SERVICE DE VILEBREQUINS par Hewitt

MACHINE À REDRESSER LES VILEBREQUINS



Cette toute nouvelle machine spécialement conçue pour redresser les vilebrequins, utilisée conjointement avec notre nouvelle machine **SONOFLUX** et notre nouvelle rectifieuse de vilebrequins, est un autre exemple démontrant tout le souci que se donne Hewitt pour vous procurer un "**Service complet**".

Plusieurs causes peuvent produire le gauschissement et la distortion des vilebrequins, comme par exemple: la défaillance de pièces internes comme les pistons et les bielles. Elles peuvent provenir aussi de l'extérieur comme par exemple: l'application soudaine d'une charge extrêmement lourde, ou même l'entrée d'eau ou de liquide par la cheminée d'échappement.

Hewitt possède les outils, la main-d'oeuvre et le savoir-faire. Confiez-nous dès aujourd'hui le soin de vérifier, redresser et rectifier vos vilebrequins. Lorsque vous confiez le travail à Hewitt, vous êtes assurés d'obtenir satisfaction.

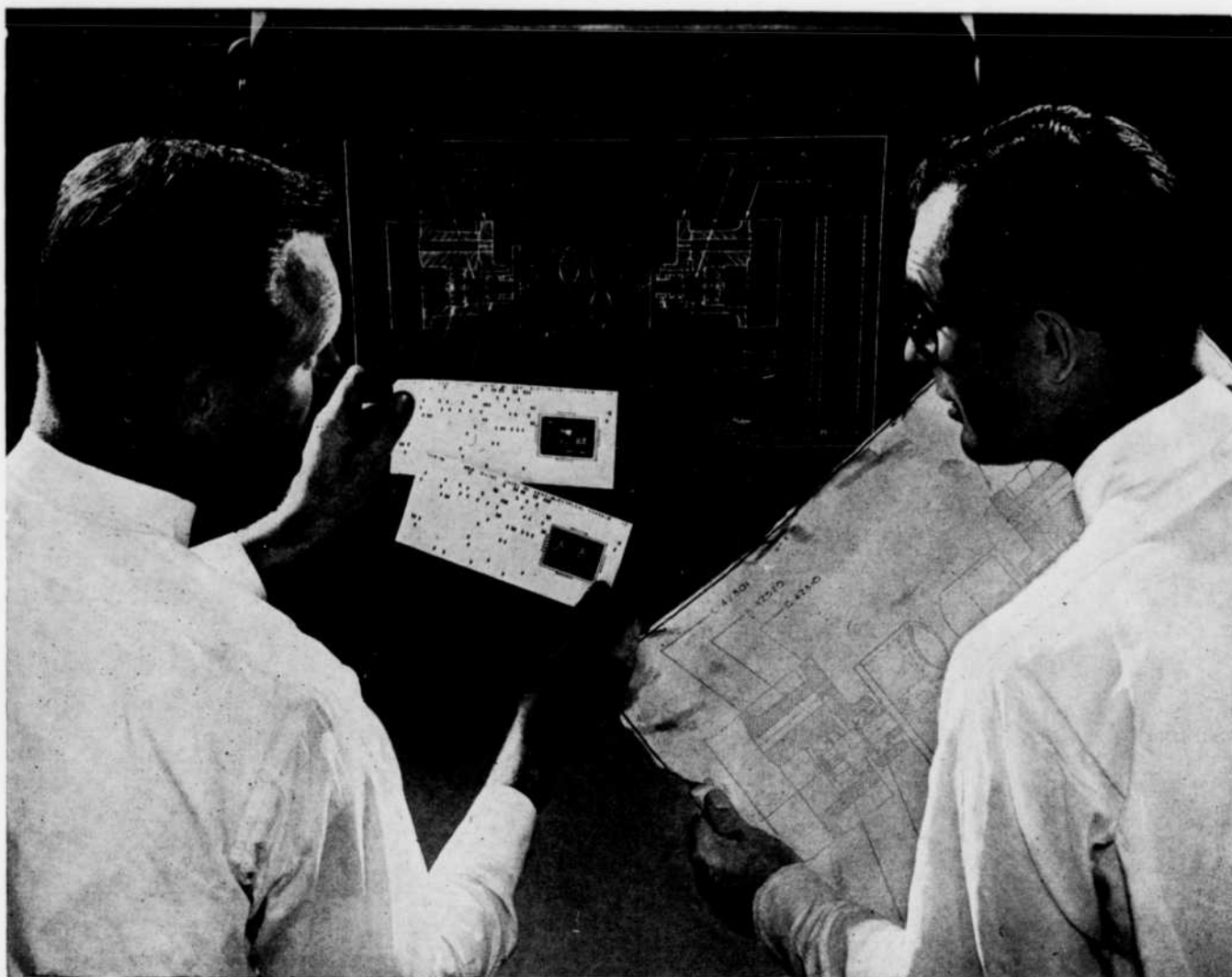
Communiquez avec nous dès maintenant pour la documentation et renseignements complets.

Votre concessionnaire Caterpillar au Québec

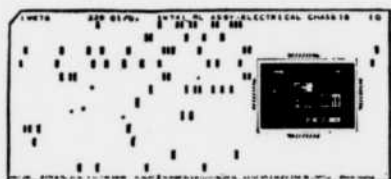
Hewitt Equipment Limited

"Cat" et "Caterpillar" sont des marques déposées.

Route Trans-Canada
Pointe-Claire, Québec
Tél.: (514) 697-6911



"C'est tellement plus facile de consulter un devis sur microfilm Recordak!"



Attendez d'avoir vu comme le système de précision RECORDAK pour dessin industriel transforme tous vos dessins, de formats et de types différents, en une série d'images microfilmées dépassant même les normes d'excellence du Ministère de la Défense nationale du Canada.

Épargnes dont vous bénéficiez. Les devis reproduits sur microfilm de 35mm prennent 98% moins d'espace que les originaux. Plus besoin d'attendre la reproduction coûteuse de doubles pour vos dossiers. Les devis sur film, réduits au format et à la simplicité d'un fichier, peuvent être consultés en quelques secondes

... reproduits instantanément à peu de frais—en format fichier à l'usage des ingénieurs ou en impressions agrandies, sur papier.

Double sécurité: Vous pouvez conserver des doubles de ces microfilms sur carte hors de l'immeuble pour les mieux garantir de tous risques de perte ou de destruction par le feu, les inondations ou autres catastrophes.

Et ce n'est pas tout: Une brochure gratuite, donnant tous détails sur le

microfilmage de précision RECORDAK, est offerte par RECORDAK et les distributeurs de microfilms RECORDAK.

RECORDAK®

of Canada, Limited

(Filiale de la Eastman Kodak Company)

Halifax • Québec • Montréal • Ottawa
Toronto • Hamilton • London • Sudbury
Winnipeg • Regina • Edmonton • Vancouver

RECORDAK of Canada, Limited, 4988 Place de Savane, MONTRÉAL, P.Q.
Veuillez m'envoyer la brochure décrivant le système RECORDAK pour dessin industriel.

L-8-65

Nom _____ Position _____
Firme _____
Adresse _____
Ville _____ Province _____

Pour les centres de vente et de service, consultez les PAGES JAUNES de l'annuaire du téléphone, sous le titre "MICROFILMS" afin d'obtenir l'adresse et le numéro de téléphone.



Même à l'époque
de Louis Riel...
Fairbanks-Morse
fabriquait des pompes!

Depuis 1885 Fairbanks-Morse fabrique des pompes de tout genre et de toutes capacités imaginables. Des pompes pour systèmes d'eau, d'égouts; pour fabriques de pâte à papier; pour mines; pour raffineries de pétrole; pour municipalités; pour les services publics; et pour mille applications semblables. Canadian Locomotive fabriquera des pompes Fairbanks-Morse selon vos besoins ou vous livrera un des modèles réguliers de pompes verticales ou horizontales. Veuillez écrire aujourd'hui même pour renseignements complets, ou communiquer avec votre distributeur Fairbanks-Morse le plus près.

LES POMPES FAIRBANKS-MORSE

FABRIQUÉES ET DISTRIBUÉES PAR
CANADIAN LOCOMOTIVE COMPANY LTD.

REPRÉSENTANTS:
HYDRO-DYNAMIQUE LTÉE
3240, SARTELON
MONTREAL 9, QUÉ. — TÉL. 748-6791

HYDRO MÉCANIQUE INC.
1259, VINCENT MASSEY
QUÉBEC 8, QUÉ. — TÉL. 681-7764
399, BOUL. STE-MADELEINE
CAP-DE-LA-MADELEINE, QUÉ.
TÉL. 378-8871

L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION

SOMMAIRE

Vol. 51 — No 205
AOÛT 1965

ARTICLES TECHNIQUES

LA NOUVELLE ÉVOLUTION DANS LE DOMAINE DE LA SUPRACONDUCTIBILITÉ par P. Grassman	28
LE BARRAGE DE MANIC 5 — LE PROJET ET SES ÉTUDES (III ^e PARTIE) par G. Turenne, J. Fabreguettes et S. Valent	34
TRANSFORMATEURS DE COURANT POUR 765 KV par L. Erhart	39
LE NOUVEAU LABORATOIRE DE PHYSIQUE DE L'ÉTAT SOLIDE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE par Alain Breton	42
LE POTENTIEL ZETA, UNE TECHNIQUE MODERNE par André C. Gosselin	45

RUBRIQUES

TOUR D'HORIZON	8
COUP D'OEIL SUR LA TECHNOLOGIE	18
SCIENCE-PROGRÈS	22
ÉCHOS DE L'INDUSTRIE	48
CARNET DES INGÉNIEURS	52
BIBLIOGRAPHIE	56
AGENDA	63
INDEX DES ANNONCEURS	68

PHOTO DE COUVERTURE

La structure d'un pylône encadre un inspecteur de l'Hydro-Québec qui, à l'aide d'un téléphone, dirige la manoeuvre d'un treuil et d'un tendeur distants de deux milles l'un de l'autre, qui servent à amener à sa position définitive le conducteur électrique en aluminium, conçu spécialement par l'Alcan conformément aux prescriptions de l'Hydro-Québec, pour les franchissements de cours d'eau de la ligne de transport d'énergie Manicouagan-Montréal. Ce conducteur électrique se compose de 23 torons en alliage d'aluminium D50S enroulés autour d'une âme de renfort. Ils ne mesurent que 1.1" de diamètre mais leur résistance à la tension est de 110,000 lb. La ligne de transmission triphasée se compose de 12 conducteurs réunis en faisceaux de quatre.

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

PERSONNEL : Ernest Lavigne, secrétaire délégué; René Soulard, administrateur; Léo Gaireau, trésorier; Louis Trudel, rédacteur en chef.

ÉDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, en collaboration avec l'Ecole Polytechnique de Montréal, la Faculté des Sciences de l'Université Laval et la Faculté des Sciences de l'Université de Sherbrooke, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada. Tél. 739-2451. Parution : février, avril, juin, août, octobre et décembre. — Imprimeur : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et États-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Le Ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé 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 conservent 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 Board **CCAB**

NOS COLLABORATEURS

Monsieur ALAIN BRETON, B.A., B.Sc.A., Ing., M.Sc., diplômé de Polytechnique (1953) et de M.I.T. (1957), est professeur agrégé à Polytechnique. Il a enseigné depuis 1953 la Physique, l'Electronique, la Technique des micro-ondes et la Physique de l'état solide. Il a mis au point les laboratoires suivants: Communications, Technique des micro-ondes et Physique de l'état solide. Chargé de cours à l'université de Sherbrooke, il a enseigné à tour de rôle la Théorie des circuits, l'Electromagnétisme et la Technique des micro-ondes et Communications. M. Breton est président sortant de charge de la section montréalaise de l'IEEE.



M. SERGE VALENT
est ingénieur civil
senior au service de
Surveyer, Nenniger
& Chênevert,
ingénieurs-conseils
à Montréal.



M. A. BERGERON



M. J. FABREGUETTES
est au service de la
Société Coyne & Bellier,
ingénieurs-conseils
à Paris.



M. GASTON TURENNE
est ingénieur
des projets à
l'Hydro-Québec.

Monsieur ANDRE C. GOSSELIN, diplômé de Polytechnique (1954), est ingénieur au service de la ville de Lachine. Il est chargé de tout ce qui a trait aux aqueducs, égouts et usine de filtration.

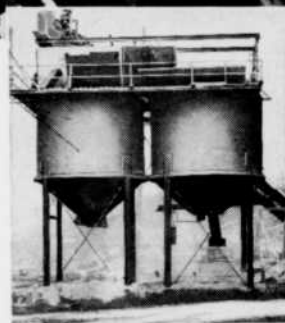
Monsieur P. GRASSMAN, professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, est chargé du cours de "Technique frigorifique, appareils calorifiques".

L'INGÉNIEUR



beauté en acier grâce à la versatilité Horton

De la bache de centrale nucléaire
à la trémie à pierres
en acier épais ou mince
standard ou d'après
des normes spéciales,



Horton apporte la solution

Grâce aux connaissances élaborées de Horton dans la fabrication de plaques d'acier, tous les travaux, y compris l'érection complète d'après les spécifications, sont faits selon un contrôle très sévère de la qualité. Pour une solution appropriée à tous les problèmes de fabrication en plaques d'acier, communiquez aujourd'hui même avec le personnel compétent du service du génie Horton.

652F



HORTON STEEL

WORKS, LIMITED
1255 RUE UNIVERSITÉ, MONTRÉAL, P.Q.

RÉSERVOIRS ET TRAVAUX EN PLAQUES D'ACIER POUR TOUT USAGE INDUSTRIEL ...
EN ACIER AU CARBONE, EN MÉTAUX SPÉCIAUX ET EN ALLIAGES.

AOÛT 1965 — 3



Ce *PSC est encore meilleur qu'il ne le paraît!

C'est parce que la qualité que vous associez normalement aux produits I-T-E a été étendue aux *Centres de Commutateurs de Courant! Ces nouveaux PSC ont les mêmes caractéristiques de base que les commutateurs à renfort de métal I-T-E bien connus. Toutes les portes et les panneaux sont en acier laminé No 11 . . . les panneaux arrière sont à charnières pour en faciliter l'accès . . . les portes avant à panneaux divisés sont interbloquées pour prévenir un contact accidentel avec des fusibles sous tension. . . Tous les commutateurs et les installations de bus sont constitués d'air et de porcelaine . . . et la construction complète est

conforme aux normes en vigueur de la CEMA, la CSA et l'ASA.

Si donc vous n'avez pas besoin de *toutes* les caractéristiques des coupe-circuits I-T-E . . . et si vous recherchez des prix plus bas tout en conservant une protection adéquate des circuits . . . considérez l'installation de *Centres de Commutateurs de Courant I-T-E. Ils sont les meilleurs pour l'application à laquelle ils sont destinés.

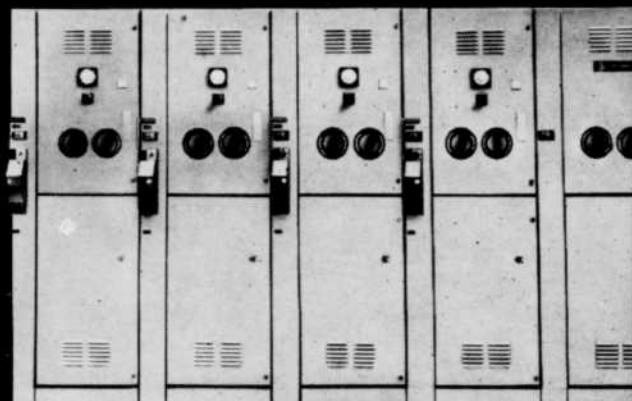
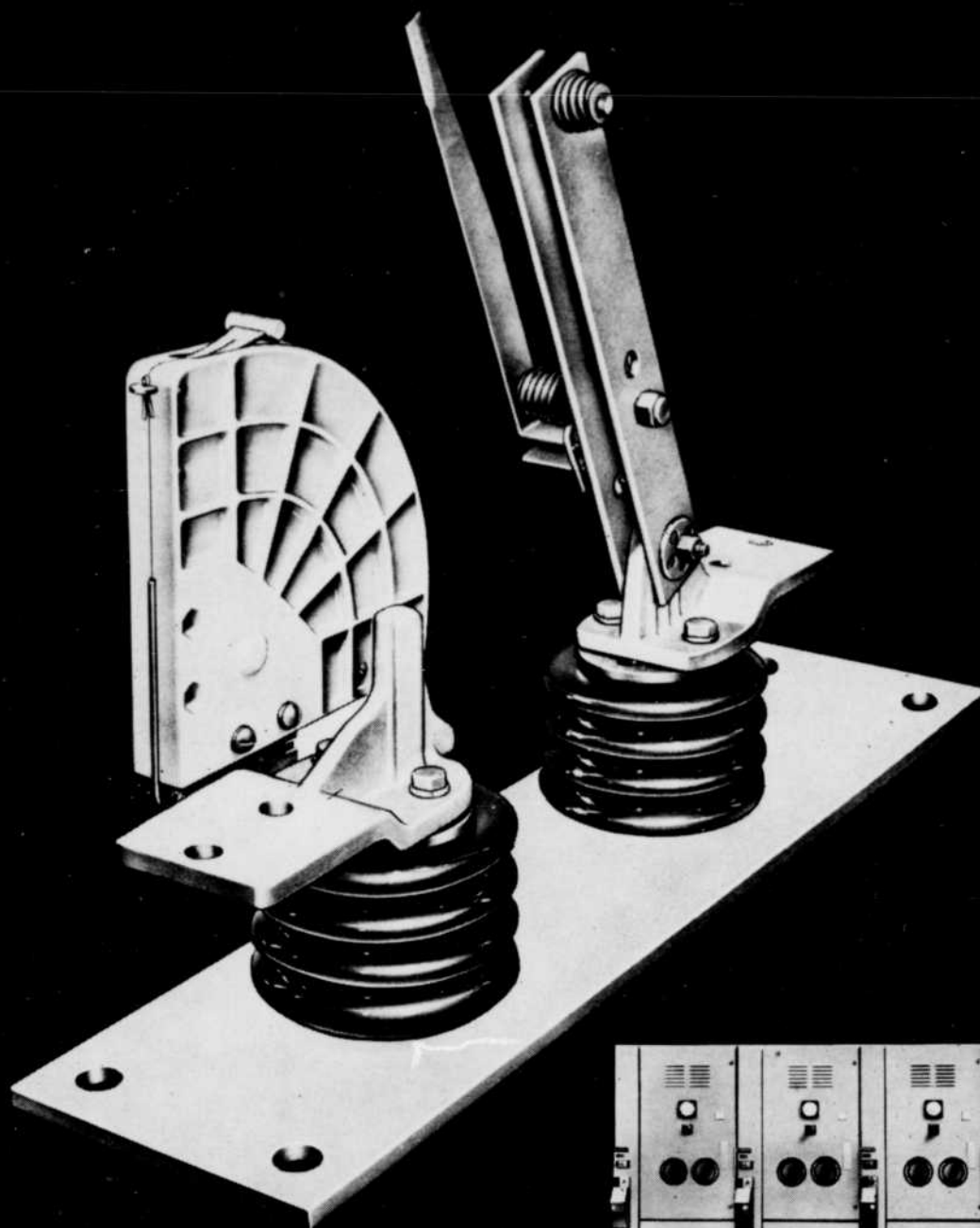
Pour obtenir de plus amples renseignements sur PSC, discutez avec un représentant de I-T-E . . . ou écrivez pour demander des brochures descriptives!



I-T-E CIRCUIT BREAKER (CANADA) LIMITED

EASTERN POWER DEVICES DIVISION

2401 DIXIE ROAD,
PORT CREDIT, ONTARIO



Le coupe-circuit le plus net que vous ayez jamais eu!

Cette lame d'interrupteur coupe d'une façon vive et nette et est entièrement visible. Et ce n'est là que l'un des nombreux avantages de l'Interrupteur de Charge HPL-C fourni avec les nouveaux Centres de Commutateurs de Courant I-T-E.

Ce nouveau commutateur dure plus longtemps que tout autre commutateur sur le marché. Il a été éprouvé sur plus de 300 opérations de 600 ampères et sur plus de 1000 opérations de courants moins élevés.

L'entretien en est très simple aussi... tous les contacts sont visibles quand le commutateur est ouvert et peuvent être facilement remplacés lorsque nécessaire... l'amortisseur à étincelles peut également être enlevé et remplacé. Ce commutateur est approuvé par la CSA pour 600 et 1200 ampères et est disponible en 5 et 15 KW.

Pour plus de renseignements, discutez avec un représentant de I-T-E ou écrivez pour demander des brochures descriptives.



I-T-E CIRCUIT BREAKER (CANADA) LIMITED
EASTERN POWER DEVICES DIVISION

2401 DIXIE ROAD,
PORT CREDIT, ONTARIO



L'UBIQUITÉ
VOUS
EST
MAINTENANT
POSSIBLE

En notre ère de spécialisation et de perfectionnement original des câbles, l'ingénieur conseil ou l'architecte a presque besoin d'yeux dans le dos pour arriver. Soit cela ou des rapports de travail intimes avec quelqu'un qui consacre *tout* son temps à ce domaine.

Ceci est possible—sans qu'il vous en coûte un sou—grâce à Canada Wire. Le saviez-vous?

Il vous suffit d'un coup de téléphone—de n'importe où—pour vous assurer de l'assistance experte et créatrice d'un ingénieur de Canada Wire. Aucune obligation.

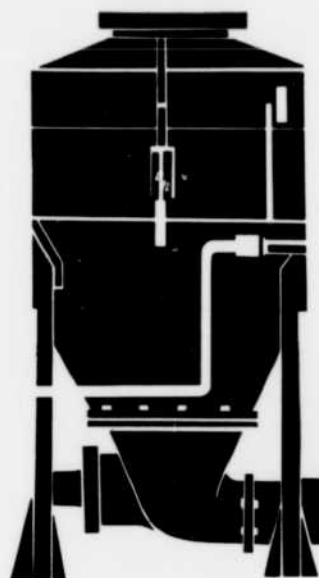
CANADA WIRE

CANADA WIRE AND CABLE COMPANY LIMITED

75 ouest boulevard Dorchester, Montréal, P.Q. O. W. Francoeur, Directeur des Ventes, Région de l'Est



À PRÉSENT AU CANADA



placy

TRANSPORTEUR PNEUMATIQUE DE BÉTON

Le moyen pratique, rapide et économique de transporter le béton jusqu'à 340 pieds à la verticale et 1000 pieds à l'horizontale (ou une combinaison de ces distances).

Des milliers d'installations sont en service dans le monde entier. Elles ont déjà fait leurs preuves dans des chantiers de construction canadiens où leur usage se répand.

- CAPACITÉS DE 10 à 45 vges cu. à l'heure.
- AGRÉGATS allant jusqu'à 3".
- N'exigent aucune main-d'œuvre qualifiée.
- Peuvent fonctionner en continu.
- MODE D'EMPLOI ENSEIGNÉ SUR PLACE, GRATUITEMENT, PAR DES SPÉCIALISTES.
- VENTE OU LOCATION.

ENTREPRENEURS ET DISTRIBUTEURS
sont cordialement invités à nous consulter.
Renseignements et documentation sur demande.

CANADIAN

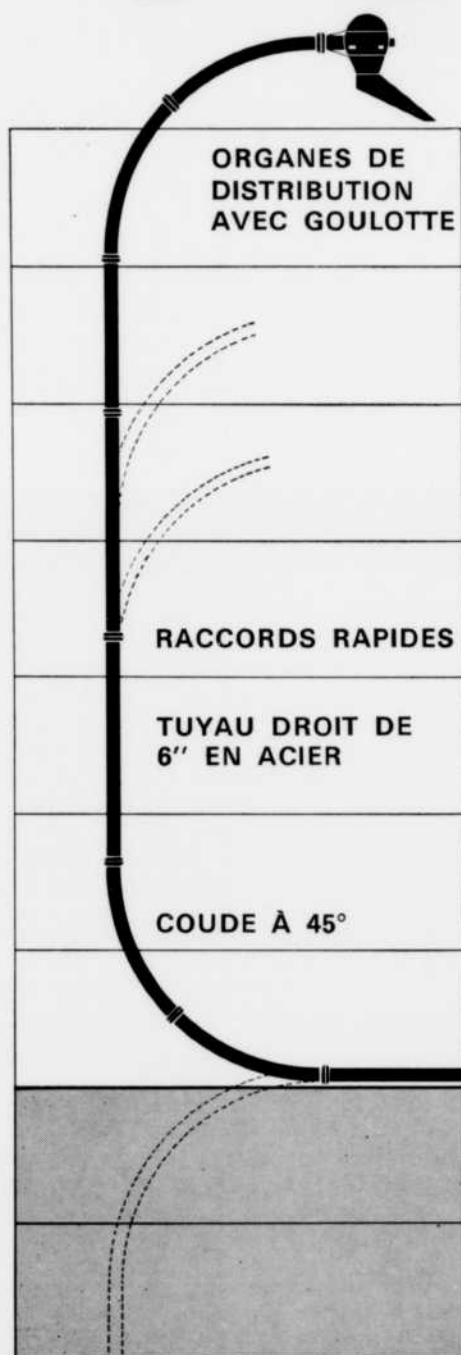
FORMWORK

CORPORATION

2185, avenue Francis Hughes, Chomedey, (P.Q.)



À L'ŒUVRE AU QUÉBEC



INSTALLATION PLACY TYPE



M. Paul E. Riverin est nommé principal de l'Ecole Polytechnique et président de la Corporation

M. Paul E. Riverin vient d'être nommé aux postes de principal de l'Ecole Polytechnique de Montréal et de président de la Corporation de l'Ecole. Il succède à M. Ignace Brouillet.

M. Riverin est diplômé de l'Ecole Polytechnique et de l'Université Queen's. Après dix ans de pratique dans l'industrie minière, il entra à Polytechnique comme professeur agrégé. En 1957, il fut nommé professeur titulaire et en 1958, chef du département de génie minier, poste qu'il occupait jusqu'à maintenant.

Il est président de l'exécutif du Canadian Institute of Mining and Metallurgy, membre de l'Institut des Ingénieurs du Canada, de l'American Society for Engineering Education et de plusieurs autres associations.



M. PAUL E. RIVERIN

M. Brouillet, après avoir enseigné pendant deux ans à Polytechnique, en devenait le directeur en 1945 et le président et principal en 1952.

C'est pendant qu'il occupait ces deux derniers postes qu'en 1958 l'Ecole Polytechnique a laissé la rue Saint-Denis pour le campus de l'Université de Montréal.

M. Brouillet, partenaire de la firme Brouillet, Carmel, Boulva & Associés, entend se consacrer entièrement à la pratique privée et aux affaires que lui imposent les multiples postes de directeur qu'il occupe dans plusieurs sociétés.

Huit ingénieurs français en voyage d'étude au Québec

Huit ingénieurs français ont effectué une mission exploratoire au Québec, au mois de juin dernier, afin de préparer les stages d'ingénieurs prévus dans le

cadre de l'accord entre l'ASTEF (Association pour l'organisation des stages en France) et le ministère de l'Education du Québec.

Le groupe était formé d'ingénieurs qui dirigent en France d'importants bureaux d'études techniques (bureaux d'ingénieurs-conseils) groupant jusqu'à mille ingénieurs et autant de techniciens et qui ont participé, ces dernières années, à la réalisation d'imposants ouvrages de génie en France et dans d'autres parties du monde.

La délégation était composée du président du Syndicat des bureaux d'études techniques de France (Syntec), monsieur de Longevialle, de messieurs Silvère Seurat, président directeur général de la Société européenne d'équipement (EU-REQUIP), François Valiron, directeur de la Société centrale d'équipement du territoire - Coopération (SCET-COOPERATION), Rolland Gillot, directeur général de la Compagnie générale d'études (CEGELERG), Roland Olivier, directeur de la Société d'économie et de mathématiques appliquées (S.E.M.A.), Jacques d'Oillamson, directeur général adjoint à la Société française d'études et de réalisations d'équipements électriques (SOFRELEC), Raymond De Brie, directeur des relations extérieures à la Société d'études spéciales et d'installations industrielles (S.E.I.) et d'un directeur de la Compagnie centrale d'études industrielles (COCEI).

Cette visite des ingénieurs français faisait pendant au séjour effectué en France par six ingénieurs québécois, du 2 au 22 novembre dernier. Ce stage avait permis aux ingénieurs québécois de prendre contact avec les bureaux français d'études techniques et de se familiariser avec les principales réalisations françaises en matière de technique et de génie.

La mise en commun des conclusions de ces voyages permettra d'établir, de

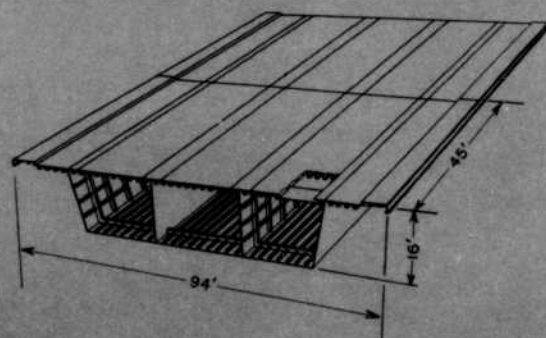


M. IGNACE BROUILLET



Une dalle orthotrope pour le pont d'Expo 67

Les Iles de l'Exposition Universelle seront reliées à l'Île de Montréal par le Pont des Nations—le plus long pont à poutres caissons et dalle orthotrope du monde. Réalisé en acier (plus de 10,000 tonnes), il aura une longueur de 2,265 pi. et comprendra deux travées de 345 pieds et trois de 525 pieds. Large de 94 pieds, il portera une chaussée de 38 pieds, une avenue de 22 pieds pour les piétons, ainsi qu'une emprise de 32 pieds pour le mono-rail. La dalle orthotrope a été choisie pour des raisons d'économie, d'esthétique et de rapidité de montage. Les nouvelles spécifications des aciers, ainsi que les progrès réalisés dans



Dans une dalle orthotrope, les plaques formant le tablier sont incorporées à la superstructure principale et en font partie intégrale. Les plaques du tablier, raidies par des nervures longitudinales et des entretoises transversales, constituent la chaussée après avoir été enduites d'un mince revêtement de bitume.

l'étude et la construction des ouvrages métalliques, permettent d'économiser temps et argent. L'acier, éprouvé par le temps, est encore le matériau le plus moderne.



THE ALGOMA STEEL CORPORATION, LIMITED

SAULT-SAINTE-MARIE, ONTARIO • BUREAUX DE VENTE RÉGIONAUX À SAINT JOHN, MONTRÉAL, TORONTO, HAMILTON, WINDSOR, WINNIPEG, VANCOUVER

part et d'autre, dans quel sens et dans quelles spécialités techniques pourront s'élaborer les échanges subséquents d'ingénieurs prévus dans le cadre de l'accord entre l'ASTEF et le Québec.

Il semble déjà que les ingénieurs québécois bénéficieraient grandement d'un contact avec les réalisations françaises dans les domaines de la production, du transport et de la distribution d'énergie; des usines thermiques et nucléaires, de l'électronique et de la formation professionnelle et technique.

Par ailleurs, le Québec pourrait faire profiter les ingénieurs français de stages avantageux dans les secteurs des autoroutes (construction et entretien), des pâtes et papiers et de l'exécution des travaux par temps froid.

Le présent voyage d'étude était organisé en collaboration par les ministères de l'Éducation et de l'Industrie et du Commerce du Québec, la Corporation des Ingénieurs du Québec et l'Association des ingénieurs-conseils du Canada, chapitre du Québec.

**M. Daniel Wermenlinger
président de la Corporation
des Ingénieurs du Québec**



M. Daniel Wermenlinger est devenu président de la Corporation des Ingénieurs du Québec lors des dernières élections de cette Corporation en avril dernier. Diplômé de McGill en 1946 avec le titre de "B.Eng. (Electrical)" il a débuté comme ingénieur stagiaire pour Shawinigan Water & Power Co., après

quoi il fut affecté en 1947 à la section d'études du réseau, au bureau-chef. De 1948 à 1957, il a été successivement chargé de cours, professeur agrégé et professeur titulaire au Département du Génie électrique de l'Université Laval, où il enseigna les Machines électriques et l'Exploitation de l'énergie électrique. En 1951, il a fait un séjour à Electricité de France, pour prendre connaissance de la technique française dans les domaines de la production, du transport et de la distribution de l'électricité. Il a également travaillé au cours d'étés successifs entre 1948 et 1956 à la Quebec Power Co., à l'Hydro-Québec et à la Canadian General Electric. En 1957, il est entré au service de Cartier, Côté & Piette, comme chef de la section d'électricité. En 1961, il a été invité à se joindre à la direction de la firme Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés. En congé spécial de la firme, il a occupé, en 1963-64, le poste de secrétaire général du Conseil Canadien des Ministres des Ressources.

M. Wermenlinger est membre de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques, de l'Association des Ingénieurs-Conseils du Canada, de l'Engineering Institute of Canada et de l'Institute of Electrical and Electronic Engineers.

**L'A.C.B.R. accorde sept
nouvelles bourses d'étude**

L'Association canadienne des bonnes routes vient d'accorder sept bourses d'étude à des diplômés d'universités qui poursuivront leurs études dans le domaine des sciences relatives au réseau routier. L'une des bourses a une valeur de \$3,000 et les six autres, de \$2,000 chacune. Les sept nouveaux boursiers portent à 64 le nombre des diplômés méritants qui bénéficient de ce programme depuis 1952, et à \$134,000 la valeur totale des bourses octroyées.

Les diplômés étudieront dans quatre universités canadiennes et trois institutions américaines. Ce sont Robert Savage, de Saskatoon, qui poursuivra ses études de doctorat à l'Université Northwestern; Marc Tanguay, de Montréal, à Purdue; Karl Sauer, de Regina, en Californie; Frank Berry, de Victoria, à McGill; A. S. Gill, de Toronto, à Toronto; Robert Gould, de Saint-Jean de Terre-Neuve, au Nova Scotia Technical College et John O'Flynn, de North Bay, qui fréquentera l'Université de Waterloo.

Les bourses de l'Association canadienne des bonnes routes ont été insti-

tuées il y a 13 ans pour pallier à la pénurie d'ingénieurs de réseau routier qui sévissait alors au Canada. Les diplômés qui ont joui de ces bourses depuis 1952 occupent maintenant des postes de commande dans le domaine des sciences relatives au réseau routier.

Les commanditaires des bourses de l'année académique 1965-66 sont: International Road Federation; Armco Drainage & Metal Products of Canada Ltd; The Canadian Salt Company Limited; Industrial Acceptance Corporation Limited; Warren Bituminous Paving Company Limited; The Warnock Hersey Company Ltd.; Allied Chemical Canada Limited.

Les bourses de l'A.C.B.R. sont offertes à tout ingénieur canadien employé dans le domaine des réseaux routiers ou désirant s'y intéresser. Le choix des diplômés méritants est fait par un comité de l'Association dont le président est M. H. M. Edwards, assistant professeur de génie civil à l'Université Queen's, de Kingston, Ontario.

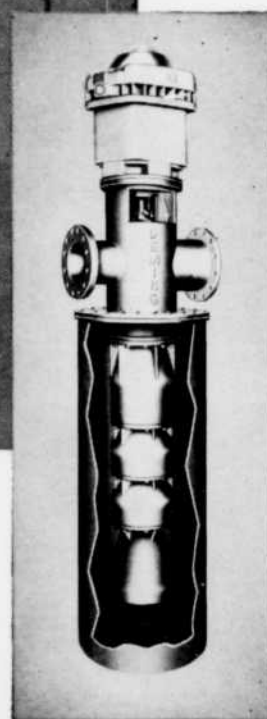
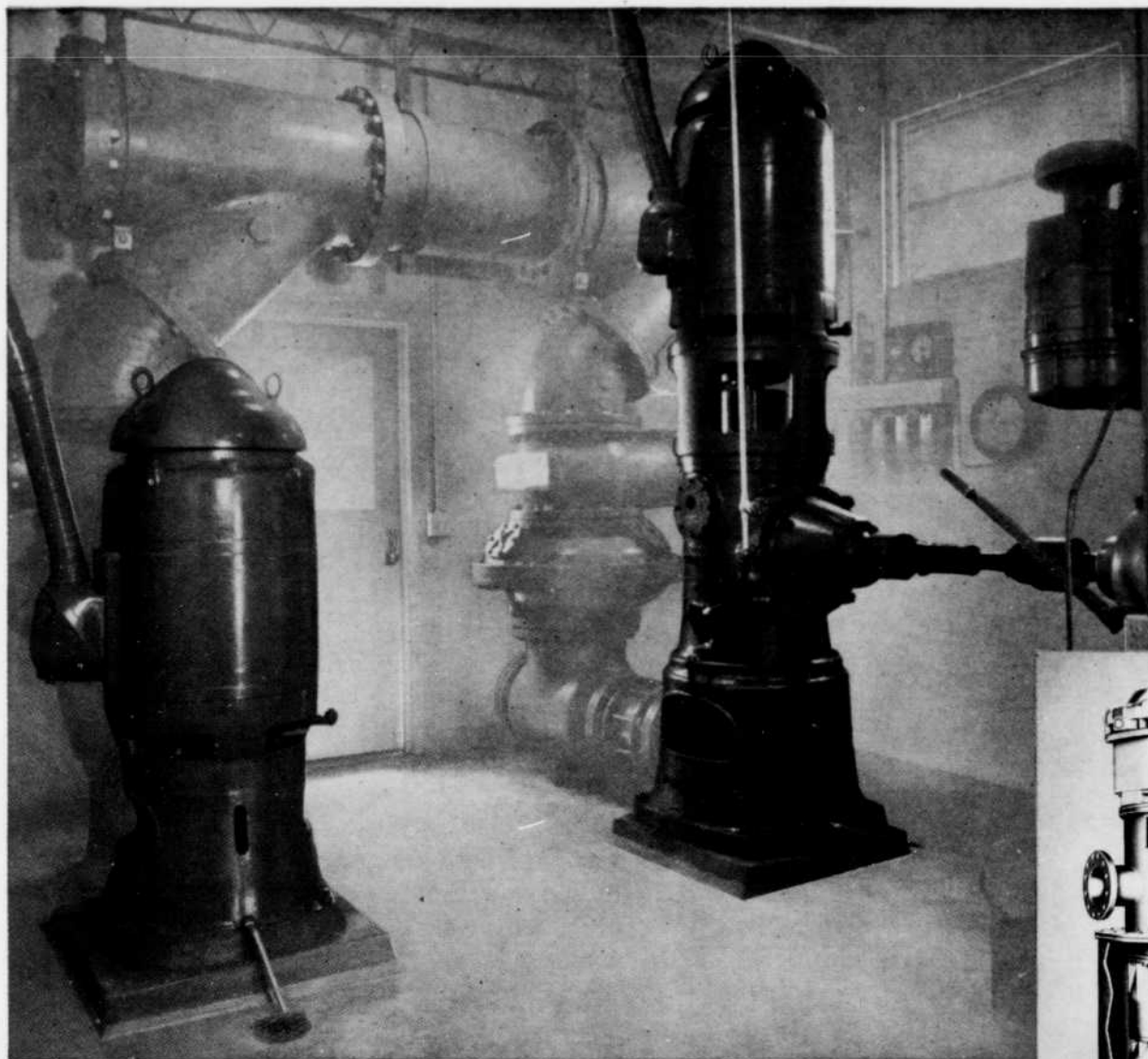
**L'électricité du Québec
a un nouvel emblème**

A la suite d'un concours d'esthétique industrielle, l'Hydro-Québec a choisi un nouvel emblème, un orbe solaire coupé d'un éclair, comme signe distinctif de l'entreprise.



Le président de l'Hydro-Québec, M. Jean-Claude Lessard, a inauguré, le 21 juillet dernier, ce nouvel emblème fixé au faite du siège social.

Symbole du mouvement des forces naturelles, qu'elles soient hydrauliques, thermiques ou nucléaires, l'application de cet emblème se réalisera graduellement au cours des prochaines années et tout ce qui identifie l'Hydro-Québec sera marqué de ce nouveau sigle.



Cette pompe à turbine verticale DEMING ne craint pas les pannes de courant

Une pompe à turbine verticale Deming, à entraînement combiné, (à droite ci-dessus), garantit une source d'eau continue aux abonnés de ce service d'aqueduc municipal, même s'il survient une panne de courant. En cas d'urgence, un moteur à essence se met automatiquement et immédiatement en marche, en actionnant la même pompe par l'intermédiaire d'un entraînement intégral coulé à 90°.

Cet entraînement n'est qu'un exemple des nombreux entraînements offerts par Deming, vous permettant d'employer la force motrice la plus économique pour chaque utilisation. D'autres entraînements comprennent le moteur électrique standard (à gauche), les réducteurs à engrenages et les courroies. La même pompe peut également être obtenue pour

l'utilisation sur les conduits (petite photo), comme pompe de renfort de pipeline.

Qu'importe l'entraînement, chaque pompe à turbine verticale Deming offre les mêmes avantages de grand rendement. Les turbines sont en bronze massif, de surface extrêmement lisse, réduisant le frottement. Le réglage axial s'effectue facilement par un écrou situé au sommet, lequel permet de modifier le jeu de la pompe à turbine, afin de compenser l'usure et régulariser le débit. L'alignement de l'arbre d'entraînement et des bols individuels de la pompe est maintenu par des coussinets de caoutchouc Cutless, lubrifiés par eau, n'exigeant aucun entretien. Fabriqué en alliage d'acier de grande résistance, l'arbre possède, en moyenne, $\frac{1}{3}$ de résistance de

plus que les arbres conventionnels.

Ces pompes à turbine verticales Deming si pratiques peuvent être obtenues avec des bols de 4" à 16", ayant des capacités allant jusqu'à plus de 3500 gal./hre. Pour l'obtention de tous détails, demandez le bulletin 4700-A. Ecrivez à: Southern-Deming Division, Crane Canada Limited, 391, rue Thérberge, Mariville, Qué.

CRANE

Nouvelles de la section de mécanique appliquée de Polytechnique

Le 5 mai dernier le docteur J. A. Choquet, professeur agrégé à la section de mécanique appliquée du département de génie mécanique, présentait un travail au Commonwealth Welding Conference à Londres durant un congrès qui dépassait les cadres des nations britanniques. Ce voyage a été rendu possible par un octroi du Conseil National des Recherches.

Le texte qu'il présenta fut publié antérieurement comme tiré-à-part par les bons offices du Congrès et sera inclus parmi les autres publications présentées, une fois que les discussions écrites auront été transmises aux auteurs pour réponses aux questions.

Le travail présenté était le résumé de cinq années de travail sur le fluage des réservoirs sous pression aux hautes températures et était intitulé: "High Temperature Creep Testing of Model Pressure Vessels". Cette recherche fut dirigée par le professeur docteur Georges Welter de l'Ecole Polytechnique, maintenant à la retraite, et a été subventionnée par le "Pressure Vessel Research Committee" du Welding Research Council de New York sous l'égide du sous-comité du "Effects of Fabrication Operations for High Temperature Service".

Les réservoirs étudiés avaient un diamètre intérieur de 16 pouces, une épaisseur de paroi de 1½ pouce et une longueur de 80 pouces. A la température de 1200°F, une pression interne de quelque 3,000 lb/po² était maintenue durant environ trois mois, pour chaque réservoir. Les cordons de soudure et les traitements thermiques avant et après le soudage étaient sous observation. Le plomb liquide sous pression servait de médium d'application d'efforts, ce procédé présentant le moindre des dangers à l'occasion de ruptures possibles de l'un ou l'autre des six réservoirs sous essais.

Une discussion objective accompagnait la présentation de ce travail original et de pionnier dans ce domaine.

En plus d'assister au Congrès, le professeur Choquet a aussi visité le British Welding Research Association, près de Cambridge, dont les activités nous sont connues de longue date.

Le professeur Choquet s'est rendu directement à Londres, en provenance de Chicago où, durant trois jours, il a assisté au Congrès annuel du American Welding

Society et a pris part avec le docteur J. Dubuc aux réunions et a aussi présenté des résultats à trois des comités du Welding Research Council pour lesquels nous exécutons des travaux: le "Fatigue of Welded Joints Committee" et le "Resistance Welding Committee" et aussi le "University Research Committee" dont nous suivons les activités et où nous présentons nos projets de recherches qui ne concernent pas le Welding Research Council.

Les deux projets en question concernent la fatigue des joints soudés sous efforts variables et la résistance en fatigue de soudures par points. Le premier est subventionné par les trois Forces Armées américaines, l'American Iron and Steel Institute et le Canadian Institute of Steel Construction, le second par le Welding Research Council de New York.

Le premier de ces deux projets fera l'objet, en septembre prochain, d'un rapport complet couvrant quatre années d'activités alors que les résultats du second projet, maintenant complété, seront présentés sous forme de Bulletin unique du Welding Research Council qui constituera un résumé de dix publications antérieures en quinze années d'activités dans ce domaine par les docteurs G. Welter et J. A. Choquet.

A l'occasion de son voyage à Chicago, le professeur Dubuc s'est rendu à l'université d'Illinois à Urbana où il a discuté avec les professeurs Dolan, Munse et Morrow de leurs recherches en résistance à la fatigue, lesquelles sont connexes à celles qui se font actuellement à la Division de Mécanique Appliquée. Il a aussi, à Chicago même, visité les laboratoires de recherches du Illinois Institute of Technology où un membre de notre équipe, Monsieur A. Biron poursuit actuellement ses études en vue de l'obtention d'un doctorat.

De plus, le docteur J. Dubuc se rendait au Laboratoire de la Marine américaine à Annapolis, Md. pour discuter de leurs travaux sur le dommage cumulatif en fatigue avant de mettre au point une proposition déjà formulée au Comité du "Plastic Fatigue" du "Pressure Vessel Research Committee" du Welding Research Council.

Quelques jours plus tard, le docteur Dubuc se rendait à New York pour présenter les résultats de nos travaux à la Division "Fabrication" du "Pressure Vessel Research Committee" du Welding Research Council sur les effets des efforts moyens en fatigue, un projet du

sous-comité de la fatigue dans le domaine plastique des métaux.

Pour compléter cette rétrospective des activités majeures de la section de mécanique appliquée mentionnons les études au moyen de jauges électriques des efforts résiduels des joints soudés ainsi que les essais sur le comportement en fatigue sous efforts élevés de certains nouveaux alliages, travaux subventionnés par l'International Nickel Company, qui depuis 15 ans a continuellement soutenu des projets de recherches sur le comportement des métaux et alliages au Département de Résistance des Matériaux.

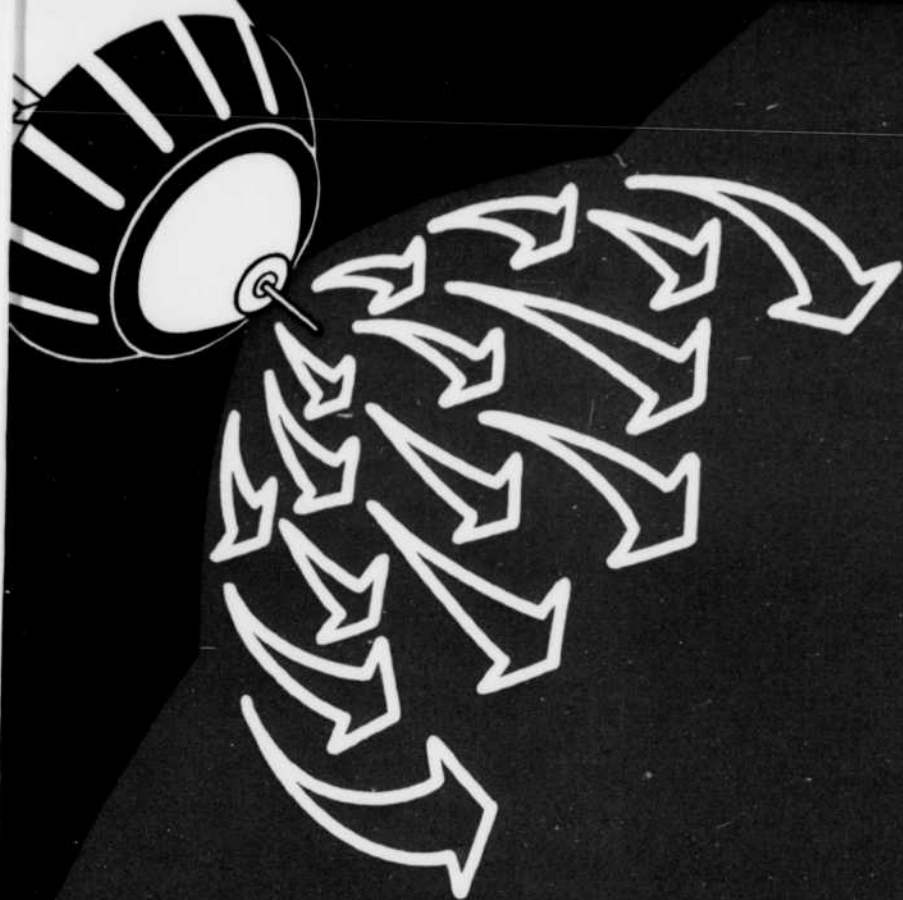
Depuis la retraite du docteur G. Welter après 23 années d'activités, le Département de Résistance des Matériaux est maintenant devenu la section de Mécanique Appliquée du Département de génie Mécanique que dirige le professeur P. P. Vinet. Le professeur J. Dubuc, nommé professeur titulaire, assume la responsabilité de la direction depuis plus d'un an, en remplacement du docteur G. Welter qui, en récompense de ses insignes services fut depuis nommé Professeur Emérite de l'université de Montréal. Le professeur Welter demeure à la Division à titre de conseiller.

Nouveau président de l'ACE

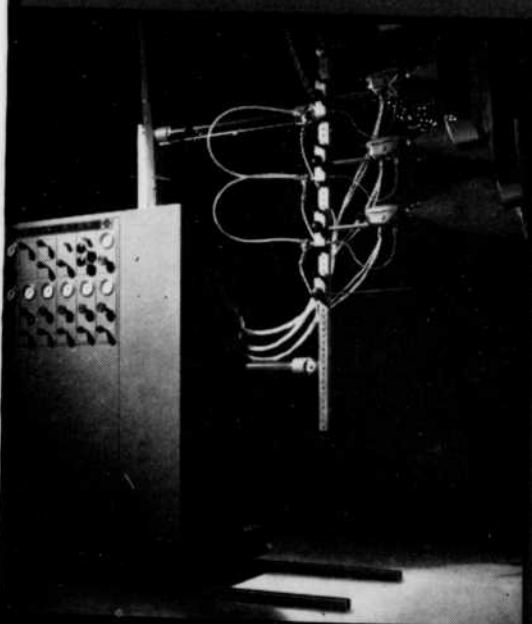
M. W. D. Fallis, directeur général de Manitoba Hydro, Winnipeg, Man., a été élu président de l'Association Canadienne de l'Electricité, dont l'assemblée annuelle a eu lieu à la fin de juin au Manoir Richelieu. M. Léo Roy, directeur général, Distribution et Ventes, Hydro-Québec, et M. H. L. Hurdle, adjoint au président, Montreal Engineering Co. Ltd., sont les nouveaux vice-présidents.

Étude des effectifs d'ingénieurs au Canada

M. Andrew C. Gross, P.Eng. de l'Université de Saskatchewan, poursuit actuellement une étude des effectifs d'ingénieurs au Canada. Ce travail de recherche constituera une thèse de doctorat. L'étude porte notamment sur certaines caractéristiques de la formation, de l'emploi et de l'utilisation des jeunes ingénieurs électriciens. Des entrevues personnelles ont eu lieu dans trois grands établissements. Les ingénieurs électriciens qui ont obtenu leur baccalauréat en génie électrique d'universités canadiennes en 1954, 1959 et 1964 recevront des questionnaires par la poste. ■



Comment éviter le gaspillage de la peinture. Chargez-la!



Chargez-la en effet avec notre procédé d'enduit électrostatique. Les particules de peinture atomisées sont ionisées — chargées — pour leur donner une puissante attraction pour le produit à peindre. Les coins et les crevasses reçoivent la même couche que les surfaces principales... et seul un minimum de la peinture manque le but.

En raison de la conception unique de l'appareil DeVilbiss, les particules de peinture restent dans un champ intense de haute concentration de ions pour une durée prolongée. En raison de cette charge élevée les particules se déplacent en donnant un excellent "mouvement enveloppant" avec très peu de "rebondissement".

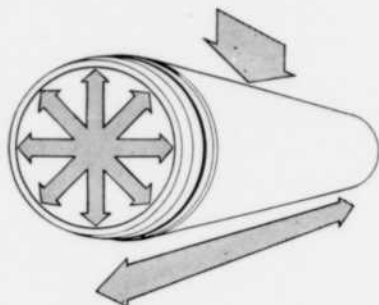
La plupart des objets selon leurs formes et leurs dimensions peuvent recevoir un fini fin et uniforme, automatiquement! Renseignez-vous auprès de votre représentant DeVilbiss au sujet de l'enduit électrostatique. Essayez-le avant de l'acheter. DeVilbiss (Canada) Limited, Barrie, Ontario. Succursales à Montréal, Toronto, Windsor, Vancouver.

DEVILBISS





Tuyau Transite...INTACT PLUS LONGTEMPS



Transite* est tellement robuste, vous pouvez vous en rendre compte, qu'il reste insensible au coup le plus rude d'un marteau de forgeron. Il est si tenace que les spécifications de ses tests le placent bien au-dessus des conditions de son usage telles que les pressions d'écrasement, d'hydrostatique et de flexure.

Nous admettons que le tuyau à eau Transite n'est peut-être pas aussi solide que certains tuyaux de métal, et il ne doit pas l'être! Mais le tuyau Transite retient, à l'usage, sa résistance initiale indéfiniment. Il n'en est pas de même avec certains tuyaux métalliques qui vieillissent rapidement dans le sol en y perdant leur force, peut-être plus grande au départ, mais qui, sans attendre de nombreuses années, devient inférieure à celle du Transite. Dès lors, l'écart grandit — de jour en jour.

Le tuyau Transite, fabriqué au Canada, est fait d'amiante, ciment et silice, qui lui donnent ses qualités permanentes. Son intérieur lisse et vitreux assure une capacité constante d'écoulement, car il ne court aucun risque de formation de tubercules, ou d'affaiblissement dû à une rouille ou corrosion intérieure ou extérieure.

En outre, le tuyau Transite est léger et s'installe plus vite et plus facilement, grâce aux accouplements exclusifs J-M Ring-Tite*. Sa pose est si simple que des ouvriers inexpérimentés peuvent le placer en très peu de temps. Après avoir été mis bout à bout, le tuyau Transite prend docilement la déflexion qu'on lui applique pour l'ajuster aux courbes graduelles que le terrain impose.



L'infiltration, les fuites et l'invasion des racines sont éliminées lorsque le tuyau Transite et ses accouplements Ring-Tite sont installés dans les systèmes d'égout gravitaire et à écoulement sous pression. Cette résistance aux fuites et aux racines du système Transite garantit, à elle seule, des épargnes considérables d'entretien pendant la durée prolongée de l'installation.

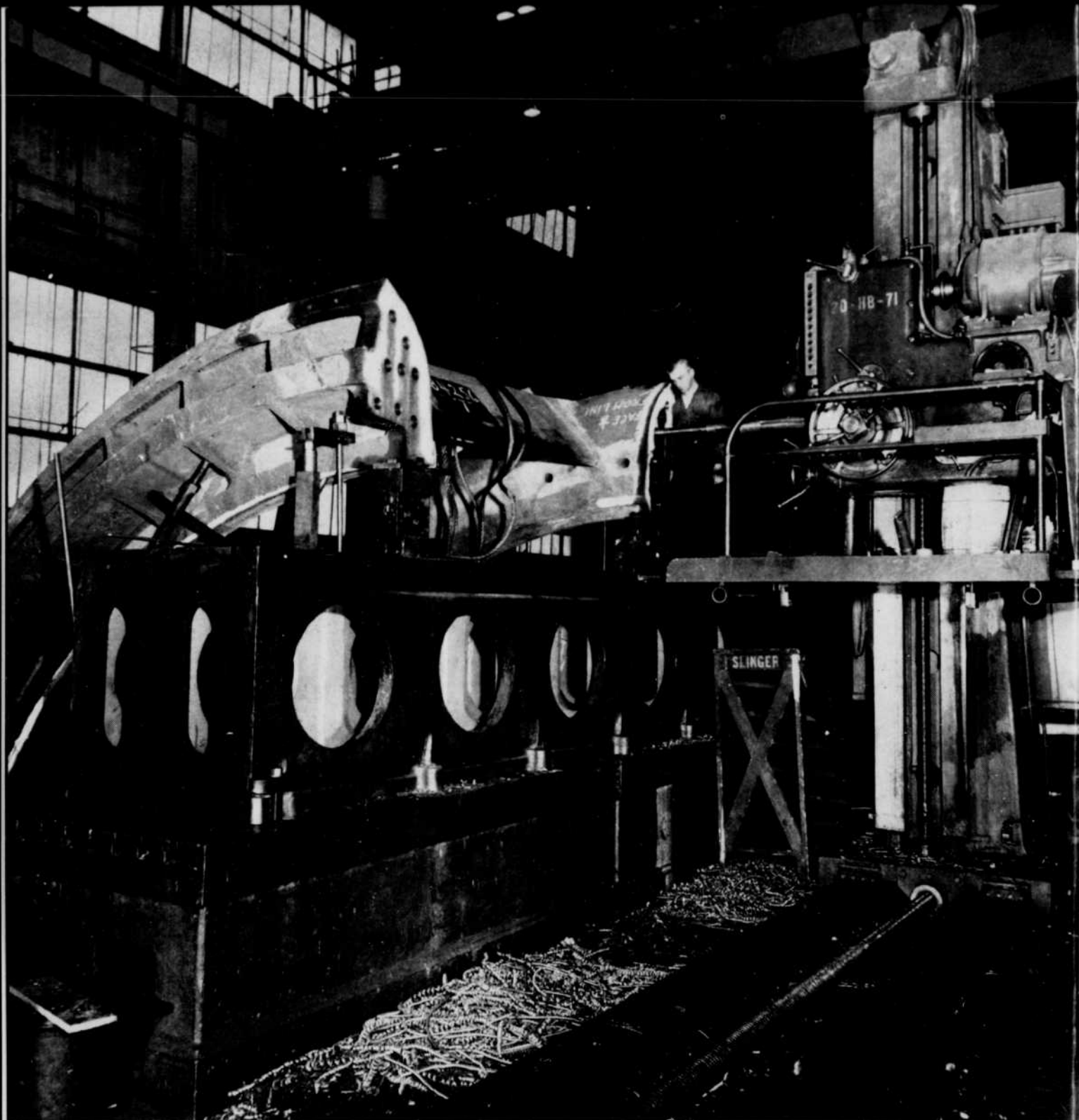
Pour dissiper vos doutes sur l'existence d'un tuyau possédant toutes les caractéristiques et les avantages surprenants du Transite, nous vous invitons à nous lancer le défi de vous apporter les preuves qui nous appuient. A cette fin, écrivez à Transite Pipe, Dept. IA, Canadian Johns-Manville, 565 Lakeshore Rd. E., Port Credit, Ontario.

**TUYAU TRANSITE
JOHNS-MANVILLE**



*Transite et Ring-Tite sont des marques déposées de Johns-Manville.

I-9021F



Précision serrée à très grande échelle

Usinage d'un cercle entretoise de turbine Francis de 170,000 HP destiné à la tranche Manicouagan-2 (1,360,000 HP) de l'Hydro-Québec, qui doit démarrer en 1965.



EQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE

**DOMINION
ENGINEERING
WORKS
LIMITED**

B.P. 220, MONTRÉAL, CANADA
Bureaux à: Toronto et Vancouver

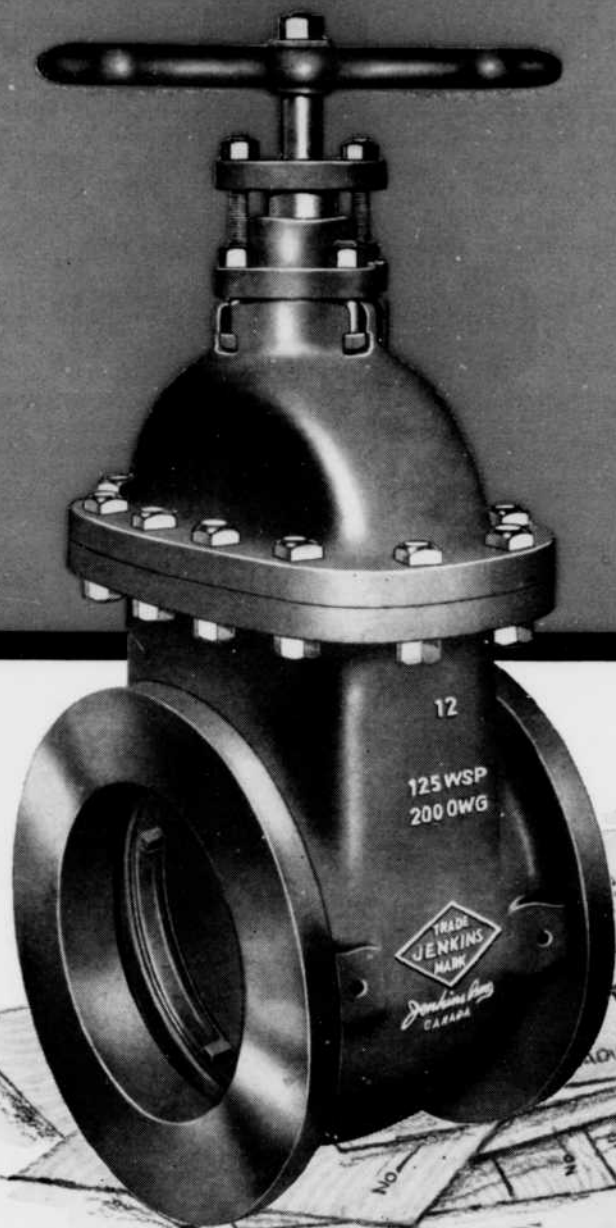
JENKINS OFFRE UN BONI

D'EFFICACITÉ SUPÉRIEURE / D'ENTRETIEN MINIMAL

avec ses vannes de haute précision

À CORPS EN FONTE ET GARNITURE EN BRONZE

Conçues et fabriquées avec l'idée bien arrêtée de les rendre en tous points satisfaisantes, les vannes Jenkins à corps en fonte et garniture en bronze ont toujours été les préférées de ceux qui désirent dans leurs usines des vannes de grandes qualité et durabilité. Jenkins s'est acquis au cours des ans la réputation de fabriquer des vannes et soupapes qui répondent aux rigoureuses normes de service — et souvent même les dépassent — en vigueur dans un grand nombre de stations partout au Canada. Qu'il s'agisse de vannes pour basse ou haute pression... que la commande en soit électrique, hydraulique, par engrenages, ou simplement par volant... vous trouverez toujours la vanne Jenkins en fonte appropriée à chaque usage. Feuilletez notre catalogue Jenkins ou écrivez à Jenkins Bros. Limited, Lachine, P.Q.



VENDUES PARTOUT PAR LES PRINCIPAUX DISTRIBUTEURS

JENKINS

LOOK FOR THE JENKINS DIAMOND

VALVES





COUP D'OEIL SUR LA TECHNOLOGIE

La mise en oeuvre des matières plastiques

Notre intention est uniquement, dans les quelques lignes qui suivent, de montrer que les techniques mises en oeuvre ne sont pas, somme toute, très différentes de celles que l'on met en oeuvre pour le travail des métaux. Car, aujourd'hui, non seulement on injecte sous pression, mais on forme, on usine, on transforme, on coule même de plus en plus les matières plastiques tout comme on le fait pour les métaux.

Les matières plastiques renforcées

On fabrique actuellement en Allemagne, des profilés en plastiques renforcés par fibres de verre dont la dimension transversale peut atteindre 1 pied et qui sont produits en continu par étirage vertical à la vitesse de 75 à 80 pieds/heure. Il y a là matière à réflexion pour bien des ateliers... Signalons, de même, les nouvelles presses à mouler les matières plastiques renforcées par fibres de verre, dont la cadence de production, grâce à l'emploi de colles et durcisseurs spéciaux, et du chauffage par rayonnement ou par courant à fréquence élevée, devient très rapide, tout en permettant de réaliser des pièces de 5 x 5 x 7 pieds. Le moulage par injection de pièces de plus en plus importantes est donc à l'ordre du jour.

Les mousses plastiques

A côté de la tendance générale qui est à l'emploi des matières plastiques renforcées le plus souvent par des fibres de verre, l'emploi des mousses plastiques se développe rapidement. Celles-ci deviennent non seulement un matériau de remplissage, jouant le rôle d'isolant thermique et phonique, mais aussi, grâce à l'emploi de mousses durcies, un matériau contribuant à la résistance mécanique de l'ensemble. Noter l'intérêt des mousses plastiques pour l'emballage par enrobage des matériels fragiles ou délicats.

Les matières plastiques usinables

Ces deux dernières années ont été témoins de la mise au point des matières plastiques usinables comme les métaux. Ceci a conduit à la vente de barres, de ronds, de planches à usiner, étroitement calibrés, permettant de réaliser par usinage des petites séries, sans devoir créer des moules coûteux. Parmi ces plastiques usinables, on notera surtout les résines acryliques (Plexiglas, Lucite), certaines des résines cellulose (l'acétate de cellulose, la nitrocellulose, mais non l'acétobutyrate de cellulose), les polyamides (le Nylon), les polystyrènes (leurs marques sont trop nombreuses pour être citées), le chlorure de polyvinyle (pratiquement la seule résine vinylique utilisable), les thermodurcissables (les caséines — formaldéhyde, les mélamines — formaldéhyde, le phénol — formaldéhyde, les urées — formaldéhyde, le polyester armé par les fibres de verre ou d'amiante). Remarquer que les plastiques armés par fibres de verre sont, lors de l'usinage, assez abrasifs. Grâce à leurs propriétés autolubrifiantes, certaines matières plastiques (Nylon, Teflon, Fluon) sont maintenant des matériaux de choix pour la réalisation de pièces sujettes à usure.

Une mention particulière doit être faite des matières plastiques usinables pour modèles de fonderie — voir l'article sur la Fonderie dans le numéro d'octobre 1964 — Il s'agit du polyuréthane, matière plastique usinable avec une grande précision qui permet de réaliser des modèles qu'on laisse dans le moule et qui s'évaporent au contact du métal liquide.

Soulignons enfin une dernière "nouveau" digne d'intérêt: le revêtement électrolytique des pièces moulées thermoplastiques. On obtient une surface plaisante d'aspect, durable, conductrice de l'électricité qui, en même temps, conserve la résistance à la corrosion du

plastique, tout en permettant d'importantes réductions de poids et de prix de revient. Des pièces filettées femelles ou mâles peuvent être insérées dans la matière plastique si l'on veut fixer la pièce plus solidement dans un ensemble.

L'avenir des plastiques

Toutes ces matières plastiques permettent d'obtenir des trous lisses ou taraudés directement. Lorsqu'on sait que ce sont les trous qui, en usinage, sont ruineux, il n'est pas osé de prévoir que les nouvelles matières plastiques telles que polypropylène, polycarbonates et polyformaldéhyde, deviendront bientôt, comparées aux métaux, moins coûteuses, surtout que les moyens de les fabriquer se développent et que leur prix de revient continue à diminuer. Aussi, leur légèreté et leur peu de susceptibilité à la corrosion en feront des concurrents redoutables des métaux usinés.

Michel Rigaud

Bibliographie

Le lecteur désireux de se tenir au courant lira avec profit les chroniques "The Plasticope" dans la revue Modern Plastics, et "Plastiques-digest" dans la revue Industrie des plastiques modernes et élastomères.

Autres articles en relation avec le présent exposé :

— "Le revêtement électrolytique des pièces en matières plastiques" par C. E. MacNeil et G. T. Chiurazzi — Materials in Design Engineering, No 6, p. 122 — 1962.

— "Conception des outillages de formage par soufflage de récipients en matières plastiques" par T. E. Branscum et R. Doyle — Modern Plastics, mars 1963, p. 144.

— "Comment usiner les plastiques laminés par G. A. Ebelhare" — Tool and Manufacturing Engineer, no 4, p. 99, 1963.

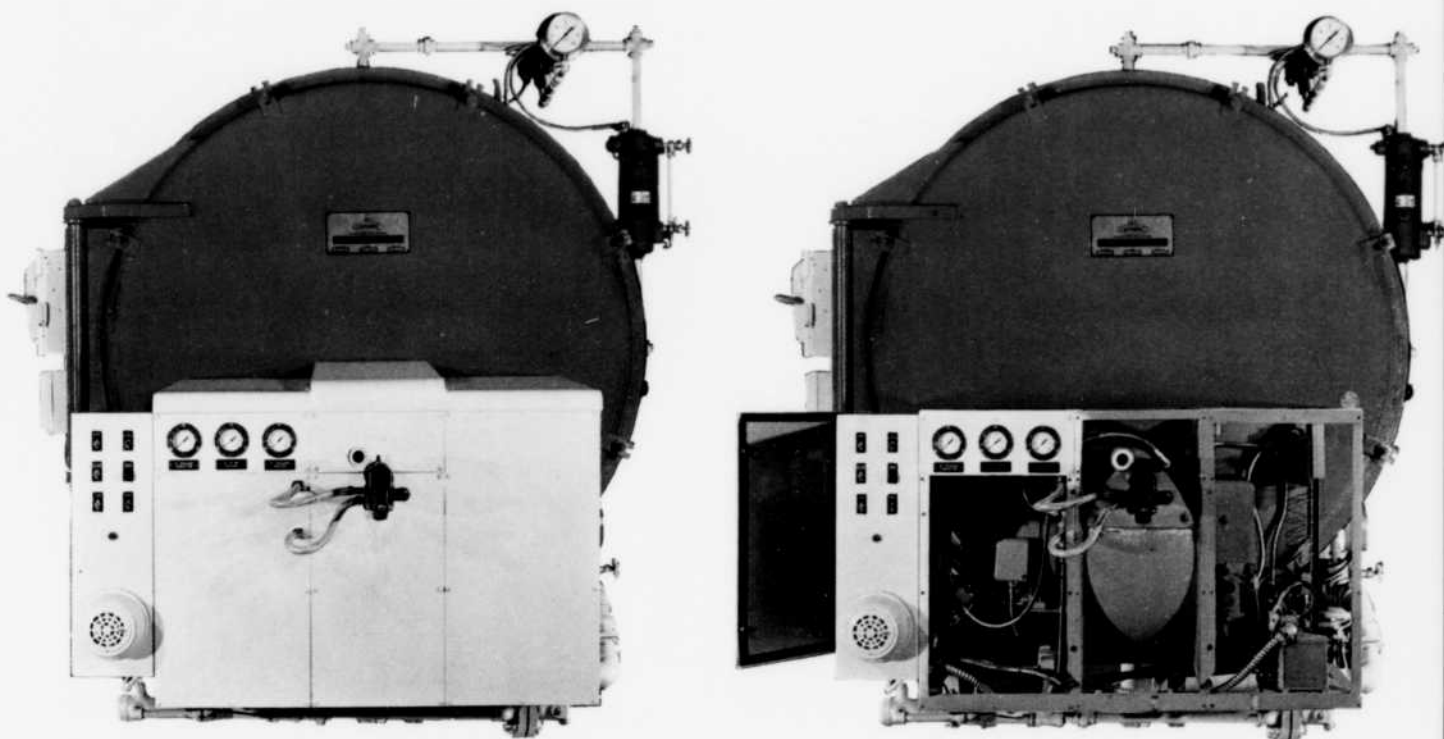
— "Fabrication et mise en oeuvre du Nylon-technyl" (Rhodiaceta), no 1, p. 39, 1964.

— "The Impact of New Materials on Manufacturing" — Metal Progress, juin 1964, p. 72.

— "What Engineers should know about Nylon", par D. D. Carswell — Metal Progress, juin 1964, p. 116-120.

— "L'extrusion des thermoplastiques" par H. Domininghaus — Industrie des plastiques modernes et élastomères, novembre-décembre 1964, janvier-février 1965 et mars 1965.

— "Tendances générales des techniques d'emploi des matières plastiques dans l'emballage" — Plastiques-Informations, no 334, Janvier 1965. ■



La chaudière Olympic est très facile à nettoyer et à entretenir

Toutes les chaudières devraient l'être, car elles ont toutes besoin de nettoyages et de réglages périodiques. Avec une OLYMPIC, ces opérations sont simplifiées au maximum.

L'équipement de mise à feu, par exemple, est entièrement enfermé dans une armoire à panneaux amovibles : tout est net, propre et facilement accessible. On peut ouvrir la porte avant sans désaccoupler les

conduits de combustible. Dans les modèles à l'huile, ces conduits sont flexibles et suivent le mouvement de la porte. Dans les modèles au gaz, il n'y a rien à déplacer. Le brûleur annulaire est placé dans le tube de chauffe, au delà de la porte. On évite ainsi les raccords douteux et les dangers qui en résultent.

La chaudière OLYMPIC comporte bien d'autres innovations qui méri-

tent de retenir votre attention. Demandez le dépliant B 178F qui donne des renseignements complets à son sujet ou, mieux encore, communiquez avec notre bureau ou notre concessionnaire local pour obtenir un service plus personnel.

Modèles à l'huile et au gaz, de 125 à 600 H.P. Vapeur : 15-150 lb/po². Eau : 60 et 100. Timbres supérieurs disponibles.



DIVISION DE LA CHAUDRONNERIE — DOMINION BRIDGE

Forme et utilisation nouvelles de l'ALUMINIUM REYNOLDS



L'usine Security Window, Montréal, Qué. Conception: Reynolds, et Security Window Co. Entreprise: Security Window Co. Aluminium profilé: Reynolds Extrusion Company Ltd. Feuilles d'aluminium déployé: The Pedlar People, Oshawa, Ont. On boulonna à l'édifice une cornière de 3" x 6" avec pan de 3/8" d'épaisseur. Une rainure d'appui en aluminium profilé fut boulonnée à cette cornière. La feuille d'aluminium, épaisse de .051", fut coupée et déployée à 4' x 8' et fixée par vissage à la rainure d'appui. On posa ensuite le montant de finition en aluminium profilé et à enclenchement.

Sa flexibilité d'emploi et son utilité particulière ont permis la création de milliers de formes et d'applications de l'aluminium dans l'architecture moderne. La plus récente: le revêtement en aluminium employé dans la rénovation de la façade de l'usine Security Window, vieille de 50 ans.

On fixa par vissage une feuille d'aluminium déployé à une charpente en aluminium profilé boulonnée à l'édifice. On y enclencha ensuite une bande de finition.

Parmi les avantages que présente ce genre de rénovation, se trouvent la facilité d'application et le bas coût. Aucune fenêtre n'est requise, car, de l'intérieur, la vue est libre.

Première du genre au Canada, cette utilisation de l'aluminium fut conçue par REYNOLDS, qui offre en plus une vaste gamme de suggestions originales touchant l'emploi architectural de l'aluminium.

Le nouveau catalogue REYNOLDS, de lecture facile, illustre des milliers de formes obtenues par profillement. Référez-y quand vous emploierez l'aluminium. Pour un exemplaire, voyez votre représentant REYNOLDS ou écrivez-nous:



LA COMPAGNIE DE PROFILÉS REYNOLDS LIMITÉE
630 OUEST, BOUL. DORCHESTER, MONTRÉAL



AUCUN

ARRÊT... On transportera environ 108,000,000 de tonnes de remblai jusqu'aux chantiers du gigantesque barrage de Portage Mountain, sur la rivière La Paix (C.-B.). Ces matériaux seraient suffisants pour construire un mur de douze pieds de haut et de neuf pieds de large allant de Vancouver à Halifax. Le transport s'effectue, depuis une moraine glaciaire jusqu'au chantier, au moyen du plus long convoyeur d'un seul tenant du monde. Ce convoyeur de trois milles de long transporte 12,000 tonnes de gravier, de sable et de roc à l'heure, à une vitesse horaire de 12 1/2 milles. Canada Iron, en collaboration avec Pohlig-Heckel-Bleichert, a conçu, construit et fournit tous les éléments de ce convoyeur. La conception et la construction de ces installations uniques en leur genre ne sont qu'un exemple des nombreux champs d'action dans lesquels les services techniques et de fabrication de Canada Iron excellent. Les autres divisions* de la compagnie, au nombre de huit peuvent aussi vous aider à résoudre vos problèmes. Consultez Canada Iron, quels que soient vos besoins: pièces coulées en fonte grise et fonte alliée, machines lourdes, outillage d'entretien de voies ferrées, conduites d'eau, d'acier et de béton, matériel électrique, vannes, blocs en béton, fabrication et montage de charpentes d'acier pour immeubles, et autres applications.

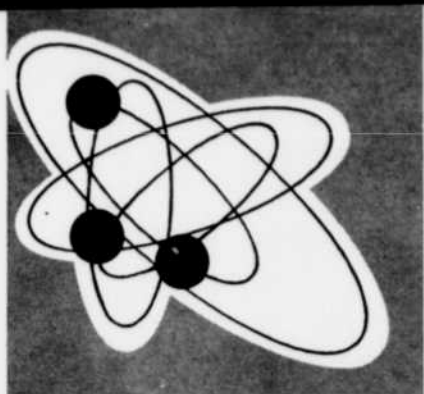
Pour obtenir notre plaquette illustrée de 40 pages, prière d'écrire à Canada Iron Foundries, Limited, 1121, Place Ville-Marie, Montréal 2 (P.Q.).

CRÉE DES MOYENS DE PRODUCTION POUR L'AVENIR

Canada Iron

*DIVISIONS: FONDERIE: MÉCANIQUE: TUYAUTERIE: TAMPER: CHARPENTE (EST):
CHARPENTE (PRAIRIES): WESTERN BRIDGE: RAILWAY AND POWER ENGINEERING CORP. LTD.

Cette annonce faisant partie d'une série illustrant la diversité des services et produits de Canada Iron.



SCIENCE-PROGRÈS

Antibiotiques et charbon

Une nouvelle théorie due au Bureau des Mines des Etats-Unis donne au charbon une origine tout à fait inattendue. Selon elle, en effet, les antibiotiques auraient joué un rôle important dans les processus naturels auxquels on attribue la formation de ce combustible fossile. On a coutume de penser que le charbon s'est formé lorsque des bactéries et des champignons transformèrent en tourbe les restes de végétaux enterrés sous les sédiments. Cette lente décomposition s'arrêta car les microbes ne recevaient plus l'oxygène indispensable à leur action. La chaleur et la pression auraient alors été responsables de la

transformation, au cours de millions d'années, de ces matériaux en différentes variétés de charbon.

Mais les travaux effectués au Bureau des Mines ont montré que différents types d'antibiotiques se trouvent mêlés en quantité importante au charbon. Ces quantités sont telles qu'elles pourraient être responsables de l'arrêt de l'action bactérienne. Cette action, qui aurait ainsi empêché la décomposition totale de matériaux organiques, aurait été indépendante de leur enfouissement. En ce qui concerne l'origine de ces antibiotiques, on pense qu'ils furent fabriqués au cours des multiples réactions chimiques dues aux microbes et au processus de formation du charbon lui-même.

Nouvelle arme contre la pollution : le plastique

La fibre de chlorure de polyvinyle possède la prérogative de produire par frottement de l'électricité statique à un potentiel élevé. Cette électricité est normalement de signe négatif. C'est cette propriété qui est exploitée maintenant d'une façon particulièrement intéressante

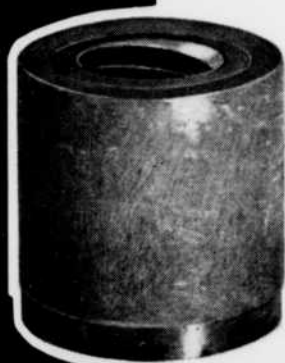
dans la lutte menée pour éliminer ou diminuer les suspensions qui polluent l'air des grandes villes. On sait que l'électricité statique attire fortement les particules en suspension dans l'air. On a pu prouver par des expériences qu'en passant à travers les fibres vinyliques disposées sous forme de filtre, l'air provoque des décharges d'électricité par frottement qui, à leur tour, retiennent intégralement son contenu d'éléments hétérogènes. Des essais ont été faits en utilisant un air artificiel pollué plus que normalement. Les résultats obtenus ont été très satisfaisants.

De l'antirouille dans les étoiles

Créé naturellement dans les étoiles, un élément chimique peut aider à protéger l'acier contre l'oxydation : le technétium. Cet élément n'existe pas à l'état naturel. On ne peut actuellement le trouver qu'en le récupérant à partir des combustibles fissiles usés après utilisation dans les réacteurs atomiques. De l'acier doux exposé à l'air libre et contenant de très faibles concentrations de technétium ne rouille pas, même lorsqu'il est soumis aux hautes températures.

POUR VOS TRAVAUX

RAWLTAMP*



douille de scellement à calfater, formant dans le béton un solide filetage métallique

4 tailles standard pour vis à machinerie et boulons

*marque déposée

DESCRIPTION:

Les Rawltamp, qu'il suffit de mater au moyen de quelques coups de marteau, forment dans le béton de solides filetages rapportés. Elles se composent d'une douille filetée proprement dite, en acier, bronze ou cuivre, entourée d'un manchon en alliage de plomb — rien à démonter, à remonter ou à perdre. L'outil à calfater (offert gratis avec 50 douilles) permet de réaliser rapidement un excellent montage.

TYPES:

en plus de la douille Rawltamp, il existe un boulon à sceller pourvu de griffes, pour les applications nécessitant un goujon fileté.

EMPLOIS:

scellements dans la pierre, le béton, la brique, etc.

DÉTAILS TECHNIQUES:

idéale pour les scellements peu profonds; se pose extrémité rouge au fond; fluage amélioré du plomb, qui ne peut pas pénétrer dans le filetage; comble entièrement le perçage, peut recevoir un enduit d'étanchéité. Sa constitution entièrement métallique et sa facilité de montage la rendent utile dans les travaux sous-marins.

Pour tous renseignements:

RAWLPLUG PRODUCTS (CANADA) LIMITED

7320, chemin Upper Lachine, Montréal 28 (P.Q.)
Bureaux à Toronto, Winnipeg, Calgary, Vancouver
Distribution dans tout le pays

RAWLPLUG — PREMIER FABRICANT MONDIAL DE FIXATIONS





Voici un ordinateur à prix modique de grande capacité qui règle les problèmes là où ils se posent! IBM 1130.

Jusqu'à présent, la demande était forte pour un ordinateur à la mesure des besoins et du budget des bureaux d'ingénieurs ou des entreprises scientifiques plus modestes. L'écart est comblé. IBM a mis au point la 1130, un outil de grande capacité qui permet aux savants et aux ingénieurs de tirer un meilleur parti des renseignements disponibles et les aide à prendre des décisions difficiles.

Cet ordinateur peut passer au travers de 120.000 additions à la seconde... traiter plus d'un million de décisions logiques à la seconde.

La nouvelle IBM 1130 peut résoudre un fort volume de problèmes variés

scientifiques ou de génie...

à peu de frais.

(aussi peu que \$819. par mois)

Cet ordinateur puissant, format pupitre, est rapide. Et il est souple!

Il utilise deux langages de programmation: FORTRAN et un programme d'assemblage.

FORTRAN permet à l'utilisateur d'écrire ses propres instructions à l'ordinateur sous forme de formules mathématiques. Une gamme étendue de travaux commerciaux ou scientifiques peuvent être produits, tels que: sous-programmes mathématiques, programmation linéaire, tracé de cartes par méthode de surface numérique ou

hypsométrique, méthode de chemin critique (PERT), prospection de champs pétrolifères, techniques pétrolières et systèmes statistiques. Renseignez-vous aujourd'hui sur ce nouvel ordinateur IBM 1130 puissant et peu coûteux.

IBM

Marque déposée

International Business Machines Company Limited



Extrêmement pratique et puissant, il s'utilise comme unité mobile, fixe ou portable!

Voici l'émetteur-récepteur qui changera votre façon de penser au sujet d'un appareil de service radio général! C'est le "Messenger III", un petit appareil entièrement à transistors qui possède toute une profusion de caractéristiques exclusives. Vraiment silencieux et vraiment puissant, il peut aussi bien servir de poste fixe de base que de poste mobile. Peut également s'utiliser comme appareil portatif à batterie de 5 watts ou comme système amplificateur autonome. Les commandes de volume et antibourdonnement de réglage stable permettent pour la première fois d'émettre et de recevoir sur une courte ou longue distance avec les réglages initiaux. Le récepteur spécial possède une sensibilité excellente et une sélectivité extrêmement précise.



Le modèle ne pèse que 10 livres et possède la puissance d'une unité mobile!

ENEZ AUJOURD'HUI!
Demandez une démonstration!

**PAYETTE
RADIO
LIMITÉE**

**730 ouest, rue Saint-Jacques
Montréal 3
UN. 6-6681**

Un nouvel accélérateur d'électrons

A Kharkoo va être bientôt mis en service un des plus grands accélérateurs linéaires d'électrons de haute énergie. Pour mieux connaître la structure de la matière, on est amené à construire des accélérateurs toujours plus puissants. Celui-ci aura une énergie de 2 milliards d'électrons-volts. Il a 240 mètres de longueur et les électrons seront accélérés à une vitesse proche de celle de la lumière. Les savants soviétiques ont assigné à cet appareil comme principale mission d'étudier la structure du proton et du neutron. Ceci implique des faisceaux électroniques fins et concentrés.

En aviation, le calculateur prend les commandes

Les avions à grand rayon d'action pourront maintenant être dotés d'un petit calculateur qui les maintiendra sur leur route sans faire appel à l'aide des postes au sol. Avant le décollage, le navigateur se contente de donner à ce cerveau volant la distance à parcourir et l'orientation. Une fois en vol, le calculateur indique les distances parcourues et la valeur de la dérive. En fonction de ces données, il ramène automatiquement l'avion sur le cap correct. Cet appareil peut même avoir en mémoire les éléments qui caractérisent les étapes suivantes. De taille modeste, le calculateur peut être logé dans un coffret ou être installé dans une armoire à radio.

Les rayons cosmiques produisent du sodium 24

Voici donc augmentée d'un sixième élément la liste des radio-éléments engendrés par les rayons cosmiques à partir de l'argon atmosphérique. Le premier élément détecté fut le phosphore 32 dans l'eau de pluie, puis le soufre 35 et ensuite le phosphore 33. Les derniers furent le chlore 39 de période courte (55 minutes) et le sodium 22 malgré sa grande différence de masse avec l'argon 40. C'est la présence de ce sodium 22 qui fit supposer celle du sodium 24.

Chimistes électroniques

Presque au même moment, les chimistes soviétiques de l'Institut de Catalyse et leurs collègues américains du M.I.T. ont mis au point un modèle cybernétique des combinaisons chimiques. Il s'agit, en fait, d'ensembles de

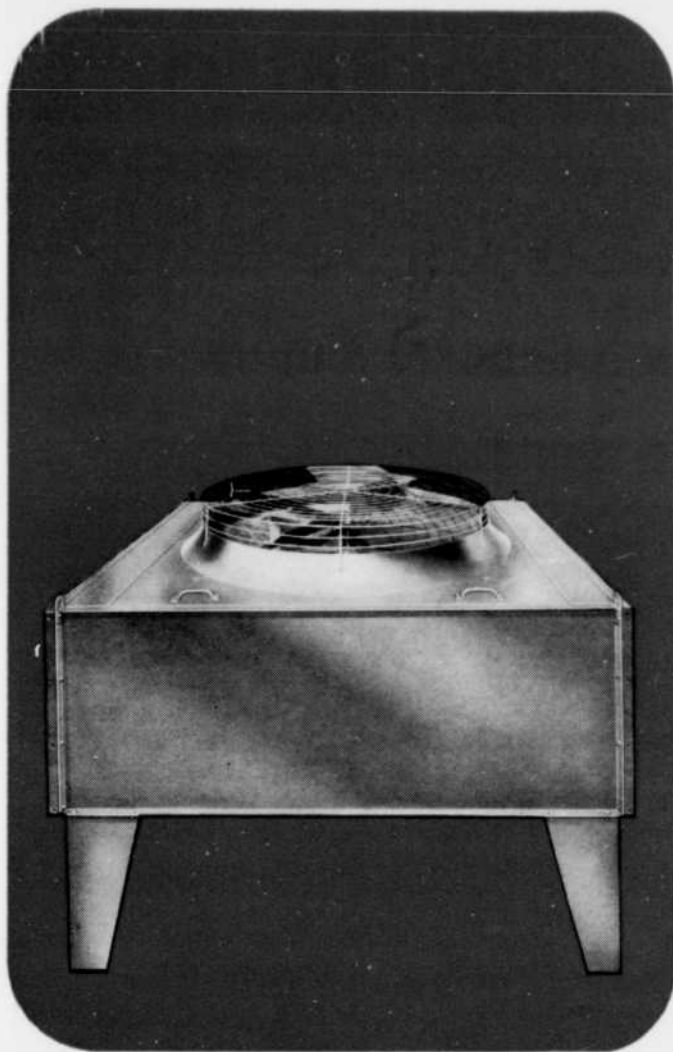
calculateurs électroniques munis de programmes magnétiques spécialement conçus. Les mémoires électroniques contiennent en code les indications des propriétés chimiques de tous les éléments connus, des combinaisons déjà expérimentées et des incompatibilités observées. L'efficacité de ces machines tient dans le grand nombre d'indications inscrites en mémoire. Les deux modèles, américain et soviétique, comportent sensiblement le même nombre de données : 100 millions de données environ. Grâce à ces "chimistes" à la mémoire et à la rapidité d'esprit prodigieuses, des réponses immédiates seront données à un grand nombre de problèmes chimiques : réactions possibles, faculté de synthèse ou de dégradation, produits pouvant être obtenus à partir d'une même matière première, problèmes de corrosion, etc. . . . Les savants assurent pouvoir réduire ainsi dans la proportion de 30 à 40% les frais de recherche en laboratoire.

L'électronique apprend le dessin

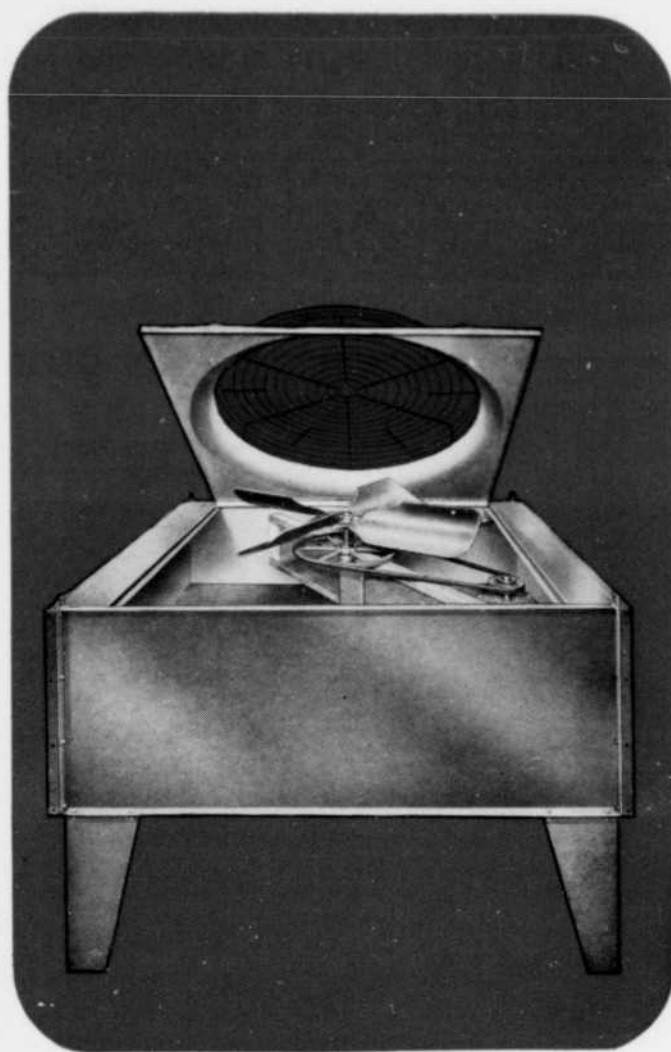
Les dessinateurs industriels n'auront peut-être plus besoin de se pencher des jours entiers sur leur planche à dessin pour faire ces épreuves si complexes. C'est du moins ce que promet la nouvelle machine électronique que vient de présenter une importante firme américaine. C'est une machine à dessiner automatique. Elle sait faire des cercles, des arcs, des ellipses, des traits verticaux, horizontaux, en diagonale et, mieux encore, elle est même capable de transformer en un dessin rigoureux le croquis griffonné par un ingénieur. Pour cela, le cœur électronique du dessinateur-robot recèle plus de 250 symboles schématiques. Il peut dessiner 200 caractères à la minute et tirer quatre lignes au rythme de 2m50 à la minute. Ce qui lui permet de faire en quelques heures ce qui demanderait aux dessinateurs plusieurs semaines. Evidemment, elle peut faire automatiquement autant de reproductions que l'on désire.

Les Protons auraient un cœur gélatineux

A la suite de nombreux travaux effectués sur l'accélérateur de particules de l'Université de Harvard, le physicien américain Richard Wilson pense que la structure interne des protons et des neutrons pourrait être gélatineuse. Cette hypothèse va à l'encontre de la théorie actuellement admise selon laquelle le cœur de ces particules serait de consistance dure.



Hé! Comment l'ouvre-t-on?



COMME ÇA!

KeepRite a trouvé la solution pour faciliter l'entretien

Si vous recherchez la facilité d'entretien, l'économie d'installation et d'utilisation, la durabilité, le silence de fonctionnement, pensez aux nouveaux condenseurs refroidis à l'air KeepRite, qui vont de 5 à 135 tonnes. Voyez les caractéristiques qu'ils offrent:

- accès facile par couvercle relevable
- hauteur réduite
- poids peu élevé
- rigidité accrue
- 35% moins de réfrigérant
- venturi en métal repoussé
- rendement amélioré
- un moteur par ventilateur

Tout cela veut dire que nous vous offrons le meilleur appareil, car nous demeurons au premier rang dans la fabrication des condenseurs refroidis à l'air.

Quelle facilité d'entretien! Quoi de plus simple qu'un couvercle d'une seule pièce, facile à soulever? Levez le couvercle, fixez l'appui de sécurité, c'est tout! ... Chaque pièce est à votre portée. Grâce à la robustesse de construction et au support de la commande fait de simple profilé d'acier en U, la rigidité de l'ensemble est parfaite et les vibrations presque éliminées. L'ensemble est galvanisé.

Pour obtenir des renseignements et un catalogue complets, écrivez ou adressez-vous au représentant KeepRite de votre voisinage.

KeepRite

Une fois encore AAF assure la pureté de l'air ambiant

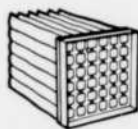
DE L'AIR PUR

grâce à AAF au pavillon General Motors
de l'Exposition mondiale



Projet: Service d'esthétique industrielle de General Motors; architectes: Sol King, architecte; Albert Kahn Associated Architects and Engineers, de Détroit; direction de la construction: Division immobilière Argonaut de General Motors.

Les DRI-Pak AAF au service du pavillon géant Futurama



DRI-Pak

Une des attractions les plus sensationnelles de l'Exposition mondiale de New York, c'est le pavillon Futurama de General Motors. L'entrée de ce bâtiment impressionnant qui occupe près de trois acres, est ornée d'un auvent d'une hauteur de dix étages, qu'on peut voir à des milles à la ronde.

Le thème du pavillon est "L'univers de demain", mais pour purifier l'air qu'on y respire, ses constructeurs ont adopté l'un des meilleurs filtres à air d'aujourd'hui: le DRI-Pak AAF. Le DRI-Pak allie à une extrême efficacité un faible encombrement et une

grande capacité d'absorption, et ceci dans des proportions jamais atteintes auparavant par un filtre à sec. Le DRI-Pak est le modèle original de filtre à cartouche qui se gonfle lorsque le système de filtrage fonctionne et se dégonfle lorsqu'il s'arrête. Cela simplifie l'entretien quand l'accès du filtre est difficile. Pour obtenir des renseignements complets sur le DRI-Pak, veuillez vous adresser au représentant AAF de votre localité ou nous écrire directement en nous demandant le bulletin 228.

American Air Filter of Canada Ltd., 400, boul. Stinson, Montréal 9.

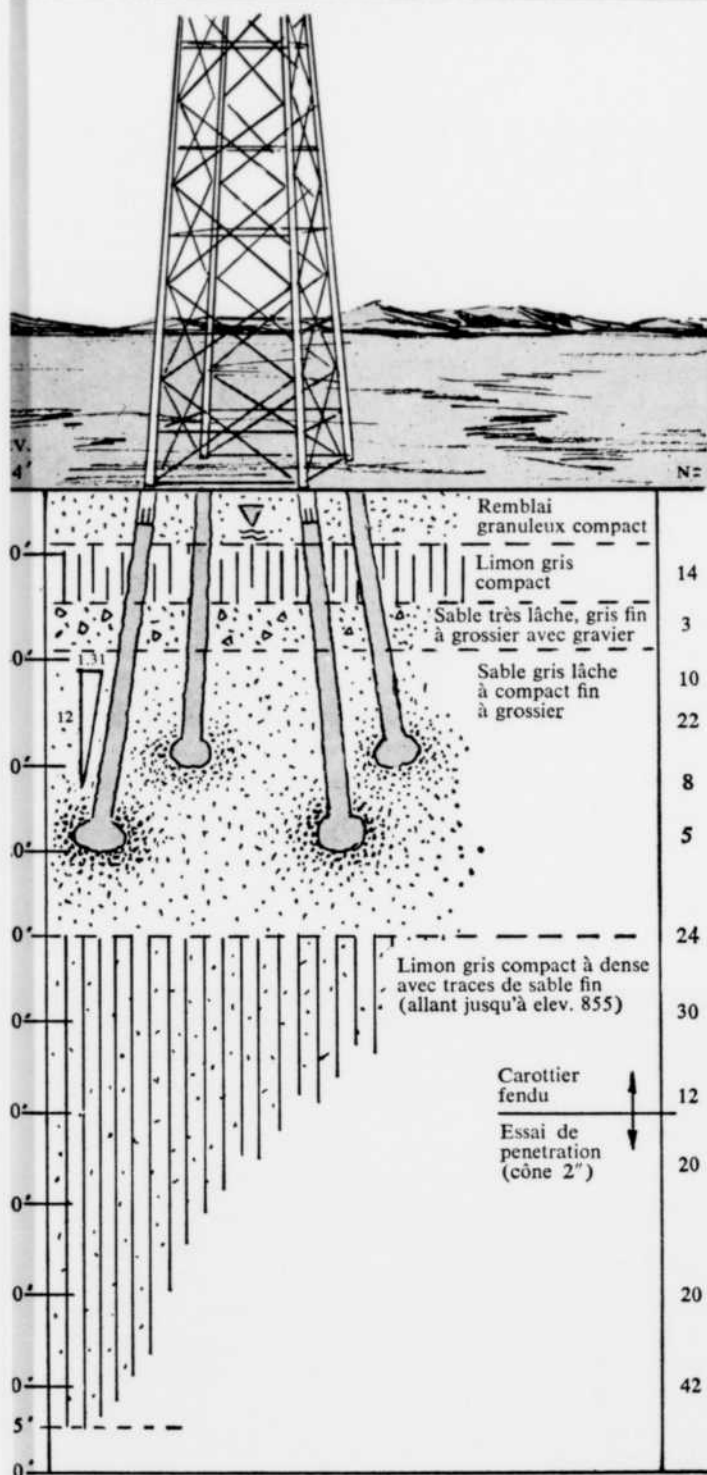


American Air Filter
OF Canada LTD.

Usine et bureau principal: 400, boul. Stinson, Montréal 9.

6518-F

FAITS DIVERS FRANKI



Client: The Hydro Electric Power Commission of Ontario
Location: Hanmer, Ontario

Type de Structure: Pylônes du poste de transformation EHV
Ingénieurs en Structure: The Hydro Electric Power Commission of Ontario

Entrepreneur Général: Division de la Construction - Ontario Hydro

Type d'unités Franki: Pieux Caissons armés 24"

Nombre de Pylônes: 15 x 500 kv 4 x 230 kv

Nombre d'unités Franki: 60 16

Charges de service - compression: 100 kips 50 kips
- traction: 80 kips 20 kips

Longueur moyenne bétonnée: 30' 20'

FRANKI MODIFIE RADICALEMENT LE CONCEPT DES FONDATIONS DE PYLÔNES EN SABLE LÂCHE

PROBLÈME

La construction des fondations des 15 pylônes pour la ligne de transport 500 KV et des quatre pylônes de 230 KV du poste de transformation EHV de l'Hydro Ontario à Hanmer, Ontario, présentait des problèmes techniques et économiques à la fois. Un de ceux-ci résidait dans l'excavation et la mise en place de larges et profondes semelles dans un sable lâche, saturé dès 2 pieds de profondeur.

En effet, pour des pylônes analogues, les semelles couvrent des carrés d'environ 10 pieds de côté à 10 pieds de profondeur.

Les Ingénieurs en structures devaient prévoir des fondations capables de résister aux forces composantes horizontales ainsi qu'à des efforts de compression et d'arrachement. La solution retenue devait être d'une exécution facile et d'un prix avantageux.

SOLUTION

Après une étude complète des aspects techniques et économiques du projet, les Ingénieurs adoptèrent des Pieux Caissons Franki armés.

Le contrôle du compactage, particulièrement dans le damage de la base, mais aussi dans le damage du béton dans les fûts, permettait de garantir que cette solution répondait bien aux différents cas de charge. Malgré de légères différences dans la densité du sol, ce mode de travail a permis la mise en place de pieux travaillant uniformément et assurant ainsi des déformations négligeables.

Ces pieux ont été enfoncés au moyen du matériel Franki habituel. Le lourd tube et sa jumelle rigide de fonçage conçue pour développer la pleine capacité d'inertie du treuil et résistant aux déplacements latéraux, a permis la construction de pieux avec des tolérances horizontales extrêmement faibles de $\pm 1\frac{1}{2}$ ".

Les difficultés de mise en oeuvre d'un fût battu dans un terrain de ce genre ont été simplifiées grâce au système de traction, à la fois robuste et d'un réglage très précis, qui permet de maintenir très exactement le niveau du béton dans le tube.

La construction soignée de l'armature ancrée dans la base et la surveillance attentive dont elle a fait l'objet ont évité tout dommage et tout décalage des barres d'armature pendant l'exécution des travaux.

Les essais de charge "in situ" ont donné les résultats suivants:

		Charge de Service Kips	Charge d'essai Kips	Tassement ou soulèvement en pouces Brut	Net
Pieu de 30' (Pylône 500 KV)	Compression	100	300	0.167	0.043
	Traction	80	160	0.25	0.11
Pieu de 20' (Pylône 230 KV)	Traction	20	70	0.06	0.04
	Rechargé à une traction de		196	0.52	0.37

Les résultats des essais de charge ci-dessus intéresseront tous les Ingénieurs en fondation. Ils démontrent la capacité portante élevée que l'on peut obtenir des pieux Franki armés inclinés, foncés à une profondeur prédéterminée dans un sable lâche.

Franki a une fondation appropriée à chaque structure

De la littérature sur les différents systèmes de fondation Franki et les publications périodiques "FRANKI FACTS" vous seront envoyées sur demande. Ecrivez à Franki Canada Limitée, 187, boulevard Graham, Montréal 16, P.Q.



FRANKI

CANADA LIMITEE

Bureau-chef: 187 BOUL. GRAHAM, MONTREAL 16, P.Q.
QUÉBEC OTTAWA TORONTO EDMONTON VANCOUVER

La nouvelle évolution dans le domaine de la supraconductibilité

par P. GRASSMAN

Après un exposé se rapportant à la différence entre supraconducteurs « idéaux » et « à grand champ », on aborde la production de grands champs magnétiques constants à l'aide de solénoïdes supraconducteurs. Aujourd'hui, on atteint avec ceux-ci, dans un petit espace, des champs dépassant 10^5 Gauss. Mais, du point de vue de la réalisation technique, il reste encore beaucoup de difficultés à surmonter. Il s'agit de produire, d'après cette méthode, à coup sûr et à prix modique, des champs magnétiques élevés et étendus comme on en emploie, entre autres, pour des générateurs magnétohydrodynamiques, des chambres à bulles et des cyclotrons. Il semble pourtant que les recherches dans le domaine des mémoires supraconductrices à informations (cryotrons) soient reléguées au second plan en raison du récent développement des mémoires à films magnétiques.

Comme on le sait, la résistance ohmique des supraconducteurs devient soudain incommensurablement petite quand ils sont réfrigérés au-dessous d'une certaine température, appelée température de transition.⁽¹⁾

Depuis que Kammerlingh-Onnes découvrit, en 1911, ces qualités extraordinaires de certains métaux et alliages, on espérait pouvoir les utiliser dans la pratique; mais, comme

il fallait s'y attendre, des difficultés se sont présentées. Tout d'abord, ce furent les basses températures nécessaires à l'amorçage de la supraconductibilité qui paraissaient représenter l'obstacle le plus important. Cependant, il existe quelques alliages qui, déjà à la température de 18°K , c'est-à-dire encore dans le champ de température de l'hydrogène liquide, deviennent des supraconducteurs. Les températures de transition de la plupart des supraconducteurs se situent au-dessous de 10°K . Dans ce cas, il est d'une nécessité absolue de se servir de l'hélium liquide comme fluide cryogénique, d'autant plus qu'il est indispensable d'obtenir des températures se situant au-dessous des températures de transition.

Depuis des années, les physiciens et surtout les ingénieurs reculaient devant ces basses températures et hésitaient à pousser les recherches et le développement dans ce domaine. On doit toujours se représenter que c'est seulement au laboratoire de Leyde, entre les années 1908 et 1923, que l'on put produire de l'hélium liquide et que, même dans les années trente, il existait très peu de laboratoires qui disposaient d'une installation adéquate pour la production d'hélium liquide. Aujourd'hui, ces difficultés sont aplanies, aussi bien par le développement du liquéfacteur de Collins que par les installations décrites dans les articles suivants :

- Trepp, Ch. : L'installation frigorifique à hydrogène liquide de la chambre à bulles d'hydrogène de 2 m du CERN. *Revue Technique Sulzer*, No 3/1963, p. 111-120.
- Liem, T. H. : Une nouvelle installation frigorifique à hélium avec turbines de détente. *Revue Technique Sulzer*, No 3/1963, p. 121-125.
- Grossman, U. : Techniques des basses températures, procédé Sulzer. Évolution et perspectives. *Revue Technique Sulzer*, No 4/1963.

Un deuxième obstacle était l'anéantissement de la supraconductibilité par des champs magnétiques puissants. La figure 1 représente, pour certains cas typiques, le champ magnétique critique, c'est-à-dire le champ anéantissant la supraconductibilité, en fonction de la température. On reconnaît, par exemple, que le plomb n'étant pas soumis à un champ extérieur devient un supraconducteur à une température de $7,2^\circ\text{K}$. Dans un champ de 500 gauss, il est nécessaire d'abaisser la température à environ $4,5^\circ\text{K}$ pour faire apparaître la supraconductibilité.

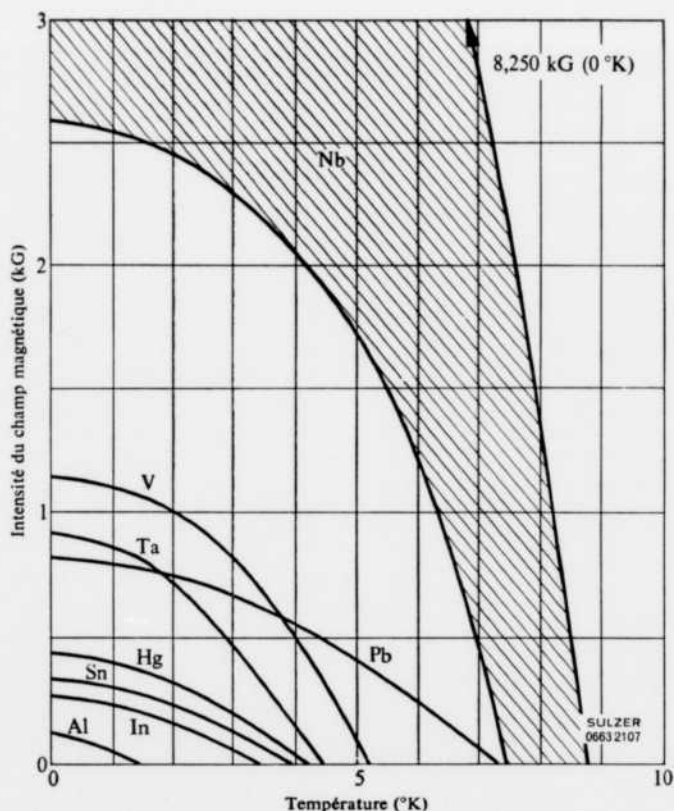
Même au zéro absolu, ces champs magnétiques critiques ne sont pas élevés pour des métaux purs et sont

⁽¹⁾ Pour les chiffres entre parenthèse voir la bibliographie à la fin de l'article.

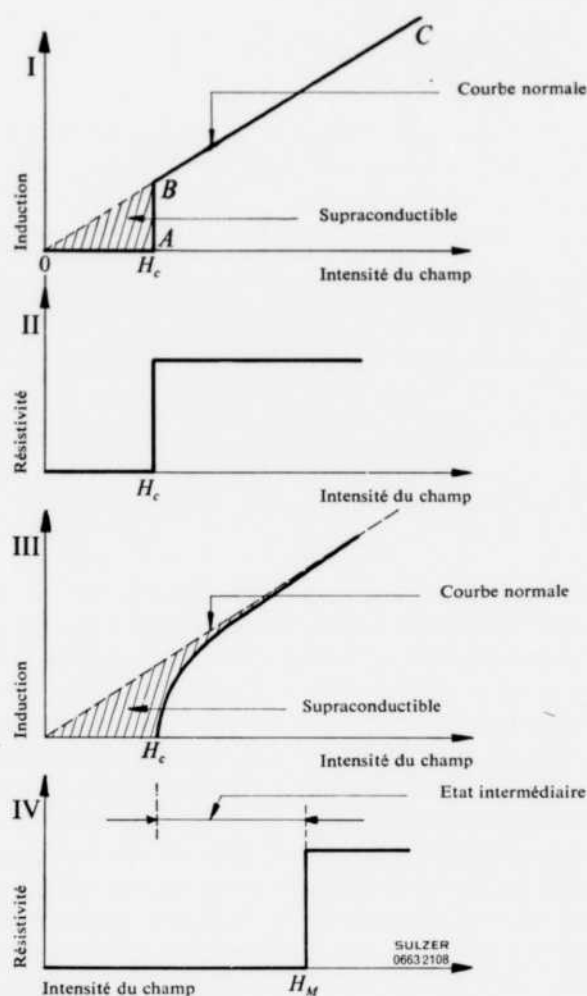
en tout cas plus bas que ceux exigés par la technique des courants forts. Pour l'un de ces métaux, le niobium, indiqué à la figure 1, ces champs critiques sont cependant bien plus élevés. On remarque même, pour ce dernier métal, deux courbes entre lesquelles se trouve un espace hachuré. Le vanadium et le tantale, par exemple, se comportent d'une manière identique au niobium.

Comment peut-on interpréter ce phénomène ? Le niobium est un exemple d'un supraconducteur, dénommé « supraconducteur dur ». On trouve dans ce groupe quelques éléments ainsi que de nombreux alliages et composés intermétalliques. On connaît actuellement plus de mille alliages et composés intermétalliques supraconductifs. Ces supraconducteurs durs se comportent,

en principe, différemment des supraconducteurs dits « mous » ou « idéaux », comme par exemple l'étain pur, l'indium, le plomb, l'aluminium et autres métaux, ainsi que le représente la figure 2. Ces quatre diagrammes représentent l'induction (diagrammes I et III) et respectivement la résistance électrique (diagrammes II et IV) en fonction de l'intensité du champ magnétique extérieur. En amplifiant le champ extérieur d'un supraconducteur idéal (diagrammes I et II) et en commençant à partir de la valeur 0, on s'aperçoit que l'induction à l'intérieur du supraconducteur reste tout d'abord nulle (droite 0 → A). Par l'intermédiaire des courants induits à la surface du supraconducteur — courants restant permanents — l'intérieur de celui-ci devient complètement abrité du champ extérieur. Mais si le champ extérieur atteint la valeur critique H_c , les courants permanents disparaissent en raison de la résistivité finie que reprend le supraconducteur (voir diagramme II), et l'induction à l'intérieur de celui-ci atteint la valeur qui correspond au champ magnétique extérieur (droite A → B). Cela prouve que le champ magnétique, à l'intérieur comme à l'extérieur du supraconducteur, a la même valeur. En augmentant l'intensité du champ, l'induction augmente en proportion du champ extérieur (droite B → C). Il sera rappelé en particulier que



1
Intensité critique du champ, en kilogauss, en fonction de la température pour métaux purs.



2 Induction magnétique et résistivité électrique en fonction de l'intensité du champ magnétique.

l'on retrouve toutes les mêmes conditions qu'auparavant si l'intensité du champ diminue, comme il a été établi par W. Meissner^[2].

L'induction et la résistivité des supraconducteurs capables de produire des champs élevés — supraconducteurs connus sous le nom de supraconducteurs à grand champ — prennent les formes indiquées dans les diagrammes III et IV. Avant tout, il est important pour notre but que le champ extérieur pénètre déjà en partie à l'intérieur du supraconducteur à la valeur critique H_c du champ, tandis qu'une résistivité électrique mesurable apparaît seulement au champ H_M sensiblement plus grand. Pour cette raison, on remarque deux courbes pour le niobium à la figure 1, à savoir les courbes pour H_c et H_M .

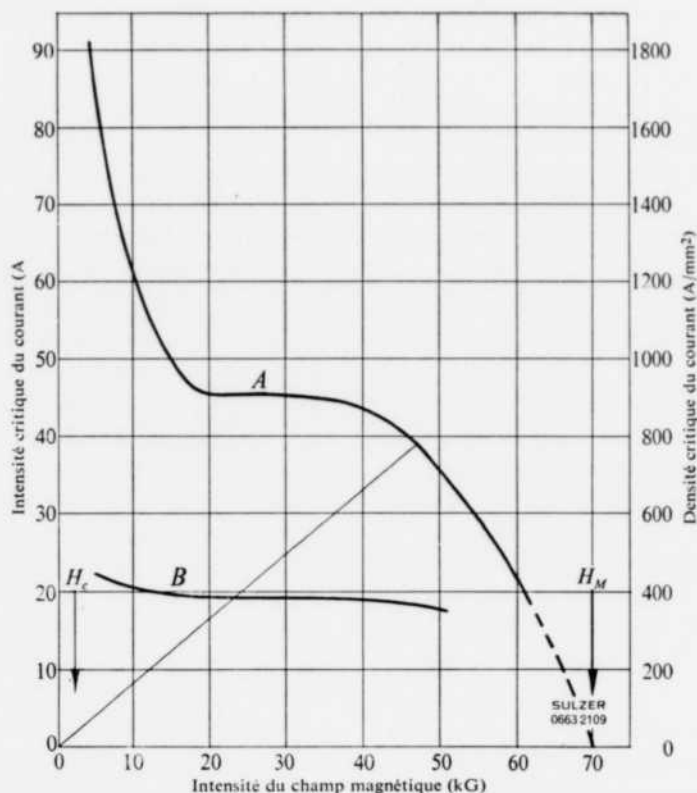
Cette différence entre les intensités de champ H_M et H_c est très intéressante pour le but que nous devons atteindre. Il existe dans des champs magnétiques élevés un état très instable quand une partie du volume total, par exemple l'intérieur du supraconducteur, est exempt de tout champ, tandis qu'il règne un champ magnétique élevé dans tout l'espace extérieur. L'énergie, dans notre cas l'énergie magnétique, cherche toujours à se répandre uniformément dans l'espace total. Il est donc nécessaire d'obtenir un conducteur électrique avec une résistance infiniment petite et non un conducteur avec une induction nulle. Pour cette raison, et aussi dans le but recherché, les supraconducteurs idéaux ne sont nullement « idéaux », car l'induction et la résistivité aug-

mentent pour une même intensité du champ. Par contre, le supraconducteur à grand champ présente justement les qualités nécessaires aux besoins signalés plus haut. L'induction commence à augmenter dans celui-ci quand le champ critique est atteint, et le champ magnétique pénètre ainsi à l'intérieur du conducteur jusqu'à répartition presque complète de l'énergie magnétique dans l'espace extérieur et dans l'intérieur du supraconducteur. Dans ces conditions, le champ magnétique n'est plus perturbé par le supraconducteur et l'état de supraconductibilité reste stable au point de vue thermodynamique à des intensités de champ bien plus élevées.

En ce qui concerne les applications, les possibilités ne manquent pas.

L'utilisation de supraconducteurs a été préconisée par exemple pour de grands moteurs électriques et des générateurs^[3], pour des paliers supraconducteurs^[3], pour la distribution d'énergie électrique par des câbles supraconducteurs et éventuellement aussi pour le stockage bref d'énergie, celle-ci étant emmagasinée sous forme d'énergie magnétique dans de grands solénoïdes. Si l'on a déjà beaucoup discuté de toutes ces possibilités ainsi que de leurs réalisations techniques et de leur rentabilité, il n'a été possible, jusqu'à présent, de n'apporter qu'une preuve partielle. Bien que pendant un certain temps les cryotrons et les mémoires supraconductrices se tenaient au premier plan des recherches et des expériences, il apparaît maintenant que la formation de champs magnétiques forts et constants ait le maximum de chance dans un avenir prochain de représenter, sur une grande échelle, le domaine d'application des supraconducteurs.

Par ailleurs, les champs magnétiques élevés servent d'auxiliaires aux recherches physiques — on pense ici au cyclotron, à la chambre à bulles et autres appareils semblables — mais sont également nécessaires



3
Intensité critique et densité critique en fonction de l'intensité du champ appliqué. Courbe A pour un seul fil, courbe B pour un solénoïde.

pour le développement technique moderne, comme par exemple pour le générateur magnéto-hydrodynamique et pour la propulsion des fusées à l'aide de particules chargées.

Il y a encore cinq ans, il existait peu d'espoir de produire, à l'aide de supraconducteurs, des champs supérieurs à 10 kG (1 kG = 1 kilogauss), étant donné que la supraconductibilité était détruite, dans presque tous les matériaux connus, par des champs de quelques centaines ou mille gauss. On connaissait bien quelques alliages, comme par exemple l'alliage plomb-bismuth, qui restaient supraconductibles jusqu'à des champs de 15 ou 20 kG, mais tous les essais en vue d'employer ces alliages comme aimant fort échouèrent. Ce n'est qu'en 1960 qu'Autler réussit à obtenir, à l'aide d'un solénoïde fabriqué avec un fil de niobium, une intensité de champ de 4,3 kG. Toutefois, la grande réussite fut atteinte par Kunzler, Buehler, Hsu et Wernick⁽⁴⁾ qui purent annoncer, en 1961, que des fils d'un

alliage de niobium et d'étain (composition approximative: Nb₃Sn) restaient supraconductibles aussi bien à des intensités supérieures à 10⁵ A/cm² que dans des champs de 88 kG. C'est ainsi qu'on atteint pour la première fois des intensités à peu près 200 fois plus élevées que celles qui sont d'usage dans la technique des courants forts.

Il restait encore beaucoup de difficultés à vaincre jusqu'à ce qu'on puisse disposer de solénoïdes pour les champs magnétiques élevés⁽⁵⁾. La figure 3 représente l'intensité critique du courant et la densité en fonction de l'intensité du champ appliquée pour un fil se composant de niobium et de 25% de zircon à la température de 4,2°K, c'est-à-dire à la température du point normal d'ébullition de l'hélium⁽⁶⁾. La courbe A se réfère à un fil de 50 mm de long, la courbe B à un solénoïde fabriqué avec un même fil.

On remarquera aussi ici la grande différence entre l'intensité du champ

H_m où le fil reprend une résistivité finie et l'intensité H_c à laquelle le champ magnétique extérieur pénètre à l'intérieur du supraconducteur.

Si l'on augmente l'intensité du courant dans l'enroulement d'un solénoïde, on devrait s'attendre tout d'abord à ce que l'intensité du courant et l'intensité du champ suivent une ligne droite partant du point zéro. Son inclinaison dépend des dimensions du solénoïde en cause. Toutefois, du fait que, selon la figure 2, l'intensité du champ et l'induction dans des supraconducteurs à grand champ ne sont pas proportionnels entre eux, il en résulte une ligne légèrement courbée. On devrait aussi s'attendre, dans ces circonstances, à ce que le solénoïde reste supraconducteur jusqu'à ce que la courbe A (fig. 3) soit atteinte. En fait, ce n'est pas le cas : le solénoïde redevient un conducteur normal à des valeurs d'intensité de courant et de champ bien inférieures, c'est-à-dire aussitôt que la courbe B est atteinte. Ceci s'explique en partie par l'influence des spires voisines; cependant, l'autre partie reste encore inexpliquée.

Une autre difficulté réside dans le fait que beaucoup de ces supraconducteurs à grand champ — en général des alliages et des composés intermétalliques — sont difficiles à usiner et en partie difficiles à réaliser, c'est-à-dire qu'ils reviennent cher.

Aussitôt que l'on obtient des champs de quelques centaines de kilogauss, il y a lieu de surveiller les forces électromagnétiques qui en résultent. Le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde cherche à s'étendre et cherche ainsi à répartir uniformément l'énergie magnétique dans tout l'espace. Cette pression magnétique augmente proportionnellement à H^2 .

Cela demande aussi quelque réflexion sur la manière de conduire la haute énergie contenue dans le champ magnétique au solénoïde qui

a été refroidi avec de l'hélium liquide. Il n'est pas possible d'employer des câbles en cuivre à grande section, car la quantité de chaleur conduite par ceux-ci serait, dans la plupart des cas, impossible à éliminer. On connaît cependant déjà un certain nombre de procédés permettant d'éviter ces difficultés⁽⁷⁾.

Il se présente, de plus, des problèmes sérieux quand une partie du solénoïde — par exemple par suite de refroidissement insuffisant — redevient un conducteur normal⁽⁸⁾. Il se dégage à un certain endroit une importante quantité de chaleur (loi de Joule) qui fait encore augmenter la température. De cette façon, toute l'énergie contenue dans le champ magnétique est transformée en chaleur dans un petit espace et en très peu de temps. Ceci conduit à l'anéantissement de la bobine et, si le champ est élevé et la bobine importante, à une explosion.

Quel résultat avons-nous donc atteint jusqu'à ce jour ? *Martin, Benz, Bruch et Rosner*⁽⁹⁾ indiquaient avoir atteint un champ de 101 kG. Le solénoïde employé par eux était bobiné avec un fil de niobium recouvert d'une couche d'étain, d'une longueur de 180 m et d'un diamètre de 0,7 mm. La bobine avait un diamètre de 5,7 cm et une longueur de 4,7 cm. À une température de 1,8°K, un courant de 266 A la traversait sans difficulté.

Ainsi, on peut donc admettre que les difficultés principales sont résolues. Il ne reste donc que le perfectionnement technique et le développement à résoudre, c'est-à-dire le développement de bobines pour des champs magnétiques élevés et étendus qui sont indispensables pour des générateurs magnéto-hydrodynamiques. Mais, bien entendu, ce développement devra assurer un bon fonctionnement, un prix de revient plus bas et des frais d'exploitation minimes. Comment se présentent donc les autres possibilités d'emploi dans la technique des courants forts, par exemple pour les moteurs et

génératrices électriques ? Dans ces cas, il s'agit en général de champs magnétiques alternants. Des courants de Foucault sont donc continuellement induits. Si le supraconducteur possédait jusqu'à sa surface une résistivité nulle, aucun effet de Joule ne pourrait se produire et aucune chaleur ne pourrait se développer dans celui-ci bien qu'il se trouve dans un champ alternatif. Mais ce n'est pas le cas. D'après la théorie de London, le champ extérieur pénètre même à une mince profondeur le supraconducteur idéal, tandis que le supraconducteur à grand champ sera plus ou moins pénétré par le champ extérieur si celui-ci dépasse la valeur critique H_c . La profondeur de pénétration qui en résulte ne peut plus être déterminée par la théorie de London. Elle dépend de la valeur de la relation H/I_c . H signifie le champ magnétique extérieur et I_c la densité critique du courant. Des courants de Foucault sont induits dans la couche à la surface des supraconducteurs et il se développe de la chaleur (effet de Joule). Même si celle-ci est minime, comparée à la chaleur développée dans des conducteurs normaux, on est obligé de monter une installation coûteuse et de faire un grand emploi d'énergie afin de dissiper cette chaleur aux très basses températures en question. Il reste donc encore beaucoup de problèmes à résoudre. Mais c'est aussi dans ce domaine que la recherche est poussée⁽⁹⁾ depuis que l'industrie s'intéresse à l'emploi des supraconducteurs pouvant former de grands champs magnétiques constants.

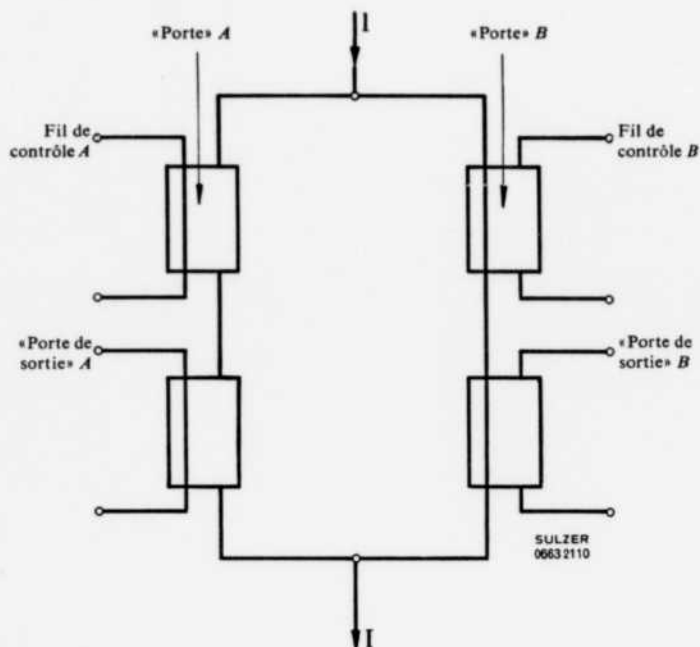
Comment se présente l'emploi de la supraconductibilité dans le secteur de l'« électronique cryogénique »⁽¹⁰⁾ ?

Une machine à calculer électronique se compose d'une multitude d'éléments d'information. Tandis que, tout au début de la période de développement de ces machines, on employait des éléments mécaniques, on utilisa plus tard des tubes électroniques et ensuite des transistors.

Ces éléments possèdent généralement deux positions stables. Ils sont utilisés pour accomplir des opérations logiques ou pour enregistrer des informations. À la place d'un tel élément, il est possible d'utiliser un dispositif se basant sur des éléments supraconducteurs. Un tel élément ou cryotron se compose de deux fils ou films supraconducteurs. La distance entre ces deux fils ou films est si minime que le champ magnétique du courant électrique dans le premier fil influence également le deuxième. L'un de ces fils — le fil de contrôle — est composé d'un matériau qui reste supraconductible même sous l'influence de champs élevés. Par contre, le deuxième fil — appelé « porte » (en anglais : *gate*) — redevient un conducteur normal à cause des champs magnétiques des courants électriques traversant les fils.

Comme dans d'autres dispositifs amplificateurs, la disposition de ces deux fils a été prévue de façon qu'un faible courant électrique dans le fil de contrôle ferme la « porte », c'est-à-dire l'élément redevient conducteur normal (fig. 4).

Le courant I ne peut traverser que la section de droite ou celle de gauche. Un courant traversant le fil de contrôle A a pour résultat que la « porte » A redevient conducteur normal. De ce fait, le courant I passe par la section de droite. Inversement, un courant traversant le fil de contrôle B a pour résultat que le courant I passe dans la section gauche si, toutefois, le fil de contrôle A est sans courant. Le courant I passe dans l'une ou l'autre section aussi longtemps que l'on veut, même après avoir coupé les courants passant par les fils de contrôle. Ce dispositif possède donc une « mémoire ». Les deux conduites que peut prendre le courant I correspondent aux deux positions stables d'un commutateur. Les deux « portes de sortie » servent à reconnaître si le courant I passe par la section de droite ou de gauche.



4
Circuit de commande à cryotron.

Si le courant I passe donc par la section de droite, la « porte de sortie » B sera fermée à cause du champ magnétique excité par ce courant, et vice versa. L'information enregistrée dans ce cryotron peut en être ressortie en interrogeant la mémoire de la façon suivante : constater laquelle des deux « portes de sortie » est conducteur normal, c'est-à-dire fermée. En principe, il est possible de construire avec des éléments simples de ce genre une machine à calculer. Il n'y aura aucun dégagement de chaleur étant donné que tous les éléments conduisant un courant sont supraconducteurs. Ce n'est que pendant la commutation que l'énergie électrique sera transformée en chaleur.

On a donc pour but de commuter aussi rapidement que possible avec une consommation minimale de chaleur. Il est bien entendu que, pour des raisons théoriques, il n'est pas possible d'abaisser sous une certaine mesure l'irréversibilité de commutation⁽¹⁾, de laquelle nous sommes encore bien éloignés. On obtient des temps de commutation courts et des consommations d'énergie minimales quand le dispositif entier est aussi petit que possible.

C'est pour cette raison que les conducteurs de courant consistent en films minces — on choisit des épaisseurs entre 0,5 et 1 μm — qui sont séparés par des isolants électriques d'une épaisseur de 0,1 à 0,5 μm . La fabrication d'un tel dispositif complet se fait de préférence par métallisation sous vide poussé.

Par le choix d'une dimension, d'une disposition et d'un matériel approprié, on arrive à accélérer la commutation électromagnétique de telle façon qu'elle ne demande plus que 10^{-9} s. Ceci serait suffisant puisque, dans ce temps, la lumière ne parcourt qu'une distance de 30 cm. Par contre, la dissipation de la chaleur développée pendant la commutation occasionne des difficultés. Ceci nécessite environ 10^{-8} s, ce qui est déjà un temps assez long comparé aux temps de commutation que l'on tente d'obtenir aujourd'hui dans la construction de calculateurs électroniques.

Il n'est pas possible de dire où l'évolution peut mener, d'autant plus qu'un concurrent important du cryotron s'est révélé par le développement d'une mémoire magnétique particulièrement raffinée⁽²⁾. Du point de vue purement théorique, il

serait possible de réduire d'un facteur de 10^6 la quantité de chaleur développée lors de la commutation. Une bien plus petite quantité d'énergie suffit manifestement au cerveau humain pour opérer une commutation, ce qui n'est pas le cas pour un cryotron.

De plus, un neurone — un tel neurone est sensiblement plus complexe qu'un cryotron — nécessite moins de 10^{-6} cm³ tandis que le volume exigé par un cryotron se situe vers 10^{-3} cm³. Il est toutefois à remarquer que le temps de commutation du neurone se situe approximativement à 10^{-2} s; il est donc environ 10^6 fois plus long que celui du cryotron.

Bibliographie

- [1] Comparez par exemple Lynton, E. A.: *Superconductivity*. Methuen's Monographs on Physical Subjects, Londres 1963.
- [2] Meissner, W., et Ochsenfeld, R.: *Naturwissenschaften* 21 (1933), p. 787; Meissner, W. et Heidenreich, F.: *Phys. Zs.* 37 (1936), p. 449.
- [3] Buchhold, Th. A., dans "Scientific America", mars 1960, vol. 202, N° 3.
- [4] Kunzler, J. E., Buehler, E., Hsu, F. S. L., et Wernick, J. H.: *Phys. Rev. Letters* 6 (1961), N° 3, p. 89/91.
- [5] Kropschot, R. H., et Arp, V.: *Cryogenics* 2 (1961), p. 1.
- [6] D'après Hulm, J. K., Chandrasekhar, B. S., et Riemersma, H., dans "Advances in Cryogenic Engineering", vol. 8, p. 17-29, Plenum Press, New York 1963.
- [7] Comparez par exemple Laquer, H. L.: *Cryogenics* 3 (1963), mars.
- [8] Martin, D. L., Benz, M. G., Bruch, C. A., et Rosner, C. H.: *Cryogenics* 3 (1963), p. 161.
- [9] Comparez par exemple Buchhold, T. A.: *Cryogenics* 3 (1963), p. 141-149.
- [10] Ittner, W. B., dans "Advances in Cryogenic Engineering", vol. 8, p. 30-36, Plenum Press, New York 1963.
- [11] Grassmann, P.: *Kältetechnik* 12 (1960), p. 38-43, en particulier p. 42.
- [12] Kleen, W., et Pfisterer, H.: *Siemens-Zs.* 37 (1963), 10, p. 699-712, et *Pecher U.*: *VDI-Zs.* 105 (1963), N° 29, p. 1358. ■

Le projet et ses études (IIIe Partie)

par G. TURENNE, J. FABREGUETTES et S. VALENT

14 — Introduction aux essais sur modèle réduit

Les essais sur modèle réduit constituent un domaine particulier dans l'étude d'un ouvrage. Par des méthodes relevant essentiellement de l'expérimentation, ils permettent d'obtenir une estimation du comportement de l'ouvrage d'une autre façon que par le calcul.

Il est bien évident que le modèle réduit, fidèle image géométrique du prototype, tient compte d'un ensemble de liaisons hyperstatiques impossible à introduire en totalité dans un schéma mathématique et de ce point de vue il est supérieur au calcul.

Il ne faut pas oublier cependant que malgré toutes les précautions prises, le modèle réduit ne peut être une représentation exacte du prototype : il n'en est qu'un schéma. C'est ainsi que, sauf complications le plus souvent prohibitives, le modèle réduit d'un barrage ne saurait non seulement en représenter les détails mais même tenir compte d'éléments aussi essentiels que, par exemple, les étapes de la construction de l'ouvrage réel. Il présente de plus une homogénéité et un monolithisme bien supérieur à ce que l'on peut atteindre dans un ouvrage

Cette troisième et dernière partie de l'article sur le barrage de Manicouagan 5 traite des essais sur modèle réduit en plâtre. Dans la première partie, parue en avril, les auteurs ont présenté le site et son barrage. La deuxième partie, publiée en juin, était consacrée aux différentes méthodes de calcul employées et aux résultats obtenus.

réel. Enfin les résultats des essais sont entachés de certaines erreurs systématiques ou accidentelles tenant à l'emploi même du procédé et de la méthode de mesure.

Il n'en reste pas moins que le modèle réduit est un moyen d'étude extrêmement puissant dont l'utilisation, concurremment avec le calcul,

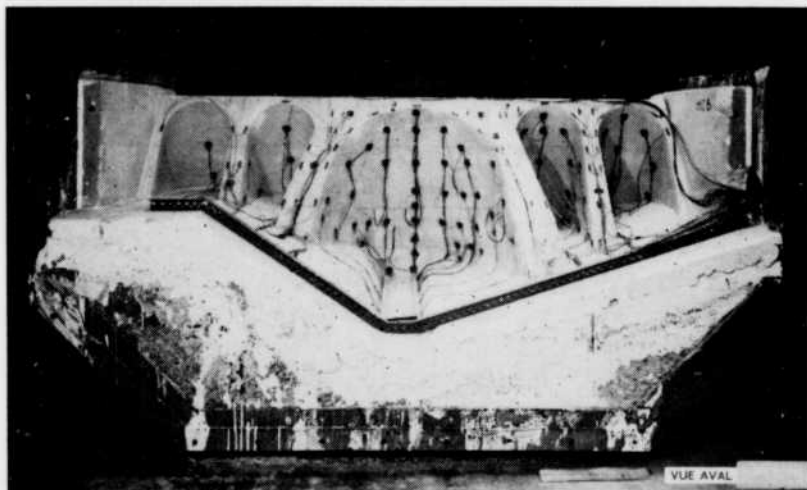
permet une bonne approche de la réalité.

Dans le cas de Manicouagan 5, les essais sur modèle devaient nous permettre d'étudier deux phénomènes essentiels :

- Tout d'abord l'effet hydrostatique dû à la mise en eau du barrage;
- En deuxième phase, l'effet du poids propre du barrage

Ceci essentiellement pour la partie centrale du barrage (Voûte V6-7, Contreforts C6 et C7, Voûtes intermédiaires V5-6 et V6-7).

Deux modèles ont été réalisés et soumis aux essais pour que l'on





Section horizontale à 888'

puisse confronter les résultats et vérifier aussi la fidélité des modèles.

15 — Principales caractéristiques des modèles

Le modèle réduit de Manicouagan 5 s'étend de l'axe du contrefort C4 à l'axe du contrefort C9. Il comprend donc en plus de la partie centrale une voûte normale de chaque côté.

Le modèle représente une longueur de prototype de 1,300 pieds, depuis le contrefort C4 jusqu'au contrefort C9. Il reproduit aussi une tranche du terrain de fondation de 100 pieds de hauteur moyenne

et 685 pieds de largeur environ dans le sens amont aval. Compte-tenu de l'échelle adoptée (1/200) les dimensions générales du modèle sont les suivantes :

Longueur	— 8'-2" environ
Largeur	— 3'-5" environ
Hauteur	— 3'-6" environ

16 — Fabrication des modèles

Le modèle a été construit avec un mélange de plâtre et de Kieselghur. Entre autres avantages, ce mélange présente celui d'avoir un faible coefficient d'élasticité ce qui donne de la sensibilité. Une faible contrainte se traduit par une déformation relativement grande et par

suite plus aisément mesurable. D'autre part comme pour le plâtre, le coefficient de Poisson du mélange plâtre-Kieselghur est voisin de celui du béton, ce qui favorise hautement l'analogie de comportement du modèle et du prototype. La composition du mélange a été la suivante :

Eau	— 155 gallons
Plâtre fin	— 950 livres
Kieselghur	— 470 livres
Retardeur de prise	— 0.45 livres

Les caractéristiques principales de ce matériau ont les ordres de grandeur suivants :

Coefficient d'élasticité —

$$E_m = 1.7 \times 10^5 \text{ p.s.i.}$$

Coefficient de Poisson —

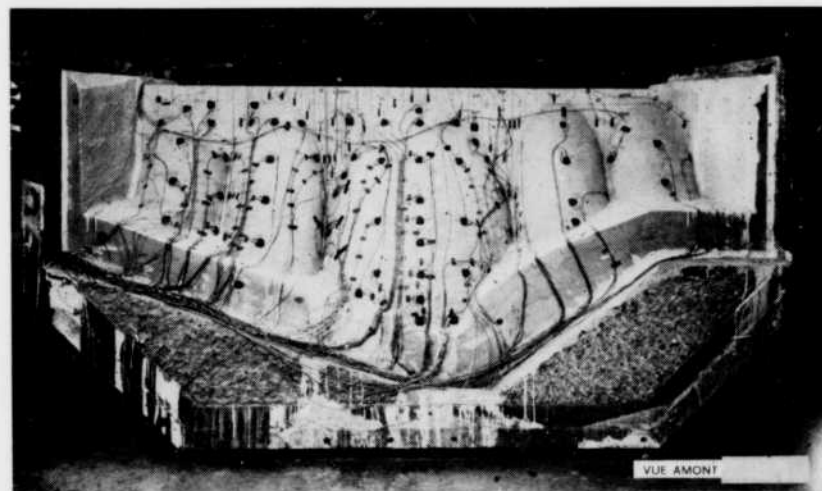
$$U_m = 0.17$$

Densité du mélange sec —

$$40 \text{ livres / p.cube}$$

Le matériel de coulage a été ajusté aux dimensions des modèles :

- Mélangeur du type épicycloïdal d'une capacité de 200 gallons environ et,
- Pompe capable de débiter ces 200 gallons en trois minutes, limite de sécurité de la prise du plâtre.



Immédiatement après décoffrage, les modèles étaient mis en étuve isothermique à 96°F.

La surveillance du séchage se faisait par la mesure de la variation du poids au moyen d'un dispositif de témoins sonores. La durée de séchage était d'environ deux mois.

Après le séchage, le modèle était scellé dans une cuve métallique qui reposait sur le sol par un socle en béton. Les parois amont et aval étaient renforcées par des nervures. La paroi amont était démontable afin de permettre le montage du contrebloc de pression et des poches de mercure.



Dispositif de vérification par éprouvettes.

17 — Appareillage de mesure

Les déformations étaient mesurées par des jauges électriques à résistance ou "strain-gauges" de marque Baldwin. Les jauges utilisées étaient de deux types, soit unidirectionnelles soit tridirectionnelles. Ces jauges étaient collées sur les parements amont et aval en des points judicieusement choisis.

Les mesures de variation de résistance des jauges ont été effectuées à l'aide d'un voltmètre numérique associé à une imprimante automatique. Les dépouillements des mesures ont été effectués sur ordinateur électronique IBM 7094.

18 — Essais hydrostatiques

Le chargement se fait par du

mercure contenu dans des poches de caoutchouc. La pression du mercure est contenue, vers l'amont, par un contrebloc solidement maintenu à la cuve par boulonnage. Le contrebloc est placé à 5/12 de pouce du parement amont du modèle pour ménager l'espace nécessaire aux poches de chargement.

La mise en charge a été assurée par une pompe à mercure avec stabilisation automatique du niveau. Cette mise en charge a nécessité environ 800 livres de mercure.

Un "essai" de charge se compose de cinq cycles successifs de charge et de décharge du modèle. On prend comme variation de lecture d'une jauge pour un "essai" la moyenne arithmétique des variations

enregistrées au cours de chaque cycle.

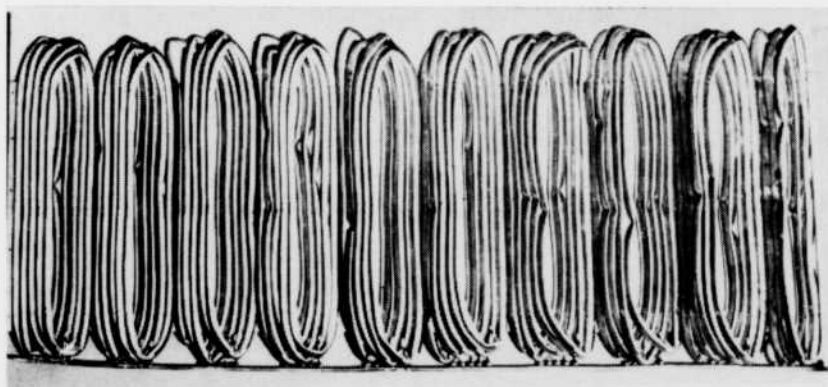
19 — Introduction aux essais de poids propre

L'étude des effets de poids propre présente un intérêt incontestable. À Manicouagan 5 le poids propre de l'ouvrage est une force dont l'intensité est de l'ordre de 50% de celle de la poussée de l'eau sur le parement amont. Il serait inconcevable d'étudier avec grand soin l'effet de l'eau et de négliger l'effet du poids propre.

Malheureusement l'effet du poids propre est moins accessible encore que l'action hydrostatique et cela se conçoit d'ailleurs assez aisément.

En effet, même si la mise en eau du barrage de Manicouagan 5 doit débuter bien avant l'achèvement du génie civil, il n'en reste pas moins que l'action de l'eau ne commencera à s'exercer que sur un solide géométriquement bien défini (partie du barrage, située en-dessous de la cote de mise en eau) auquel des injections auront conféré un certain monolithisme.

Au contraire, le poids propre, dont l'intensité varie dans le temps



Matelas pneumatique (au repos).

en relation directe avec l'évolution de la construction, s'exerce sur un "solide" (pour autant que l'on puisse employer ce qualificatif) de caractéristiques mal définies et d'ailleurs changeantes.

- Géométriquement le solide évolue en fonction de la mise en place du béton,
- Les liaisons entre les divers plots de l'ouvrage varient en fonction du temps (injections du clavage et auto-clavage),
- Enfin le matériau constitutif, le béton lui-même, a dans sa jeunesse en particulier une "vie" très active et, par suite des caractéristiques qui ne sont pas stables (durcissement, retrait thermique, etc.).

Au total il est évident qu'on ne peut considérer ce "solide" comme répondant aux hypothèses fondamentales que sont pour toute étude l'homogénéité et l'isotropie. On ne peut donc attendre de toute étude du poids propre qu'une approximation assez grossière, ce qui est d'ailleurs une raison essentielle pour aborder ce problème par plusieurs voies, de manière à essayer d'"encadrer" la réalité.

20 — Choix de la méthode d'expérimentation — Principe des essais par tranches horizontales

Les dimensions géométriques du modèle de Manicouagan 5 rendent à elles seules impossible l'emploi des méthodes relativement classiques de centrifugation ou d'immersion. Restait donc la méthode de chargement par tranches horizontales.

Dans cette méthode le modèle est découpé en tranches horizontales successives à partir du couronnement. Soit H_m la cote en-dessous du couronnement d'une telle coupe et S_m sa surface sur laquelle nous pouvons exercer une pression verticale uniforme P_m .

Le modèle est ainsi soumis à l'action d'une force

$$F_m = P_m \times S_m$$

L'application de cette force se traduit sur une jauge j placée en un point A_m du modèle situé en-dessous du plan de la coupe S_m par une déformation $\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$ proportionnelle

à F_m .

On sait d'autre part que l'on peut écrire de façon générale en équations aux dimensions :

$$\left[\left(\frac{\Delta l}{l}\right)\right] = \frac{[n]}{[E]}$$

$$\text{ou encore } \left[\left(\frac{\Delta l}{l}\right)\right] = \frac{[I]}{[E]} \times \frac{[F]}{[S]}$$

$n = \text{contrainte}$

d'où :

$$\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_p = \frac{F_p}{F_m} \times \frac{E_m}{E_p} \times \frac{S_m}{S_p}$$

(les caractéristiques du modèle sont affectées de l'indice m ; celle du prototype de l'indice p .)

Ce qui revient à dire qu'une pression P_p appliquée sur la section S_p du prototype située à la cote h_p (correspondant à h_m) se traduira par l'apparition au point Ap (correspondant à Am) d'une déformation dont la composante

$$\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_p \text{ parallèle à } \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$$

sera donnée par :

$$\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_p = \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m \times \frac{F_p}{F_m} \times \frac{E_m}{E_p} \times \frac{S_m}{S_p}$$

On peut différencier cette formule qui devient :

$$\left(\frac{dl}{l}\right)_p = \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m \times \frac{E_m}{E_p} \times \frac{S_m}{S_p} \times \frac{dF_p}{F_m}$$

et dF_p peut en particulier représenter alors le poids de la tranche de béton de hauteur dh_p située à la cote h_p .

$$dF_p = \delta_p \times S_p \times dh_p$$

$\delta_p = \text{densité du béton}$

$S_p = \text{surface de la section}$

D'autre part :

$$F_m = P_m \times S_m$$

Il vient finalement :

$$\left(\frac{dl}{l}\right)_p = \frac{\delta_p}{P_m} \times \frac{E_m}{E_p} \times \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m \times dh_p$$

que l'on peut encore écrire en passant aux contraintes du prototype :

$$\left(\frac{dn}{dh}\right)_p = \frac{\delta_p}{P_m} \times E_m \times \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$$

On a intérêt à utiliser une pression P_m aussi élevée que possible :

1. $\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$ est proportionnel à P_m ,

et il faut qu'en tout point ausculté du modèle $\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$ soit suffisamment grand pour pouvoir être mesuré par l'appareil de lecture dont on dispose.

2. Supposons maintenant que dans la formule :

$$\left(\frac{dn}{dh}\right)_p = \frac{\delta_p}{P_m} \times E_m \times \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$$

$\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$ représente le minimum décelable par l'appareil de lecture. Le modèle sera d'autant plus sensible qu'à ce $\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_m$ minimum correspondra sur le prototype un $\left(\frac{dn}{dh}\right)_p$ petit.

Il y a donc intérêt à ce que P_m soit le plus grand possible, toutes choses égales par ailleurs.

21 — Mode expérimental

Pratiquement il a été admis que le modèle soit découpé en tranches successives de 3" correspondant à 50' sur le prototype.

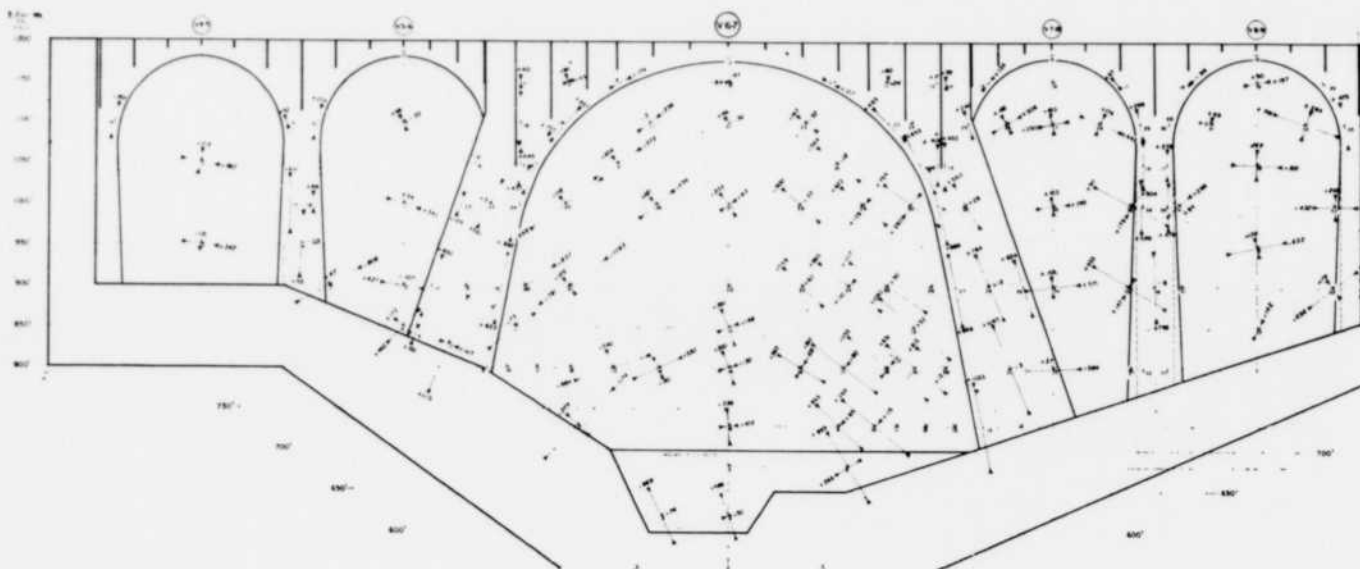


Fig. 19

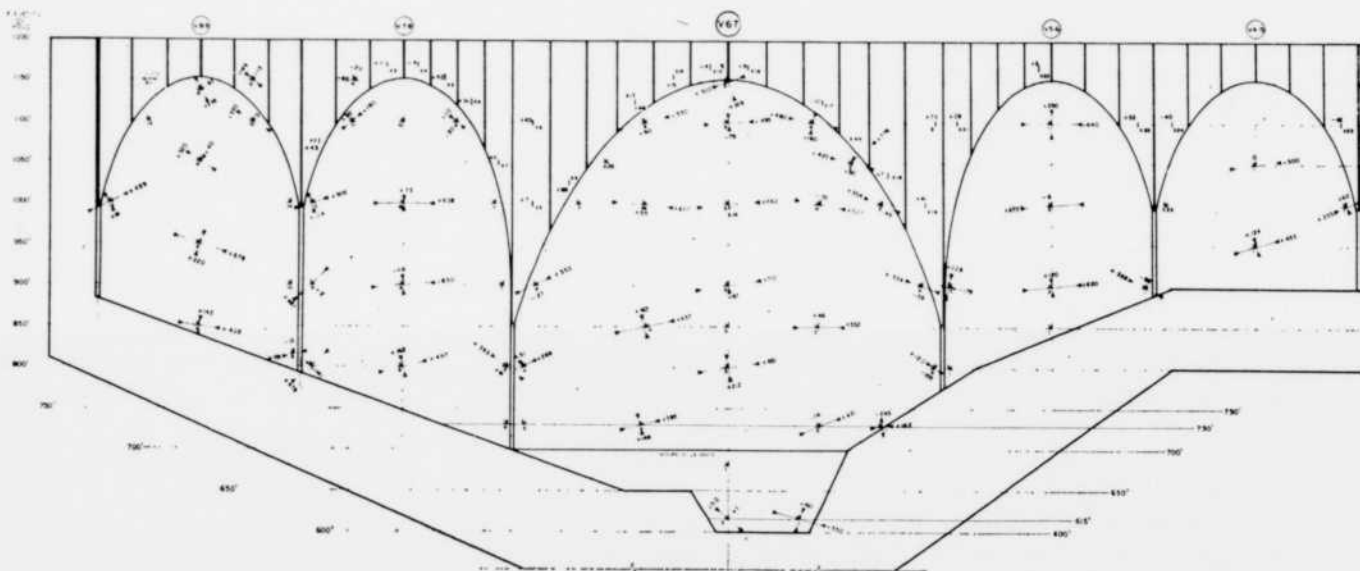


Fig. 20

Nous avons mis au point un dispositif de chargement pneumatique : un matelas d'air comprimé à la pression P_m est appliqué sur la section horizontale considérée, exerçant sur toute la surface une contrainte uniforme P_m .

Le matelas est constitué par une série de boyaux souples placés côte à côte à une distance constante. Ces boyaux de caoutchouc toilé de 1" de diamètre extérieur, sont disposés perpendiculairement au couronnement du barrage contre un caisson métallique en tôle soudée

placée au-dessus du modèle.

22 — Résultats obtenus

Les résultats obtenus pour les deux modèles soumis aux essais de la poussée hydrostatique et du poids propre sont concordants et les contraintes obtenues ne sont pas supérieures à 1200 p.s.i.

À titre documentaire nous donnons quelques résultats obtenus sous l'effet de la poussée hydrostatique et du poids propre du modèle no 1 (figs. 19 et 20).

23 — Conclusion

L'ensemble des études effectuées pour garantir la stabilité de l'ouvrage et fixer les ordres de grandeur des contraintes a donné des résultats très satisfaisants.

Ces résultats confirment le bien fondé des intuitions initiales des projeteurs et de leurs décisions sur les formes. Ils donnent au Maître de l'Oeuvre l'assurance d'un ouvrage répondant bien aux critères fixés au début des études.

Transformateurs de courant pour 765 kV

par L. ERHART

1. Exigences

Les transformateurs de courant pour des réseaux de 765 kV doivent principalement répondre aux exigences suivantes :

- a) la tension de service maximale se situe à environ 765 kV, les tensions d'essai étant fortement réduites;
- b) le début de l'ionisation intérieure et extérieure doit se situer au-delà de 1.2 fois la tension de phase;
- c) les courants nominaux qui les parcourent sont environ de 2000...2500 A, tandis que la résistance de court-circuit dynamique doit être environ de 75 kA (valeur de crête);
- d) la précision et la puissance de mesure doivent atteindre un niveau relativement élevé et le transformateur doit présenter un comportement transitoire impeccable au moment des surintensités.

La plupart des points cités sont certainement aussi valables pour les transformateurs de courant d'une tension inférieure. Par contre, l'exigence nouvelle d'une tension de service plus élevée est certainement la plus importante. On peut donc considérer que le transformateur de courant pour 765 kV représente tout d'abord un problème d'isolement. (1)¹

2. Principe

Le principe de construction des

transformateurs de courant pour des tensions de 765 kV est caractérisé essentiellement par le choix et la disposition respective de l'isolement, du noyau de fer et de l'enroulement. En partant des constructions existantes jusqu'à 420 kV, pour lesquelles on dispose d'une longue expérience tant au point de vue de la fabrication que de l'exploitation, on peut mentionner les solutions indiquées ci-dessous, en se bornant aux systèmes utilisant un transformateur comme convertisseur de courant. Comme pour les tensions inférieures, on aura recours à un isolement en papier imprégné d'huile dont les bonnes propriétés isolantes permettent d'obtenir des dimensions extrêmement réduites. Toutes les questions liées à l'isolement à l'huile et au papier imprégné, telles que le choix des matières isolantes et de l'huile isolante, une réalisation correcte de la fabrication, du séchage et de l'imprégnation, doivent être résolues le mieux possible. On n'abordera cependant pas ces détails dans le cadre de cet exposé (2) :

- a) le transformateur de courant embroché sur l'isolateur de passage du transformateur constitue la solution la plus simple; les problèmes délicats se situent plutôt dans les condensateurs de traversée.
- b) Isolation à un étage. Un prolongement de l'isolement à un étage par exemple sur l'enroulement primaire, comme on l'utilise pour les transformateurs de courant de 420 kV, pose au cons-

tructeur de nombreux problèmes dont la nouveauté n'a pas encore permis la mise au point de solutions éprouvées. Citons parmi les problèmes les plus importants à résoudre : l'échauffement par pertes diélectriques ainsi que le danger du basculement thermique par vieillissement progressif de l'isolant, le séchage sous vide et l'imprégnation correcte des grosses épaisseurs de papier exigées.

- c) Isolation à deux étages. Si l'on répartit l'isolement d'une part sur l'enroulement primaire et d'autre part sur le noyau avec l'enroulement secondaire, on obtient ainsi déjà des gradins de tension et d'isolation comme il en existe actuellement pour des tensions plus basses. La partie "transformateur" reste inchangée, comme pour des tensions inférieures.
- d) Isolation à deux et plusieurs étages et cascade. Si la partie magnétique est couplée en cascade sur deux étages et en série, l'isolement peut être subdivisé en deux à quatre étages. On peut de ce fait réaliser le transformateur de courant en deux parties séparables. Par une construction adéquate, on peut garantir parfaitement l'exactitude de mesure en service normal. Cette confrontation montre qu'on aura surtout avantage pour une première réalisation à retenir des solutions en prenant comme critère la technique de l'isolation.

1. Voir la bibliographie à la fin de l'article.

3. Solutions

Parmi les solutions réalisées jusqu'à ce jour, nous examinerons en détail la construction de Sprecher et Schuh. Cette manufacture est représentée au Canada par Montel Inc. à Montmagny.

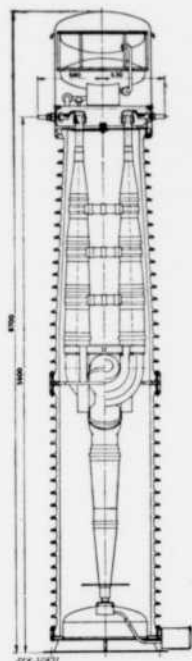


Fig. 1

Coupe du transformateur de courant 765 kV type WIF 119

Sprecher & Schuh a choisi le principe de construction cité au chiffre 2c, dans lequel l'isolation est subdivisée en deux étages, mais dans lequel on n'emploie qu'un étage magnétique. Le choix de ce principe se basait d'une part sur les avantages bien connus de la répartition de l'isolement sur deux étages, d'autre part sur les expériences favorables faites lors de transports en position quasi horizontale de transformateurs de courant même de grandes dimensions. On voit à la fig. 1 la disposition de principe : les noyaux toroïdaux, supportant l'enroulement secondaire uniformément réparti, sont logés dans une enveloppe munie de la garniture de mise à terre, et sont traversés par l'enroulement primaire en U. L'isolement en papier imprégné est enroulé séparément sur chaque partie, suivant la tension partielle et les différentes parties sont

ensuite réunies. On peut calculer exactement la position des armatures du condensateur. On contrôle ainsi aussi bien l'intensité de champ dans l'isolement que la répartition extérieure de la tension dans l'air. Le potentiel désiré pour la partie centrale n'est déterminé pratiquement que par la répartition de la tension capacitive intérieure. La répartition de la tension a été choisie par rapport à la ligne de fuite extérieure de telle façon qu'il n'y ait pas de déplacements gênants de potentiel même en cas d'encrassement ou de pluie.

Le séchage de l'isolation et son imprégnation d'huile se font directement dans l'isolateur en porcelaine sous un vide final d'environ 2.10^{-2} Torr comme pour les transformateurs fonctionnant à une tension inférieure.

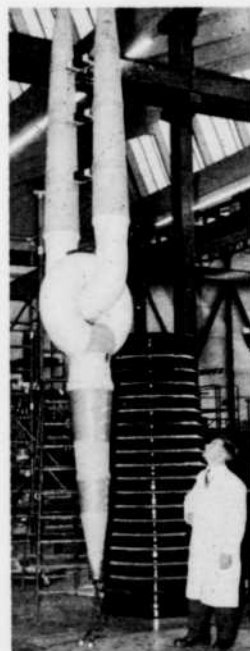


Fig. 2

Partie active du transformateur de courant 765 kV de la fig. 1

Contrairement à la construction des transformateurs de tensions plus basses, le transformateur de courant 765 kV est protégé de la pénétration d'air et d'humidité par des membranes élastiques. Ce dispositif permet de réduire les dimensions du réservoir d'expansion tout en conservant un volume d'huile rela-

tivement grand, ce qui offre d'autres avantages également pour le transport horizontal.

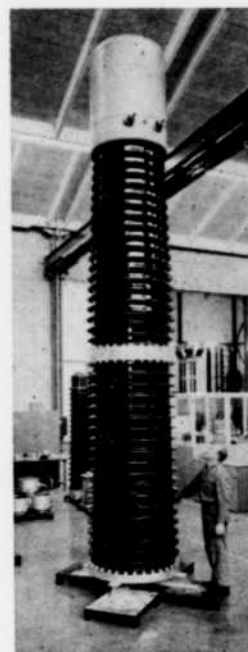


Fig. 3

Transformateur de courant 765kV de la fig. 1

rapport de transformation 2000/3 x 5 : 3 noyaux de relais, classe 10 L 400 pour $10 \times I_n$

(ce qui correspond à environ 3 noyaux ayant chacun 200 VA, $n > 10$)

On peut voir à la fig. 2 la partie active d'un transformateur de courant. Le conducteur primaire en U en tube d'aluminium calculé pour 2500 A supporte l'isolement de l'étage supérieur. On a intercalé quelques appuis en matière isolante entre les branches pour résister aux effets dynamiques. Mentionnons à ce propos la résistance aux courts-circuits des enroulements primaires de forme nouvelle prévus pour des courants nominaux élevés de 1000 ... 2500 A et plus. Voici deux exemples : le bobinage en U a résisté à un essai en court-circuit de 130 kA (valeur de crête), et le bobinage toroïdal avec dérivation coaxiale à 120 kA, ces résultats n'étant pas des valeurs limites. On voit par là que la résistance dynamique des transformateurs de courant peut répondre à des exigences plus poussées sans atteindre pour autant immédiatement ses limites. On peut voir à la fig. 3 l'ensemble

du transformateur de courant au montage. Le réservoir d'expansion d'huile placé par-dessus est basculé au moment du transport.

On a fait de nombreux essais sur le premier transformateur de la série. Nous avons déjà parlé de l'essai en court-circuit avec 130 kA (valeur de crête). On a déterminé la précision de mesure des noyaux de relais dans le domaine du courant nominal avec le pont de mesure et effectué le même contrôle dans le domaine des surintensités avec le procédé de marche à vide et l'essai direct en court-circuit. On peut voir les valeurs mesurées à la fig. 4. On a pu constater une bonne concordance entre le calcul et les divers procédés de mesure, ce que l'on doit attribuer à la disposition symétrique du noyau et de l'enroulement. On a rempli les exigences de la classe ASA 10 L 400 pour $10 \times I_n$. Les points en triangle sont des points de mesure d'après l'essai en court-circuit direct, tandis que les courbes continues ont été établies d'après les mesures en marche à vide, tandis que le déphasage a été calculé. Le transformateur a subi sans difficultés les essais de tension avec les valeurs nominales de 960 kV pendant 1 min., à la fréquence industrielle ainsi que l'essai aux ondes de choc avec 2200 kV et une onde de $1/50 \mu s$. L'essai d'ionisation montre que tout le transformateur est exempt d'ionisation intérieure jusqu'à 765 kV, ce qui peut être considéré comme parfaitement suffisant. L'effet de couronne extérieure commence au-delà de 500 kV. Pour le contrôle de l'isolement intérieur, on utilise la mesure de la tangente de l'angle de pertes comme pour des tensions plus basses.

Grâce à l'exécution de l'isolement en deux étages séparés, on peut mesurer la qualité de l'isolement et effectuer le contrôle de l'ionisation intérieure séparément pour chaque étage, ce qui amène certains allègements dans l'exécution des mesures ainsi que dans les dis-

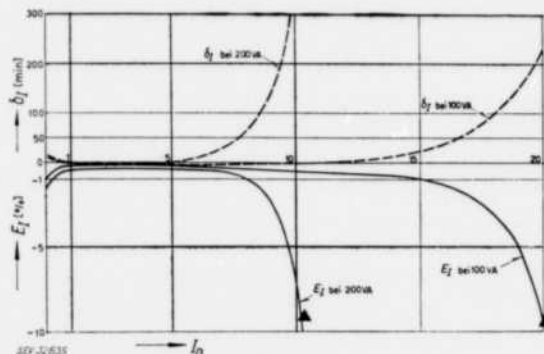


Fig. 4

Précision de mesure du transformateur de courant de la fig. 1 dans le domaine du courant nominal et dans la zone des surintensités

▲ points de mesure d'après les essais en court circuit
— erreur de courant d'après la mesure à vide
---- déphasage calculé
 E_I erreur de courant; δ_I déphasage; I_n courant nominal

positifs d'essai. Ceci est naturellement aussi valable pour la cascade du transformateur de courant. On ne peut cependant pas éviter un contrôle général du transformateur complet.

Le transformateur de courant d'un poids de 5,800 kg est placé pour le transport en position horizontale dans un emballage spécial, le tout étant encore protégé par un coffrage en bois.

4. Résumé et perspectives

En partant des performances exigées des transformateurs de courant pour 765 kV, on s'aperçoit que les principes possibles sont caractérisés par le même souci, de rechercher et d'appliquer une disposition de l'isolement qui remplisse le mieux les conditions demandées. On a exposé plus en détail deux solutions sous la forme d'une cascade magnétique et d'une exécution à un étage magnétique, mais il est bien entendu que le choix d'un principe de construction devra aussi s'inspirer, indépendamment d'autres facteurs, de considérations économiques. De nombreux détails de construction ont été présentés. L'intérêt d'essais de type complet s'étendant en particulier aux essais de court-circuit et aux différents essais de tension n'est plus à démontrer. Il faut particulièrement souligner l'importance de l'essai d'ionisation de l'isolement

intérieur étant donné le niveau d'isolation réduit. Les transformateurs présentés répondent aux exigences actuelles de la technique de mesure et de la technique de protection des réseaux.

En fait de prévisions d'avenir, on peut ajouter que l'on doit s'attendre à des progrès importants avec des relais à faible puissance, ce qui permettra de réduire fortement les puissances de mesure du transformateur de courant. Il est possible et en tout cas vraisemblable que le transformateur de courant pourra, grâce à sa capacité propre, jouer à l'avenir beaucoup plus souvent le rôle de la partie primaire d'un transformateur de tension. Si l'on considère en outre les projets présentés par le Dr Jancke pour des tensions encore plus élevées ainsi que les répercussions qu'auront les récentes expériences aux tensions inférieures, par exemple celles d'un niveau d'isolation réduit, on voit qu'il ne manque pas de nouveaux problèmes à résoudre malgré les résultats déjà obtenus jusqu'à ce jour.

Bibliographie

1. K. Jagsich und L. Erhart : Problèmes relatifs à la conception d'appareils pour réseaux à T.H.T. de 765 kV. Cigré 1964., Rapp. 403.
2. E. Rey und L. Erhard : Die Beurteilung von inhibierten und nichtinhibierten Isolierölen für Hochspannungs-Transformatoren und Messwandler. Bulletin SEV 1961, Nr. 11.

Reproduit de l'édition spéciale du Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, Vol. 55 (1964) No 9.

Le nouveau laboratoire de physique de l'état solide de l'École Polytechnique

par ALAIN BRETON

Il y a environ deux ans, la direction de l'École Polytechnique de Montréal, soucieuse de donner aux étudiants désireux d'obtenir une maîtrise ou un doctorat tous les aménagements possibles pour atteindre ce but, se rendit compte que l'établissement d'un laboratoire de physique de l'état solide s'imposait. Il fut donc décidé de tout mettre en oeuvre pour réaliser cet objectif dans le plus bref délai possible.

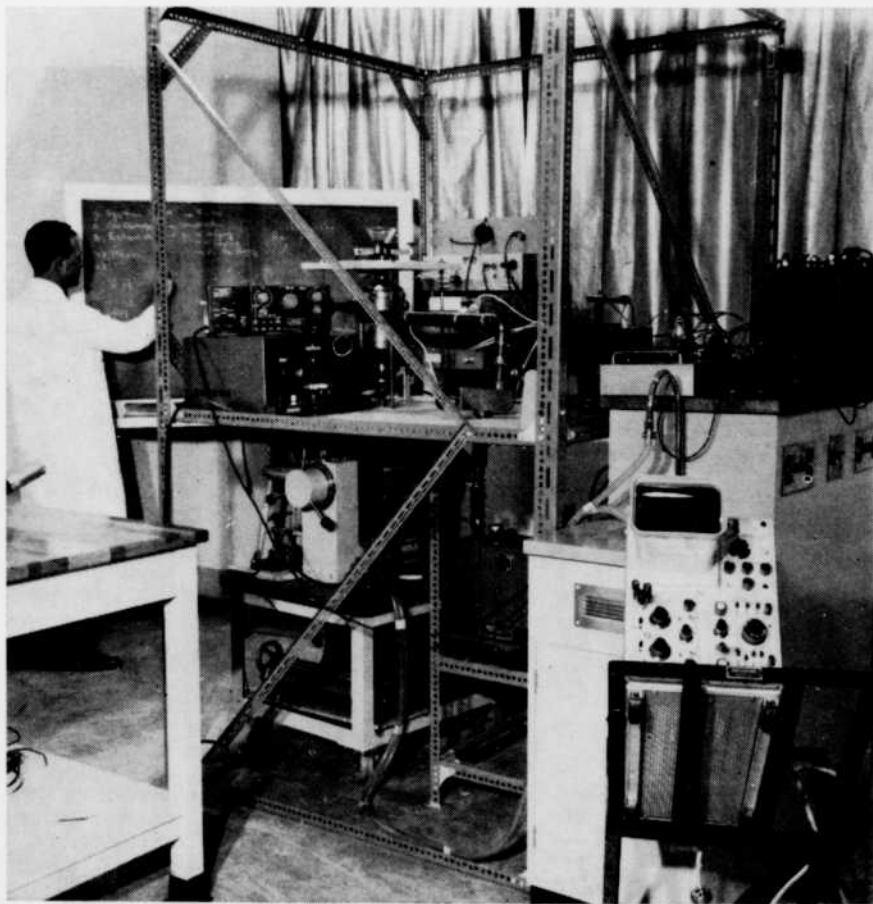
L'installation d'un laboratoire de ce genre comporte des frais assez élevés. L'aménagement d'un local approprié, l'acquisition et l'installation d'appareils et d'instruments de grande valeur ne pouvaient alors se faire que progressivement. On procéda donc par étapes à l'acquisition des appareils et des instruments, grâce aux fonds fournis par la direction de l'École et à des subventions reçues du Conseil National de Recherches pour un certain travail de recherches. Ceci permit à ceux qui devaient faire l'installation des appareils d'en faire une étude minutieuse et de se familiariser avec leur fonctionnement.

Ce n'est que l'été dernier que les travaux de préparation d'un local furent entrepris et grâce à l'habile direction de M. Roland Bureau, surintendant de l'entretien, ils furent terminés en octobre 1964. À

peine 24 heures après la fin de ces travaux, tous les appareils, instruments et accessoires étaient en place dans le nouveau laboratoire. Ce fut là un véritable tour de force dont la réussite est due à MM. J.M. Télio, étudiant en vue d'une maîtrise, Claude Pelletier, technicien au laboratoire et François Bureau, de l'Institut National des sciences appliquées de Lyon, membre spécial du Département. Le nouveau laboratoire, situé en face du laboratoire de calcul électronique, au cinquième

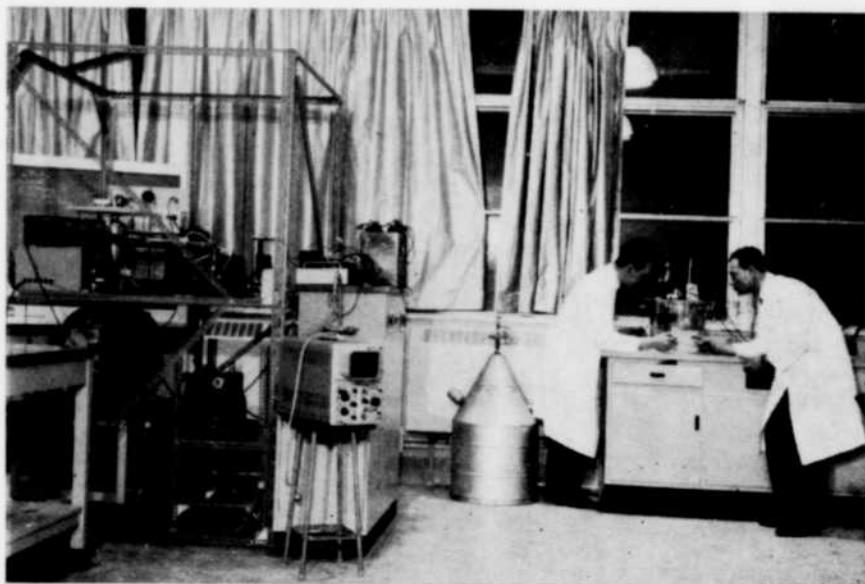
étage de l'École, était donc prêt à être utilisé.

L'ouverture officielle eut lieu au mois de février de cette année au cours d'une cérémonie d'un caractère tout particulier à laquelle prit part, à titre d'invité d'honneur, le chef du Département de physique, monsieur Jean-Charles Bernier. Les professeurs du Département de génie électrique de même que les étudiants de cinquième année de l'option physique et ceux qui se prépa-



M. J. M. Télio, ingénieur de Northern Electric, candidat à la maîtrise, nous présente le montage de l'Effet Hall à partir de la température de l'azote liquide jusqu'à la température ambiante.

M. Claude Pelletier, technicien au laboratoire, nous présente le montage qu'il a réalisé et qui sert à la croissance des cristaux piézoélectriques à partir de la solution.



raient à l'obtention d'une maîtrise étaient aussi présents. On souligna, à cette occasion, la collaboration précieuse que ces deux groupes d'étudiants avaient apportée à la réalisation rapide du projet.

Au tout début, lorsque la Direction de l'École prit la décision d'établir ce laboratoire, elle avait en vue de le faire servir uniquement à la recherche scientifique. Il devait donc

être mis à la disposition des étudiants travaillant à l'obtention d'une maîtrise ou d'un doctorat, plutôt qu'à celle des étudiants suivant le cours de génie proprement dit. Toutefois, les objectifs des étudiants à venir de même que ceux des futurs professeurs spécialisés dans ce domaine étant imprévisibles, nous avons jugé que le matériel essentiel

de base qu'il fallait installer devait être aussi varié que possible.

Pour faire le choix des appareils, des instruments et des accessoires composant ce matériel, nous nous sommes basés sur les exigences que comportaient un certain nombre d'expériences dont nous avons élaboré le programme et qui étaient effectuées par des étudiants de cinquième année. Cette formule donna d'excellents résultats et, en procédant de cette façon dans l'avenir, tout projet de recherche de nature particulière se fera à partir de méthodes de mesure déjà éprouvées et cela, dans des catégories de recherches extrêmement variées.

Nous avons pu mettre ainsi à l'essai un plan que j'envisageais depuis plusieurs années déjà. Il s'agissait de faire servir les projets de fin d'études des finissants aux fins de réalisation d'expériences de base. Ce plan fut, pour les étudiants choisis, un stimulant de tout premier ordre. Sachant que leur projet de fin d'études servirait subséquemment à des expériences de base au laboratoire, ces étudiants mirent à le préparer une application et une ardeur toutes spéciales. À tel point que beaucoup d'entre eux procédaient à des mesures de vérification même à l'heure du repas, chose assez inusitée pour



Photo du groupe des étudiants qui ont directement contribué à la réussite du projet, soit par la mise au point, soit par la vérification. De gauche à droite : MM. Jacques Gosselin (réalisation du projet de mesure des effets thermo-électriques), Gilles Martin (raffinement zonal), J. M. Téliot, David Haccoun, Germain Halley (raffinement zonal), A. Leblond, P. Richard, G. Lamontagne, S. Rho, Serge St-Martin, Claude Lajeunesse, Jean-Louis Lachambre et Hughes St-Onge.

M. Gilles Guérin, de l'Institut National des Sciences Appliquées, de Lyon, candidat à la maîtrise, nous présente le spectrographe (région optique et proche infra-rouge), qui sert à la détermination de la largeur de bande défendue dans les semi-conducteurs et cristaux "lasers".



un étudiant. Certains d'entre eux travaillaient sur place aussi bien en fin de semaine que le soir et d'autres procédaient le soir, à domicile, à des vérifications expérimentales dont les résultats étaient ensuite utilisés au laboratoire. Il y en eut également qui, au cours de démonstrations d'expériences, donnèrent des explications théoriques et pratiques devant une classe attentive et cela pour des cas qui n'avaient pas encore été traités au cours théorique. Après avoir surveillé l'expérimentation complète, ces étudiants fai-

saient profiter leurs confrères de leur propre expérience.

Un tel procédé a permis aux étudiants ayant terminé cette année leur cours de génie d'effectuer eux-mêmes des mesures relatives à des phénomènes particuliers comme, par exemple, l'Effet Hall dans les semi-conducteurs à la température de l'azote liquide, l'Effet ferro-électrique et le point de Curie dans les diélectriques, les effets thermo-électriques et la croissance de cristaux piézoélectriques.

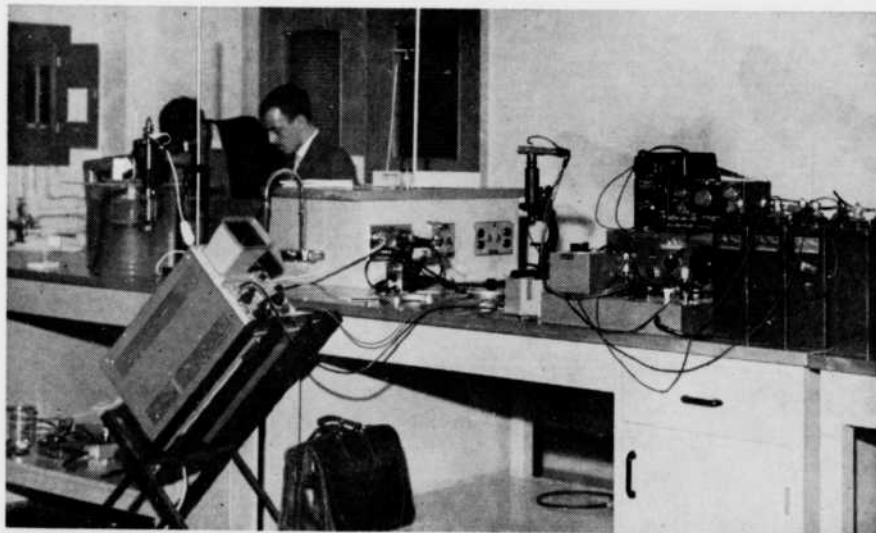
À l'avenir, ces expériences serviront de démonstrations en application des cours théoriques. D'autres expériences déjà en cours ou projetées serviront aux mêmes fins. Les étudiants auront ainsi une idée d'expériences portant sur la mesure de la largeur de bande défendue, de

même que sur la mesure de la longueur de vie des porteurs minoritaires, dans les semi-conducteurs, la résonance paramagnétique dans les cristaux masers et lasers, la production d'une jonction semi-conductrice et la supraconductibilité, en sorte qu'étant d'avance au courant des possibilités du laboratoire, ils pourront faire le choix d'une maîtrise en toute connaissance de cause.

Deux diplômés de l'École Polytechnique de Montréal spécialisés en physique de l'état solide s'occuperont tout spécialement de ce laboratoire. Ce sont le docteur Serge Galarneau, qui est déjà au poste, et le docteur Philias Lavallée, qui viendra se joindre au premier sous peu. Le nombre d'étudiants au niveau de la maîtrise semble devoir s'accroître sensiblement, car les effectifs de l'an prochain sont supérieurs à ceux de cette année. Il est donc à prévoir que sous peu des études se feront au niveau du doctorat.

L'organisation d'un laboratoire de ce genre n'aurait pu se faire sans le précieux concours de bonnes volontés, et nous aimons à rendre hommage ici à monsieur Jean-Charles Bernier, m.sc. qui, dans les cas d'urgence, nous a permis d'utiliser les services des mécaniciens de ses laboratoires, de même qu'à messieurs les docteurs Rémi Tougas, du département de métallurgie et Guy Perrault, du département de minéralogie, dont la collaboration nous a grandement aidés. ■

Deux étudiants travaillent sur la mesure du point de Curie. Montage réalisé par M. Jean-Louis Lachambre, Ing., alors étudiant de 5^e année. À côté, un montage réalisé par H. Hughes St-Onge, Ing., alors étudiant en 5^{ème} année, et destiné à la mesure directe du temps de vie des porteurs minoritaires dans les semi-conducteurs.



Le potentiel Zeta, une technique moderne

par ANDRÉ C. GOSSELIN

Le potentiel Zeta est purement une mesure de la charge électrocinétique, exprimée en millivolt, qui environne des particules de matière en suspension dans un liquide.

Pour le cas à l'étude, c'est-à-dire l'eau brute, la charge de la turbidité est électro-négative d'une façon prédominante. Elle est d'une intensité telle qu'elle engendre une répulsion mutuelle des particules; donc dispersion au sein même du liquide. Ainsi les colloïdes aussi bien que les protéines colloïdales demeurent en suspension. Si la charge électro-négative de ces particules est réduite à zéro ou anéantie, les forces de répulsion sont éliminées. Une agitation mécanique lente, du milieu donné, favorisera une multitude de collisions de particules entre elles, substituant les passages directs et de très courtes distances, mais sans collision. Ainsi les forces d'adhésion (entassement mécanique) produiront l'agglomération souhaitée. Cette réaction purement physique s'accroît progressivement dans la structure dimensionnelle de la particule et permet une sédimentation rapide en accord avec la loi de Stoke.

Le colloïde est électro-négatif parce qu'il a adsorbé un excès d'ions négatifs à sa surface. L'adsorption préférentielle des ions négatifs aux surfaces de la plupart des colloïdes a fait l'objet de recherches très intenses. Brinton et Laufer ont conclu pratiquement que : "Les forces impliquées dans l'adsorption préférentielle des ions à la surface sont essentiellement de nature électrostatique; les ions étant attirés par

groupes ionisés, dipôles induites d'électricité et liens d'hydrogène. En plus des ions liants, plusieurs substances peuvent lier l'eau; à la plus grande quantité d'eau liée à la surface, correspond l'adsorption ionique minimum. Pour cette raison, l'hydratation de l'ion est importante; les ions négatifs moins hydratés que les positifs se lient donc plus fortement. En d'autres termes, l'affinité de l'eau envers les ions positifs est plus grande que pour les ions négatifs : ceux-ci tendent vers l'exclusion de la masse volumique du liquide et s'accumulent aux interfaces. Il s'ensuit que les bulles de gaz, comme exemple, acquièrent une charge négative. La plus grande possibilité de polarisation ainsi que les ions négatifs de dimension minimum contribuent au phénomène de leur adsorption préférentielle.

D'autre part, Glasstone mentionne que les substances qui ne s'ionisent pas telles que : cellulose, soufre, carbone et autres, sont chargées négativement lorsque mises en contact avec l'eau et l'addition de faibles quantités d'électrolytes tend à accroître cette charge. Il semble alors que dans ces cas le potentiel Zeta négatif est dû principalement au lien ferme se produisant à la surface des ions hydroxyl de l'eau, et en second lieu au lien des ions de l'électrolyte. Un nombre équivalent d'ions positifs demeurera en solution, ces ions partiellement retenus dans la partie fixée de la double couche, alors que le reste résidera dans la portion diffuse.

Le jeu de l'attraction électrostatique résume en quelque sorte l'élec-

trophorèse de la solution en soudant superficiellement les ions d'essence électrique opposée. Sans élaborer ici inutilement sur le phénomène étudié, qu'il soit convenu de mentionner l'état d'équilibre produit au colloïde par l'agitation thermique ou le mouvement Brownien qui assurent l'uniformité de la distribution. Selon l'intensité des forces statiques mises en présence, il y aura formation de la couche intérieure, communément appelée couche Stern, concentriquement à la double couche ou couche diffuse.

L'application directe du principe de Newton à la loi de Coulomb fournit donc la mesure de l'intensité des forces d'équilibre du phénomène. La force d'attraction ou de répulsion est proportionnelle à une constante diélectrique près, dépendant de la nature du milieu ambiant, au produit des charges électriques en jeu et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare ces charges. En résumé, à un très faible déplacement ou éloignement correspondra une perte de force électrostatique considérable selon l'inverse d'une progression géométrique. L'ordre de grandeur étant de quelques Angstroms (i.e. 10^{-8} cm.) comme mesure de longueur, il est donc impossible d'obtenir même au microscope électronique une vision d'équilibre du système. Bref selon l'objectif désiré, l'agglomération ou la dispersion des particules sera fonction de la nature électrocinétique engendrant l'attraction ou la répulsion des éléments entre eux.

Le potentiel Zeta est précisément cette puissance électrostatique, pos-

sible à la surface, qui sépare la partie immobile de la double couche de la partie diffuse ou mobile. C'est une mesure simultanée de la charge de la double couche diffuse (par unité de surface du colloïde) et de la distance à cette surface. Cette mesure est donc directement reliée au double facteur de force et de distance dans laquelle les particules peuvent se répulser les unes des autres et ainsi empêcher la floculation.

En définitive pour un milieu donné, la vitesse d'une particule augmentera avec

a) L'intensité de la charge de la double couche;

b) La dimension de la double couche.

Ces deux valeurs sont mesurées par le potentiel Zeta.

Il résulte que la vitesse de la particule colloïdale dans un champ électrique est proportionnelle à l'intensité de ce champ (volts/cm) et au potentiel Zeta de la particule.

D'où l'équation fondamentale :

$$Z.P. \text{ (Potentiel Zeta)} = \frac{U \cdot Vt \cdot 4 \pi}{Dt}$$

où U = Vitesse électrophorétique de la particule.

Vt = Viscosité du liquide

Dt = Constante diélectrique (dépendant de la nature du liquide)

Vt et Dt sont en sommes des constantes pour un liquide donné à température constante.

Donc le potentiel Zeta est directement proportionnel à U (la vitesse électrophorétique de la particule)

U sera exprimé sous forme de quotient de la trajectoire de la particule en microns/seconde || volt/cm. Cette mesure n'est autre chose qu'un quotient d'une vitesse par rapport à une intensité de champ électrique.

Pour le technicien de l'usine de filtration il y a lieu de se familiariser davantage avec cette science des colloïdes qui de prime abord présente des obstacles plus ou moins sérieux. Une fois que les colloïdes et les autres particules de même nature sont sédimentés, il n'y a plus de doute qu'une section importante du problème de la filtration se trouve par le fait même résolu. En effet à tous points de vue il est avantageux de collectionner les volumes maxima dans les bassins de sédimentation; dernière opération normale avant la filtration proprement dite. Dans cette discipline comme dans les autres d'ailleurs, il n'en tient qu'à l'effort soutenu de la recherche et à une compréhension rationnelle pour les responsables de ces opérations. Voilà à mon humble avis l'unique solution d'un problème plus ou moins complexe. La technique rendue facile à la portée de tous a certes un quelconque mérite, mais elle demeure un simple artifice fournissant directement des réponses trop souvent d'une valeur douteuse, précisément à cause de l'absence partielle de calculs ou travaux intermédiaires indispensables à la connaissance de l'observateur.

De ce fait, celui-ci développe involontairement une quiétude fondée uniquement sur un ou des résultats, ignorant à son propre désavantage d'ailleurs, la séquence intrinsèque du phénomène observé. Les corrections nécessaires aux déviations des résultats programmés engendrent des problèmes presque sans solution scientifique parce que les données précises sont absentes justement aux stades successifs des opérations. Voilà brièvement l'exposé sommaire du mécanisme de la mesure fournie par le potentiel Zeta.

La combinaison du goût, de l'odeur et de la couleur a depuis toujours été l'objet de recherches, en vue bien entendu, de leur élimination respective. Il est intéressant de se rappeler un des critères qualitatifs des premières exigences rap-

portées sur le continent nord-américain. Un physicien Newyorkais du nom de Joseph Brown statua en 1798 que : L'eau qui est claire et provenant d'une source courante, dans laquelle la cuisson rend les légumes tendres, dans laquelle le savon se dissout facilement et qui n'a pas de mauvaise saveur peut être déclarée bonne à boire". Essentiellement primitive cette déclaration définit à peu près les mêmes objectifs recherchés aujourd'hui. Les trois causes réelles des caractéristiques mentionnées sont les suivantes dans 95% et plus des cas :

1° Présence des algues sous-marines;

2° Développement des actinomyètes;

3° Putréfaction végétale.

Les colloïdes ainsi formés ont une charge électrique influençant l'ensemble de la masse en suspension.

Influence du pH sur le potentiel Zeta

Disons tout de suite qu'en général entre les indices pH4 pour les acides et pH10 pour les bases la majorité des particules en suspension dans les solutions n'affectent en rien du point de vue pratique la valeur du potentiel Zeta. Les eaux brutes à traiter, pour les rendre potables ont un pH à l'intérieur de ces limites et il n'y a pas lieu ici d'explorer certains cas exceptionnels rencontrés dans l'industrie. Cependant il serait bon de mentionner que la présence des protéines à quelques exceptions près accuse des variations considérables dans le potentiel Zeta correspondant aux changements de pH. De plus cette mesure du pH (Sorensen 1909) = $\log \frac{1}{(H +)}$

implique de la part de l'opérateur une très grande pru-

dence. Shedlovsky a prouvé que : "Certains produits réactifs (interfering materials), plus spécialement les agents oxydants et réducteurs, les colloïdes et autres produits organiques de même que certains sels, peuvent fausser la valeur mesurée du pH de 1 à 5 unités". A toute fin pratique le potentiel Zeta n'étant pas affecté par le pH de la solution, il fallait le mentionner et aussi indiquer la valeur questionnable du pH.

Le but de cette courte conférence était de se familiariser avec une technique moderne dans son application aux problèmes des eaux à traiter. Il est à espérer que le mécanisme tel que décrit ne représente plus un concept inaccessible et qu'effectivement l'on peut s'attendre à une mise en pratique pour le moins semi-courante dans un avenir rapproché. Le principe utilisé depuis plusieurs décennies en médecine frappe à la porte de nos usines de filtration. Il requiert beaucoup d'attention mais en retour promet de grandes réalisations.

En terminant, qu'il me soit permis d'indiquer d'une façon générale quelques conclusions tirées tant de l'observation empirique que bibliographique :

- 1 — La mesure de la microélectrophorèse est assurément un instrument d'une grande valeur par sa détermination de la mobilité d'une particule floculente à divers stades dans le procédé de la floculation;
- 2 — Ce nouveau concept détruit des théories depuis longtemps acceptées de plusieurs chercheurs. Ces théories prônées principalement par Miller indiquent la trivalence de l'aluminium et les ions ferriques comme constituants responsables du facteur prédominant de la coagulation. A l'opposé l'idée de Mattson s'est confir-

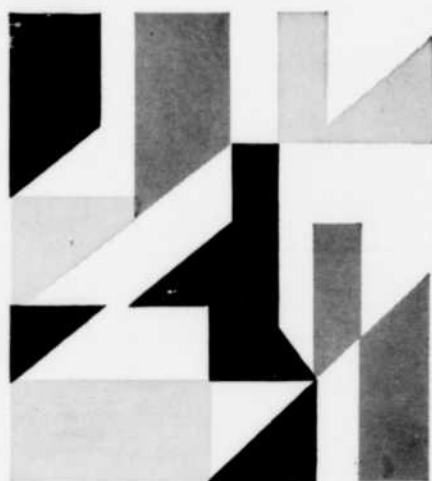
mée en préconisant que les produits de l'hydrolyse de deux ions ont leur efficacité maximum lorsqu'il y a réduction ou même renversement du potentiel Zeta des particules agglomérées;

- 3 — Le rôle important des polyélectrolytes synthétiques et naturels exige une vaste exploration avant d'énoncer des conclusions positives et concrètes. Cette opinion émise par A. P. Black et D. Willens s'avère exacte dans plusieurs résultats obtenus;
- 4 — Ces deux mêmes auteurs affirment d'autre part que leurs recherches n'ont nullement infirmé ou encore minimisé en aucune façon le procédé du bocal (Jar test) lequel demeure par sa simplicité l'instrument désigné pour le contrôle du procédé de la coagulation;
- 5 — Si le procédé du bocal (Jar test) est sans contredit la meilleure méthode connue pour obtenir une floculation satisfaisante correspondant à peu près à un dosage minimum, il n'en reste pas moins vrai que ce procédé ne peut pas reproduire fidèlement d'une façon méthodique les résultats concernant le pH, la conductance et enfin la mobilité des différentes solutions examinées;
- 6 — Le chercheur doit se rendre aux exigences d'ordre économique. La question fondamentale servant de critère : "Quel est le coût actuel en dollars par unité de potentiel Zeta à corriger pour la dispersion ou l'agglomération des colloïdes en suspension?"

La réponse à cette question fournira la valeur réelle de la ligne de conduite à adopter.

Bibliographie

- Determination of the Mobility of Colloidal Particles by Microelectrophoresis — A. P. Black — A. L. Smith — August 1962 — AWWA. Journal. Vol. 54 #8 page 926 et suite.
- Electrophoretic Studies of Turbidity Removal by Coagulation with Aluminum Sulfate — A. P. Black — S. A. Hannah — April 1961 — AWWA. Journal 53:438.
- A Pyrex All-Glass Microelectrophoresis Cell — D. R. Briggs — Anal. Chem. 12:703 (1940).
- Chemical Aspects of Coagulation — W. Stumm — J. J. Morgan — August 1962 — AWWA. Journal 54:971.
- Determination of the Solubility Products of Metal — Hydroxide Precipitates — Z. G. Szabo, L. J. Czanyi, M. Kawai — (1955) Anal. Chem. 147:401.
- Mechanism of Flocculation in the Clarification of Turbid Waters — W. F. Langelier — H. F. Ludwig — February 1949 — AWWA. Journal 41:163.
- Polytrolyte Solutions — S. A. Rice — M. Nagasawa — Academic Press — New York — 1961.
- The Composition of the Precipitate from Partly Alkalinized Solutions — L. B. Miller — Pub. Health Repts. (U.S.) 38:1995.
- Electrophoretic Studies of Coagulation for Removal of Organic Color — A. P. Black — D. G. Willems — AWWA. Journal — 53:589.
- Natural and Synthetic Polyelectrolytes as Coagulant Aids — J. M. Cohen — G. A. Rourke — R. L. Woodward — April 1958 — AWWA. Journal — 50:643.
- Zeta Potential and Its Application to Difficult Waters — T. M. Riddick — AWWA. Journal — 53:1007.
- Electrophoretic Studies of Water Coagulation — J. B. Pilipovich and Associates — AWWA. Journal — 50:1467.
- Improved Jar Test Procedure — J. R. Cohen — November 1957 — AWWA. Journal — 49:1425.
- Physical Chemistry for Colleges — E. B. Millars (Massachusetts Institute of Technology) — 1946 — McGraw-Hill Book Company Inc.
- Journal American Chemistry — Shedlovsky, Belcher and MacInnes — 1938 — 60:1094.
- Use and Abuse of pH Measurements — I. Feldman — 1956 — Anal. Chem. 28:1859.
- Conductance Method for Checking Accuracy of Water Analyses — J. R. Rossum — 1949 — Anal. Chem. 21:G 31.
- Electrical Conductivity — L. V. Wilcox — 1950 — AWWA. Journal 42:775.



ÉCHOS DE L'INDUSTRIE

Les activités de AEL dans le domaine de la technologie des systèmes à fluide

Aviation Electric Limited, Montréal, Québec, a élaboré un programme intensif de recherches sur les amplificateurs à fluide, constituant ainsi la première entreprise canadienne d'avant-garde dans une technologie nouvelle et prometteuse. L'amplificateur à fluide est un appareil sans pièce mobile dans lequel l'énergie d'un fluide est contrôlée par un fluide d'énergie inférieure. Dans sa fonction, c'est l'analogie de la lampe à vide électronique. Cet élément unique en son genre réunit des avantages d'économie et de longue durée dont la tenue en ambiance réelle est exceptionnelle.

Des études poussées en laboratoire sur les dispositifs utilisant les fluides, ont permis les réalisations suivantes: Amplificateurs monostables et bistables ayant des possibilités d'accouplement de charges remarquables, consommant un minimum d'énergie fluide, (dans l'ordre de 50 milliwatts), et un facteur de transition commutative d'environ 0.0005 seconde; une diode sans pièce mobile, pouvant indiquer le sens d'un fluide en mouvement et possédant une grande étendue d'action; oscillateurs à fluide stables, fonctionnant à des fréquences supérieures maxima de l'ordre de 1,000 cycles par seconde. En utilisant ces dernières techniques, un convertisseur analogique digital ainsi que toute une gamme de capteurs sont en voie de réalisation.

Les circuits logiques déjà mentionnés sont réalisés par un procédé de stratification de couches plastiques, profilés par la méthode dite "photo-etched" ou

photo-corrosion. Donnant des résultats plus que satisfaisants avec une très grande variété de fluides, ces amplificateurs ont démontré une tenue fiable et constante sous des pressions d'air aussi faibles que 200 grammes / 6.45 cm².

Transporteur pneumatique de béton Placy

La Canadian Formwork Corporation construit actuellement sous licence, au Canada, le transporteur pneumatique de béton PLACY qu'elle peut vendre ou louer aux entrepreneurs. Ce matériel existe en capacités de 10 à 45 verges cubes à l'heure.

Le système PLACY peut transporter le béton jusqu'à 340 pieds à la verticale et 1,000 pieds à l'horizontale, et dans toutes combinaisons de ces distances. Un compresseur et un réservoir d'air fournissent la force motrice nécessaire au transport du béton dans une conduite de 6" en acier dont les sections, droites ou courbes, se montent rapidement au moyen de raccords. Toute l'opération peut être confiée à une main-d'œuvre non spécialisée et, d'après les résultats constatés jusqu'ici dans des milliers de chantiers au Canada et à l'étranger, elle est plus rapide qu'avec toute autre méthode de transport du béton.

Le constructeur offre gratuitement le service d'un de ses spécialistes qui se rendra sur place pour la mise en marche du matériel vendu ou loué. Documentation et renseignements sur demande en s'adressant par écrit à Canadian Formwork Corporation, 2185, avenue Francis Hughes, Chomedey (P.Q.).

Joint liquide Zenith

Remplacez les garnitures et joints de matériaux de toutes sortes par un joint obturateur liquide qui solutionnera vos problèmes de stockage de garnitures de toutes formes et dimensions. Telle est la suggestion de la compagnie Zenith Sales Corporation qui lance sur le marché un joint liquide fabriqué de résine synthétique et de caoutchouc, offert en cinq types ("Three Bond", du numéro 1 à 5). Ce nouveau matériau est disponible en cannette et peut servir dans toutes sortes de conditions et de travaux. Il est à l'épreuve de la chaleur, du froid, de l'huile, de la vibration, de l'eau, de l'air, des produits chimiques et de la pression. Le fabricant le dit extrêmement durable.

On applique ce joint obturateur à la spatule, au pinceau ou au pistolet. Il remplace les garnitures classiques et, parce qu'il est liquide, il s'infiltre dans toutes les cavités ou défauts des pièces coulées alors que la garniture ordinaire solide ne peut y arriver, déclare le fabricant. Il est économique et facile à poser. On peut l'employer dans l'industrie de l'automobile, chez les réparateurs, dans l'industrie de la construction, de l'aviation, de la papeterie, des mines, etc. Les ingénieurs peuvent en faire grand usage partout où s'installent des garnitures et des joints.

On obtient un dépliant descriptif et des renseignements additionnels en s'adressant à la Zenith Sales Corporation, Industrial Sales Division, 1980 ouest, rue Sherbrooke, bureau 310, Montréal. ■

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

LES DESSINATEURS VEULENT ÉPARGNER DU TEMPS

Kodak *leur en offre le moyen*

... avec son film dessin industriel sur support ESTAR,
que l'on peut retoucher par simple lavage.

Vous désirez modifier un dessin? Vous mouillez simplement la partie de l'image photographique concernée et vous effacez entièrement à l'aide d'un grattoir bout feutre ou vinyle. Ajouter quelque chose? Très facile, avec un crayon ou une plume; les films sur support ESTAR présentent une surface qui facilite le traçage. Les ouvrages de référence sont plus faciles à lire; les images graphiques sur support ESTAR blanc et mat sont nettes, contrastées. Plus faciles à manier, ces deuxièmes originaux restent bien à plat sur la table à dessin, sans s'enrouler ou se tordre. Ils permettent de réaliser des épreuves par diazocopie et des micro-films de la meilleure qualité possible.

Très profitable non seulement pour les dessinateurs mais pour vous également: vous réduisez vos coûts de production de beaucoup — un support ESTAR est prêt en trois minutes seulement. (Durée d'exposition: 30 secondes seulement avec une lampe à arc de 30 amp.) Les rayures ou marques photographiées de l'original peuvent être effacées en quelques secondes. Tout se fait rapidement. Vous pouvez en garder une provision. Commandez aujourd'hui. En rouleaux disponibles jusqu'à 52 po. de large.

CANADIAN KODAK CO., LIMITED, Toronto 15, Ontario

L'INGÉNIEUR

Film Kodak
ESTAR
SUR SUPPORT



AOÛT 1965 — 49

CHEFS DE DIVISION et CHEFS DE SERVICE NOUVELLE INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE

Une entreprise sidérurgique, s'établissant dans la province de Québec, recherche par notre entremise des chefs de divisions et de services techniques pour la réalisation du projet et l'exploitation future. Cette société, en voie de formation, invite des candidatures pour les postes suivants :

CHEF DE DIVISION ENTRETIEN

Les candidats à ce poste doivent posséder des connaissances éprouvées de la gestion des services de construction et d'entretien incluant les services de génie civil, fluide, mécanique, électrique et mesures et contrôles.

CHEF DE DIVISION TRANSPORT

Les candidats doivent posséder des connaissances éprouvées de la gestion des moyens de transport et d'expédition ainsi que l'exploitation des appareils de manutention-transport par bandes, transport ferroviaire, transport sur pneus, etc.

CHEF DU SERVICE GÉNIE CIVIL ET CHARPENTES

Les candidats doivent posséder une bonne expérience de la conception, de la réalisation et de l'entretien de divers projets de génie civil tels que fondations, charpentes, routes, quais, aménagements, etc.

CHEF DE SERVICE GÉNIE MÉCANIQUE

Les candidats doivent posséder de bonnes connaissances de l'exploitation et de l'entretien d'appareils mécaniques lourds (heavy industrial equipment) — ponts roulants, grues, transport par bandes, par véhicule sur pneus, transport ferroviaire, etc.

CHEF DU SERVICE GÉNIE FLUIDES ET HYDRAULIQUES

Les candidats doivent posséder une bonne expérience de l'exploitation et de l'entretien des installations pour les fluides liquides et gazeux ainsi que pour le chauffage et la ventilation.

CHEF DU SERVICE GÉNIE ÉLECTRIQUE

Les candidats doivent posséder une expérience d'exploitation et d'entretien sur toutes les installations électriques, telles que la distribution et la rectification, les moteurs de laminoirs, l'automatisme et les communications.

CHEF DU SERVICE, MESURES ET CONTRÔLE

Les candidats doivent posséder une expérience d'exploitation dans le fonctionnement, l'installation et l'entretien des appareils de contrôle et de régulation tels que les appareils électroniques, les servo-moteurs, les instruments de mesure et de contrôle, etc.

CHEF DES LABORATOIRES

Les candidats doivent posséder une expérience de gestion des services de laboratoire de contrôle pour essais chimiques, physiques et mécaniques.

Les candidats doivent être des ingénieurs diplômés avec spécialisation dans au moins une des disciplines décrites plus haut et doivent posséder de 10 à 15 ans d'expérience d'exploitation dans l'industrie métallurgique, de préférence en sidérurgie. Ils doivent être en mesure de s'exprimer couramment en français et en anglais et être âgés de 35 à 45 ans. Les salaires seront établis selon l'expérience acquise et les qualifications.

Les demandes d'emploi, faisant état de l'expérience et des qualifications, doivent indiquer le poste auquel elles se rapportent et être adressées à :

"CHEFS DE SERVICE - SIDÉRURGIE"
WOODS, GORDON & CIE
CONSEILLERS EN ADMINISTRATION
500 OUEST, RUE ST-JACQUES
MONTRÉAL 1, CANADA

NOUVELLES DE L'A.D.P.

Recrutement

Durant les trois premiers mois de la campagne de recrutement, qui se continuera d'ailleurs durant toute l'année 1965, les membres du Comité des Délégués de Promotion ont recueilli deux cent neuf cotisations, dont le tiers environ sont venues de diplômés qui n'étaient pas membres en règle de l'Association depuis un certain nombre d'années.

Le Conseil de l'Association à son assemblée régulière du 28 juin dernier, a exprimé sa profonde satisfaction des résultats déjà obtenus, voté des félicitations et remerciements à tous ceux qui se sont dévoués sans compter depuis le début de la campagne, et formulé l'espoir que la plupart des diplômés se soient remis en règle avec l'Association, d'ici la fin de l'année 1965.

Comité des Délégués de Promotion

L'an dernier, en réorganisant le Comité des Délégués, le Conseil central de l'Association s'était limité à organiser les cadres d'un comité opérant à l'échelle globale, c'est-à-dire en répartissant tous les diplômés, où qu'ils habitent, par promotions ou groupes de promotions.

Toutefois, le Conseil réalisait déjà à ce moment-là, que les contacts personnels avec tous les diplômés seraient possibles seulement par le truchement d'organisations locales dirigées par des vice-présidents régionaux.

C'est pourquoi, à son assemblée régulière du 28 juin dernier, à laquelle M. Léopold Nadeau '36 représentait la Section d'Ottawa-Hull, le Conseil s'est prévalu de l'article 2 (a) du Règlement du Comité des Délégués (cf. page 21, Liste des Diplômés, Edition 1965), pour nommer deux Vice-présidents régionaux : un pour la Section Ottawa-Hull, l'autre pour la Section de Québec.

Dans les deux cas, sujet à confirmation par leurs conseils respectifs, le Conseil a nommé "ex-officio" Vice-président régional du Comité des Délégués, le président du Conseil de chacune des Sections.

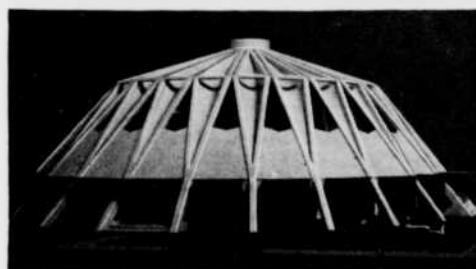
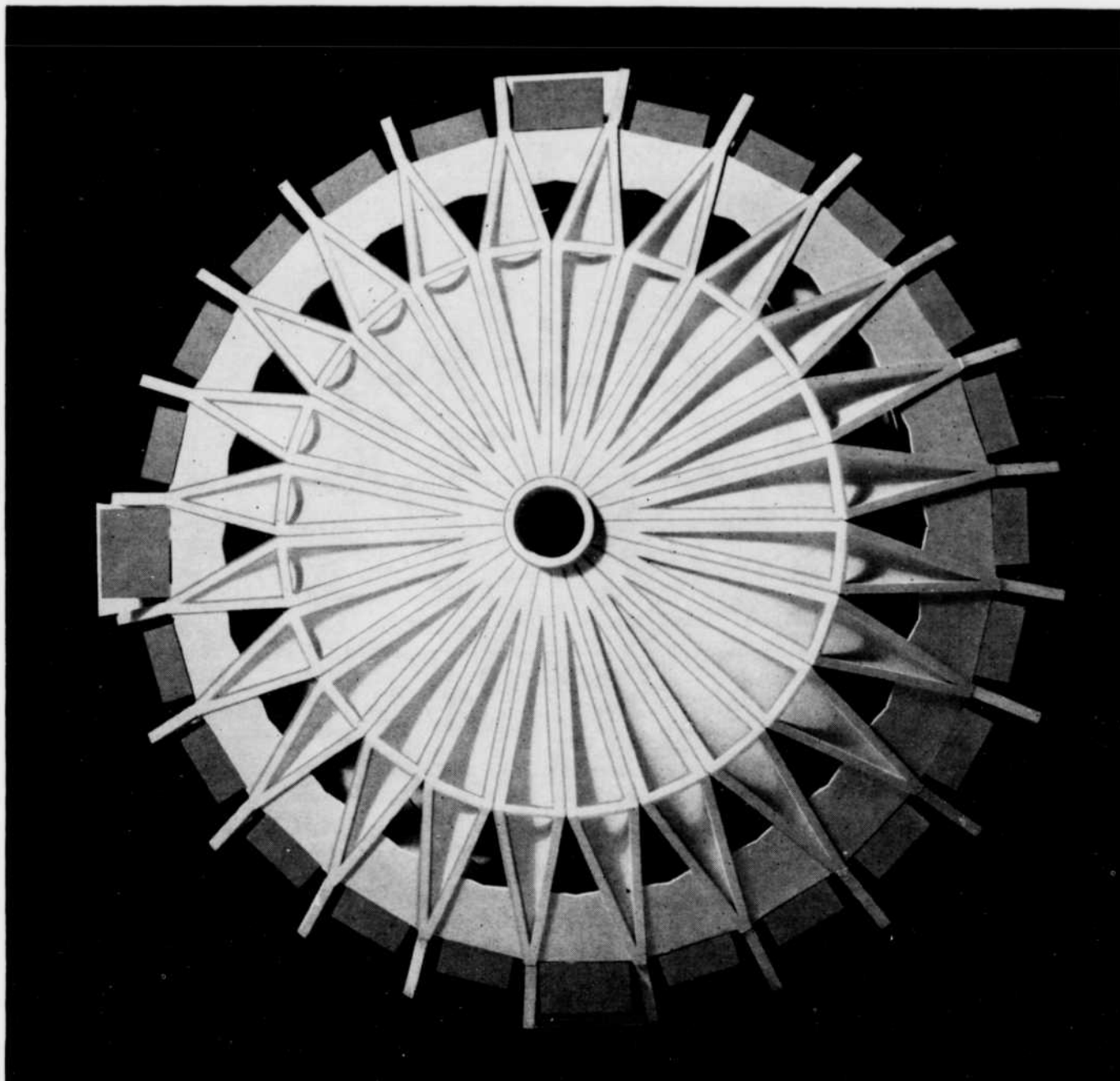
Liste des Diplômés

La prochaine Liste des Diplômés (Edition 1966), paraîtra au début de janvier prochain. Or, comme il faut un peu plus que deux mois à l'imprimeur pour faire la typographie, la mise en page, l'impression, la reliure et la livraison, les listes de corrections seront fermées le 15 octobre 1965.

En conséquence, tous les confrères qui n'ont pas déjà signalé leurs changements d'adresses au Secrétaire exécutif de l'Association (Léo Gareau '21, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29), sont priés de le faire au plus tôt, afin que cette nouvelle édition de notre Liste des Diplômés soit aussi exacte que possible.

Assemblée des Délégués

Les membres du Comité des Délégués de Promotion sont priés de noter qu'une assemblée plénière du Comité sera convoquée au début d'octobre prochain. Le président du Comité, Bernard Lavigueur '41, prie instamment TOUS les membres du Comité de se faire un devoir d'assister à cette réunion.



D'ORDINAIRE, L'EXTRAORDINAIRE EST EN BÉTON

La nouvelle église Saint-Jean-de-Brébeuf, à La Salle, Québec, est un exemple à la fois sobre et impressionnant des résultats extraordinaires que seul le béton permet d'obtenir.

Le toit mesurant 130 pieds de diamètre élimine tout appui intérieur. Il se compose de 24 éléments de béton armé préfabriqués, de forme hyperbolique parabolique. Chacun de ces éléments a une longueur de 70 pieds, et la voile a trois pouces d'épaisseur. Son architecture et les procédés employés à sa construction ont de multiples avantages: libération d'un vaste espace sans colonne, économie maximum sur les matériaux, résistance et durabilité exceptionnelles.

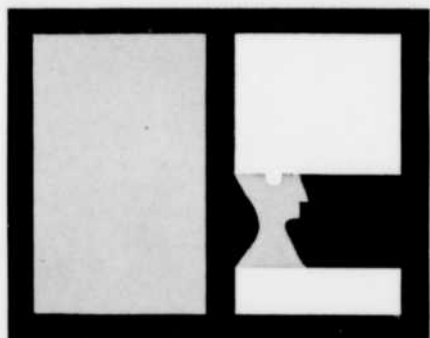
Nous sommes fiers que le ciment "Canada" ait été choisi pour servir à la construction de cette église d'une beauté unique.

Architecte: John Bird. *Ingénieurs-conseils (structure):* Eskenazi and Baracs. *Entrepreneur-général:* Magil Construction Ltd. *Fournisseur de béton préparé:* Mount Royal Paving & Supplies Ltd. *Fournisseur d'éléments légers de béton préfabriqués pour la toiture:* Division Siporex de Domtar Construction Materials Ltd.

CIMENT CANADA

Canada Cement Company, Limited

IMMEUBLE CANADA CEMENT, PLACE PHILLIPS, MONTRÉAL
BUREAUX DE VENTES: Moncton • Québec • Montréal • Ottawa • Toronto • Winnipeg • Regina • Saskatoon
Calgary • Edmonton



CARNET DES INGÉNIEURS

Correspondants — Région 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 :** M. Ernest Lavigne, Ecole Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29.

Barrette, Jean-Jacques, Poly '64, qui fut pendant un certain temps à l'emploi de la société Forano, est depuis quelques mois assistant de l'ingénieur préposé à la surveillance des chantiers, au bureau d'études Beauchemin, Beaton & Lapointe, ingénieurs-conseils.

Beaugrand, Raymond, Laval '51, autrefois directeur de la production de la Quebec Iron & Titanium, à Sorel, est maintenant Conseiller Economique et Industriel à la Maison du Québec à Londres, en Angleterre.

Beaulieu, Guy-J., Laval '64, a quitté la Compagnie de Téléphone Bell du Canada, et travaille maintenant pour Brown Boveri (Canada) Ltd., à Pointe-Claire.

Beaupré, Bernard, Poly '41, M.Sc.A. (Toronto-1943), M.Sc. (Harvard-1946), à l'emploi de la Ville de Montréal durant de nombreuses années, vient d'être nommé gérant général pour la province de Québec de la Corporation Aéro-Hydraulique.

Béliveau, Michel, Poly '61, qui était assistant-professeur de mathématiques à l'Ecole Polytechnique, est maintenant Chef du Secrétariat technique de la Société de Montage Automobile (Peugeot-Renault), à St-Bruno de Montarville.

Bérubé, Harty-S., M.I.T. '32, autrefois gérant de la Gaspé Copper Mines

Ltd., à Murdochville, est maintenant gérant de la Noranda Mines, à Noranda.

Bournival, Pierre, Laval '44, autrefois secrétaire-général de la Corporation des Ingénieurs du Québec, s'est joint, à la fin de mai, au bureau de Surveyer, Nenniger & Chênevert, où il remplit des fonctions administratives en tant que directeur des relations d'affaires.

Bouthillier, Jean-Paul, Poly '45, qui fut ingénieur de la Compagnie de Téléphone Saguenay-Québec, à Chicoutimi, de 1947 à 1955, et ingénieur-conseil à la Division Génie de la Compagnie de Téléphone Bell du Canada depuis 1962, vient d'être promu au poste d'ingénieur-en-chef adjoint du Secteur de l'Est de cette Compagnie.

Briand, Alain, Poly '63, a quitté la société Canadair pour accepter un poste d'ingénieur analyste, à la Société de Recherches économiques et scientifiques (SORES), à Montréal.

Brunette, Charles-Edouard, Poly '43, M.Sc.A. (U. de M.-1944), qui était Surintendant de la division des études courantes, au Service d'Urbanisme de la ville de Montréal, a été nommé Assistant-directeur de ce service, il y a quelque temps.

Cossette, Jean-Paul, Poly '54, M.Sc.A. (Birmingham-1955), a été nommé au poste de directeur du service de forma-

tion au Centre d'Organisation Scientifique de l'Entreprise (COSE).

Côté, Gaétan-J., Poly '36, des bureaux d'études Côté, Lemieux, Carignan & Royer, de Sherbrooke, et Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés, de Montréal, a été élu président de l'Engineering Institute of Canada, lors de l'assemblée annuelle de cet organisme, en mai dernier.

Côté, Gilles, Poly '64, qui travaillait jusqu'à ces derniers temps pour Canadair, est maintenant ingénieur en télécommunications et contrôles, au Bureau du Métro de la Ville de Montréal.

Deslauriers, Roland, Poly '64, est maintenant à l'emploi de Canada Iron Foundries Ltd. (Pipe Division), à Ville d'Anjou, en banlieue de Montréal.

Fournier, André, Poly '61, qui travaillait pour Alcan au lac St-Jean, est maintenant à l'emploi de la société Janin Construction, à Montréal.

Gagnon, André, Poly '62, a quitté le R.C.A.F., et travaille maintenant pour la société Canadian International Paper, aux Trois-Rivières.

Gauthier, Guy-A., Poly '52, a quitté la société Dominion Steel & Coal Corporation Ltd. et travaille maintenant pour le bureau d'études Asselin, Benoit, Boucher, Ducharme & Lapointe, ingénieurs-conseils, à Montréal.



P. Bournival



J. P. Gourdeau



L. Pelletier



A. Richard

Gélinas, Léo-Paul, Poly '63, qui était ingénieur de production de la Northern Electric, à Montréal, est maintenant Ingénieur de Recherches, au centre de recherches de la Consolidated Paper Corporation Ltd., à Grand'Mère.

Généreux, Gérard, Poly '61, qui travaillait pour la société B. Trudel & Cie, est maintenant au Service des Immeubles de la Société d'Administration et de Fiducie.

Gervais, Raymond, Poly '64, qui était ingénieur au service des ventes d'énergie de l'Hydro-Québec, travaille maintenant pour les laboratoires d'essais non-destructifs et d'inspection L. E. Baxter Ltd., à Montréal.

Gill, Denis-E., Poly '62, M.Sc. (McGill '64), a été nommé assistant-professeur au Département de Génie Minier de l'Ecole Polytechnique. M. Gill sera chargé des cours et du laboratoire de Mécanique des roches.

Gonthier, Raynald, Poly '62, qui faisait partie de la représentation technique pour Consolidated Engines & Machinery, est maintenant Ingénieur de Production, à l'emploi de Simard & Beaudry, à Montréal.

Gourdeau, Jean-Paul, Poly '51, M.Sc. (Harvard-1953), jusqu'à récemment ingénieur en chef du département de génie municipal au bureau d'études Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs-conseils, a été nommé directeur du génie, au même bureau.

Guay, Claude, Poly '64, à l'emploi de Allied Chemical depuis sa sortie de Polytechnique l'an dernier, est maintenant ingénieur industriel au "Management Services Department" de la Canadian Industries Limited, à Montréal.

Hamel, René-L., Poly '53, autrefois ingénieur des projets pour Alcan, à Arvida, est maintenant Assistant-gérant, Division du Génie, pour la société National Welding & Construction Corporation Ltd., à Montréal.

Hogue, André, Poly '50, autrefois ingénieur estimateur pour la société Beterne Inc., et qui travaillait jusqu'à récemment pour Master Builders Co. Ltd., vient d'être nommé Directeur-adjoint du Service des Immeubles de la Banque Provinciale du Canada, au siège social, à Montréal.

Imbeau, Paul, Laval '57, a été nommé au poste de directeur du service de recherche et développement au Centre d'Organisation Scientifique de l'Entreprise (COSE).

Juneau, Emile-L., Poly '60, auparavant ingénieur municipal au Cap-de-la-Madeleine, est maintenant à l'emploi de la société d'entrepreneurs généraux A. Simard Inc., à Amos.

Larouche, Gilles, Poly '63, autrefois à l'emploi de la Cie d'Electricité Shawinigan, filiale de l'Hydro-Québec, travaille maintenant pour l'étude Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs-conseils, à Montréal.

Leclerc, Marcel, Laval '56, est maintenant associé au bureau d'études J.-P. Boulay, ingénieur-conseil, à Québec.

Lefebvre, Marc, Poly '64, qui était professeur à l'Ecole Régionale Salaberry, à Huntingdon, a récemment accepté un poste d'ingénieur-mécanicien à la Raffinerie de Sucre de Québec.

Lévesque, Raymond, Poly '59, a quitté Davie Shipbuilding, de Lévis, où il faisait du "design" mécanique, pour accepter le poste d'ingénieur des chantiers à la société de construction Austin Co. Ltd., de Montréal.

Martin, Gérard-N., Poly '61, auparavant à l'emploi de la société MacMillen, Bloedel & Powell River, travaille maintenant au service technico-commercial de Francon Ltd., à Montréal.

Montambeault, Gérald-A., Laval '52, chef du bureau d'études à la Compagnie Miron Ltée, a récemment été promu au poste de Directeur du Département des Electriciens de la même compagnie.

Morissette, Roger, Poly '64, qui travaillait à l'usine-pilote du Ministère des Richesses Naturelles, à Québec, est maintenant ingénieur de procédés à la société Kaiser (Canada) Ltd., à Montréal.

Ouellette, Jean-Guy, Poly '51, a été nommé il y a quelque temps directeur de l'usine d'isolants de fibre de verre de Fiberglas Canada Ltd., à Montréal.

Paquin, Guy, Poly '63, aux études de Maîtrise en Génie sanitaire, à l'Ecole Polytechnique, durant l'année académique 1964-65, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Beauchemin, Beaton & Lapointe, ingénieurs-conseils, à Montréal.

Pelletier, Larry, McGill '56, à l'emploi de Hewitt Equipment Limited depuis plusieurs années comme ingénieur en terrassement, a été promu au poste de gérant régional des ventes de cette même compagnie.

Prévost, Edouard, Poly '21, chargé de cours à l'Ecole Polytechnique, et qui était ingénieur des projets à l'Hydro-Québec jusqu'au moment de prendre sa retraite, fait maintenant la surveillance du chantier de la Place de la Justice, pour le compte de l'étude Brouillet, Carmel, Boulva & Associés, ingénieurs-conseils.

Richard, André, Laval '49, à l'emploi de Hewitt Equipment Limited depuis plusieurs années comme ingénieur forestier, a été promu au poste de gérant régional des ventes de cette compagnie.

Riel, Jean-Pierre, Poly '60, anciennement ingénieur chez Desjardins & Sauriol, ingénieurs-conseils, est depuis quelque temps ingénieur-associé à la firme Lucien Leclair & Associés, ingénieurs-conseils, et il assume la responsabilité du département de charpente.

Riverin, Paul E., Poly '36, M.I. (Queens-1938), a été nommé Président de l'Executive Committee of Council du Canadian Institute of Mining & Metallurgy (C.I.M.) pour 1965.

Rolland, Lucien-G., Poly '42, a été élu au Conseil d'administration de Consolidated Paper Corporation Ltd., au cours de la dernière assemblée générale annuelle des actionnaires.

Szczeniowski, Boleslaw, Poly. Varsovie '22, professeur titulaire de dynamique des fluides au Département de Génie mécanique de Polytechnique, a publié durant le printemps de 1965 les ouvrages suivants: (1) "Turbines à vapeur et à gaz", 2e édition, 1965 (cours polygraphié 164, 14 pages, 43 figures, 5

chartes); (2) "Propriétés des mélanges de vapeurs", article scientifique publié dans le numéro 204, vol. 51 (avril 1965) de L'INGÉNIEUR.

Tardif, André-N., Poly '64, a quitté la Falconbridge Nickel Mines Ltd. et travaille maintenant à titre de métallurgiste du moulin pour Lake Dufault Mines Ltd., à Noranda.

Tessier, Richard, Laval '60, autrefois de Québec, a été récemment nommé Surintendant des Immeubles à la Commission des Ecoles Catholiques de la Cité de Jacques-Cartier.

Vallée, Maurice, Poly '63, autrefois à l'emploi de la Québec Téléphone à Rimouski, travaille maintenant à la compagnie Domtar Newsprint Ltd. (autrefois St. Lawrence Paper), aux Trois-Rivières.

Verdy, Jean, Poly '63, qui travaillait pour J. A. Lalonde & Cie, ingénieurs-conseils, est maintenant à l'emploi de Pelletier Engineering International, pour s'occuper d'un projet de construction de réseaux électriques, au Pakistan.

Vézina, Raymond-H., N.B. '52, autrefois gérant de la ville de Greenfield

Park, a accepté dernièrement le poste de "Manufacturer & Distributor Sales Manager", pour la région de l'est de la Canadian Westinghouse Co. Ltd.

NÉCROLOGIE

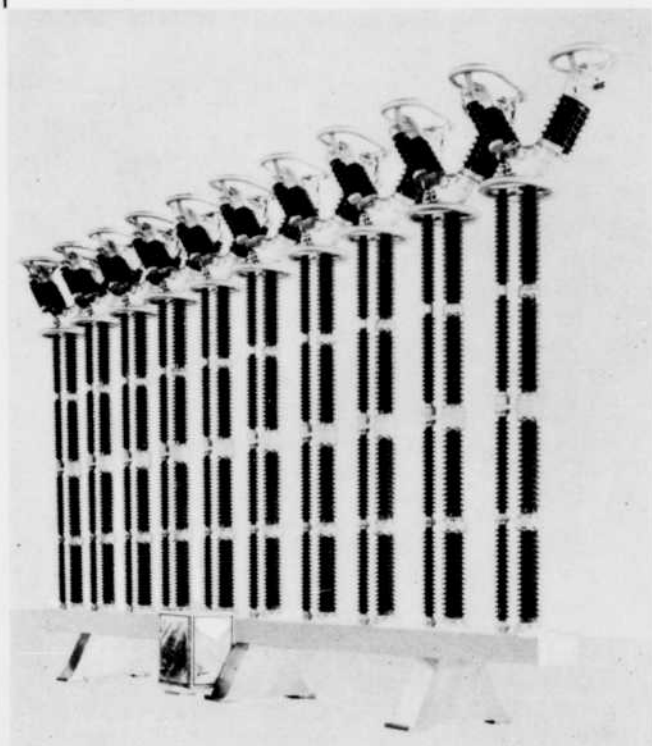
Huard, Jean-Pierre, Poly '61, est décédé accidentellement le 7 juillet dernier, à l'âge de 30 ans. Né le 20 août 1934, il avait fait ses études au Séminaire de Québec, à l'Université St-François-Xavier de Antigonish, Nouvelle-Ecosse, et à l'Ecole Polytechnique. A sa sortie de Poly, il avait été à l'emploi de la Compagnie Northern Electric et depuis 1963, il était ingénieur hygiéniste au Ministère de la Santé du Québec, Division de l'Hygiène Industrielle, à Montréal.

Dumont, Wilfrid, Poly '38, est décédé accidentellement le 12 juillet dernier, à l'âge de 52 ans. Né à Québec le 1er janvier 1913, il fit ses études primaires au Pensionnat St-Louis-de-Gonzague, à Québec, et ses études secondaires au collège St-Alexandre, à Hull, et au collège de Lévis, à Lévis. Il obtint ses diplômes d'ingénieur civil et de bachelier

en sciences appliquées de l'Ecole Polytechnique en 1938. A sa sortie de Polytechnique, il entra au service du Ministère des mines de la Province où il s'occupa de construction de chemins d'accès aux mines à titre d'ingénieur résident.

A ce poste, la majeure partie de ses activités fut concentrée dans le nord-ouest québécois. En 1946, il fonda sa propre compagnie de construction, la Northland Construction Co. Comme président et directeur gérant de cette organisation, il en dirigea les activités, surtout dans le domaine des travaux municipaux et de voirie, dans la région de l'Abitibi, du Témiscamingue et de Pontiac et, à partir de 1957, dans la région de Montréal. En 1963, il quittait la construction pour ouvrir un bureau d'ingénieur-conseil en structure à St-Lambert. A ce titre, il prépara les plans et fit la surveillance de la construction de plusieurs ponts et viaducs pour le compte des Ministères de la Voirie et des Travaux publics. Il était issu d'une famille d'ingénieurs car son père, Joseph, aujourd'hui décédé, pratiquait cette profession ainsi que quatre de ses frères: Eudore, Poly '47, Georges-H., Poly '36, Lomer, Poly '44 et Paul-E., Poly '49. ■

DISJONCTEURS À FAIBLE VOLUME D'HUILE 765 KV / 2000A / 32,500 MVA / 25,6 KA



De 66 à 765KV, les disjoncteurs à faible volume d'huile S & S se construisent à partir d'éléments identiques interchangeables.

Les résultats d'essais donnés par ce type de disjoncteur ont été particulièrement brillants; en effet il nous permet d'obtenir :

- Le déclenchement de transformateurs à vide sans surtension
- La coupure de très longues lignes à vide sans réamorçage donc sans surtension
- La coupure parfaite de courts-circuits à faible distance d'où insensibilité totale aux défauts kilométriques
- Un temps de coupure très court, même sous opposition de phases, avec un écart maximum de synchronisation de 2 ms
- Une coupure silencieuse même à pleine charge

MONTEL



INC.

Siège social et usine :
C.P. 1300
MONTMAGNY, QUÉ.
Tél. 248-0235
Succursale :
Edifice Fidès
235 est, Dorchester
MONTREAL 18, QUÉ.
Tél. 861-7445 - 6

PROTÉGEZ LE SERVICE D'EAU CHAUDE



AVEC LA SOUPE DE SÛRETÉ
DONT LA CAPACITÉ CATALOGUÉE
À LA VAPEUR EST LA PLUS
GRANDE SUR LE MARCHÉ...

La soupape de sûreté 4513A est conçue pour fonctionner efficacement aux pressions de 15 à 160 lb po. ca. De fabrication précise, elle est entièrement approuvée et recommandée pour s'installer sur les chaudières de chauffage à eau chaude, les réservoirs d'eau chaude domestiques ou tout autre appareil où une protection fiable du service d'eau chaude est très importante. Voyez ci-contre les autres caractéristiques de la soupape de sûreté Morrison 4513A—la soupape dont la capacité en B.T.U. pour la vapeur est la plus grande sur le marché.

● RENDEMENT FIABLE ET EFFICACE ● CAPACITÉ B.T.U. MAXIMUM ● FRAIS D'ENTRETIEN MINIMES ● LIVRAISON RAPIDE LE MÊME JOUR.

	¾"	1"	1¼"	1½"
30 lbs.	775,000	1,355,000	1,950,000	2,930,000
50 lbs.	1,140,000	2,000,000	2,870,000	4,300,000
75 lbs.	1,600,000	2,800,000	4,010,000	6,025,000
100 lbs.	2,065,000	3,600,000	5,150,000	7,725,000
125 lbs.	2,525,000	4,400,000	6,290,000	9,450,000
150 lbs.	2,980,000	5,200,000	7,400,000	11,150,000

Voyez votre fournisseur Morrison ou écrivez à :

THE MORRISON BRASS MFG. CO. LIMITED

1255, BOUL. LAIRD, VILLE MONT-ROYAL, MONTRÉAL 16, QUÉ.

Porte le symbole
A.S.M.E.



Essai et étalonnage par
The National Board of Boiler
and Pressure Vessel Inspectors,
Columbus, Ohio.





BIBLIOGRAPHIE

MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Téléphériques et transporteurs aériens — par Z. SCHNEIGERT — Un volume, éd. 1964, 602 pages, 374 figures, 77.33F. — Paris, Editions Eyrolles.

Après un rappel historique des transports par câbles, l'auteur traite des caractéristiques techniques, des téléphériques, de la statique et de la dynamique des câbles, des installations, des stations, du matériel roulant, des mécanismes de commande et des téléphériques spéciaux. Il termine sur le montage et le contrôle technique des installations. Les questions économiques se rapportant à ce mode de transport n'ont pas été oubliées.

A la fois théorique et pratique, cet ouvrage traite d'une manière exhaustive des divers problèmes suscités par la conception, la construction et l'exploitation des téléphériques qu'il s'agisse du transport de voyageurs ou de marchandises.

MÉTALLURGIE

Coulée de l'acier — Cahier du CESSID — 2ème édition — Un volume, publié en décembre 1964 — 333 pages — 82.5F.

La première édition de ce cahier parue en 1958 a été épuisée en 1962.

La deuxième édition constitue une mise à jour. Le cahier comprend 7 parties :

Progression de la solidification des lingots par P. VALLET — 55 pages.

La solidification des lingots en acier calmé et les hétérogénéités qui en résultent par A. KOHN, — 68 pages.

Matériel et pratique de la coulée de l'acier par M. GOMBERT et H. de LARMINAT, 40 pages.

Défauts des lingots et trace des lingots, par H. BARRET — 47 pages.

Lingotières d'aciérie, par J. DURAND et J. DUFLOT — 28 pages.

Les gros lingots de forge : coulée, structure, par R. FERRY — 41 pages.

Etude du haut-fourneau (I) — Cahier du CESSID — 2ème édition — Publié en décembre 1964 — 48.50F.

La première édition de ce cahier parue en 1956 a été épuisée en 1962. Ce cahier constitue donc la deuxième édition notablement élargie et remise à jour. Il comprend trois parties :

Bilans thermiques du haut-fourneau et leurs applications, par J. SZCZENIOWSKI, — 103 pages.

Perméabilité du haut-fourneau — Relation débits pressions — Caractéristiques des soufflantes, par J. SZCZENIOWSKI — 36 pages.

Calcul des cowpers — a) présentation générale du problème du calcul des cowpers — par J. SZCZENIOWSKI — 28 pages; b) Exemple de calcul des caractéristiques d'un cowper, par D. SANNA — 48 pages.

PHYSIQUE

Conférence internationale sur les théories relativistes de gravitation, sous la direction de L. Infeld. — Un volume, éd. 1964, 396 pages — 36 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Cette conférence fut consacrée à la recherche de la jonction entre les grandes idées générales de la théorie de la relativité et le courant principal de la physique contemporaine des quanta, domaine où sont indissolublement liés les problèmes complexes du temps, de l'espace et de la gravitation. La publication des Actes permettra au lecteur de prendre connaissance des travaux poursuivis par des savants éminents pour réaliser cette oeuvre de synthèse entre la physique quantique et la théorie générale de la relativité.

Electrostatique — Tome I — Les Distributions — par E. DURAND — Un volume, éd. 1964 — 516 pages — 492 figures — relié : 80 F. — Paris, Masson.

En dehors de son caractère très complet et de l'abondance des illustrations, cet ouvrage se distingue des autres par l'emploi systématique des densités singulières, des courants magnétiques, des systèmes polarisés fictifs associés aux charges, par l'étude systématique de la fonction flux associée au potentiel, par la part importante faite au calcul numérique, par l'étude approfondie des singularités du champ, etc...

Huit chapitres sont consacrés au potentiel et au champ des distributions. Un chapitre traite des forces et des énergies entre distributions. On y trouve, en particulier, une théorie classique, due à l'auteur, des particules quasi-ponctuelles ayant une énergie propre finie. Un chapitre expose les méthodes de Calcul Numérique. Enfin le chapitre I est un rappel de formules mathématiques et le chapitre XII contient des notes diverses.

Des exercices, avec la réponse, se trouvent à la fin des chapitres.

Bases de l'électronique quantique — Tome I — Mécanique quantique des électrons et des atomes — par FRANÇOIS BERTEIN — Un tome, éd. 1965, 456 pages, 105 figures, 17 tableaux — 122.10F. — Paris, Editions Eyrolles.

L'ouvrage actuel est un traité de mécanique quantique orienté particulièrement vers les très importantes propriétés développées depuis une quinzaine d'années et sur lesquelles s'élabore l'électronique moderne (physique des solides, résonances, masers, lasers).

Deux tomes sont prévus à cet effet. Le premier, ici présenté, se propose l'étude générale du formalisme et la mécanique quantique; il compte essentiellement trois parties.

La première partie expose en premier lieu les bases mathématiques nécessaires, c'est-à-dire le calcul linéaire des vecteurs et opérateurs ou matrices.

La deuxième partie met en oeuvre les règles ainsi dégagées pour étudier les propriétés de quelques grandeurs importantes : les coordonnées d'une particule conduisent au formalisme de la mécanique ondulatoire suivant lequel les états sont représentés par des fonctions; les moments angulaires, qui comportent entre autres le spin des particules décrivent les rotations et sont régis par des règles capitales de quantification.

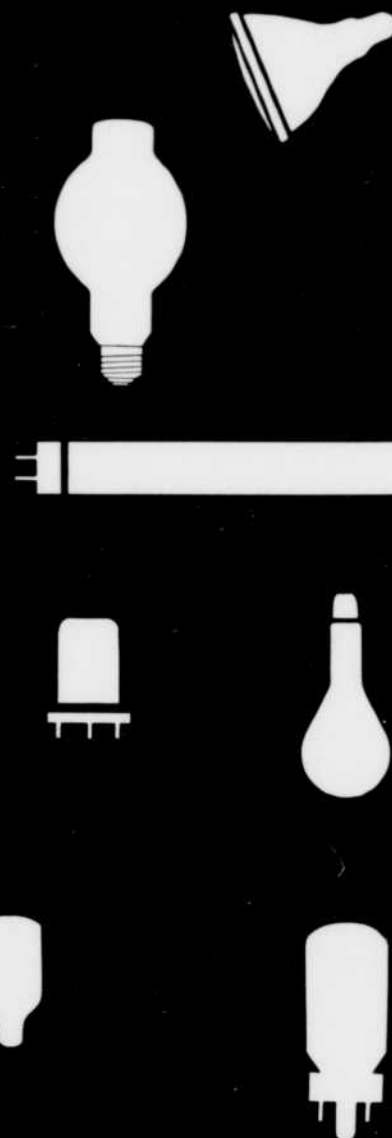
LA COMPAGNIE "A" FABRIQUE...

LAMPES À GAZON
 SÈCHEUSE
 LAMPES DE RADIO
 RÉFRIGÉRATEURS
 AMPOULES POUR INDUSTRIE
 INTERRUPTEURS
 TRANSFORMATEURS
 POMPES
 LAMPES FLUORESCENTES
 DE VAISSELLE
 SÈCHEUSES
 PÂTISSIERES
 AMPOULES DE MAISON
 MOTEURS
 BOÎTES ÉLECTRIQUES
 CUISINIÈRES
 INDUSTRIELLES
 LAVEUSES
 LAMPES-ÉCLAIR

LA COMPAGNIE "B" FABRIQUE...

LAMPES FLUORESCENTES
 ÉQUIPEMENT INDUSTRIEL
 AMPOULES
 HORLOGES
 LESSIVEUSES
 LAMPES DE RADIO
 PHONOGRAPHES
 APPAREILS À AIR CLIMATISÉ
 INSTRUMENTS
 LAMPES FLUORESCENTES
 DE MAISON
 ÉQUIPEMENT D'ESSAI
 SÉCHOIR À CHAUSSURES
 AMPOULES POUR INDUSTRIE
 ASPIRATEURS
 AMPOULES-ÉCLAIR
 APPAREILS MÉNAGERS
 DÉMARREURS DE MOTEUR
 TÉLÉVISIONS

SYLVANIA FABRIQUE...



VOYEZ-VOUS LA DIFFÉRENCE?

Un seul grand manufacturier canadien se spécialise exclusivement dans la fabrication des lampes. Et ce n'est qu'une des raisons pour laquelle de plus en plus les Canadiens, d'un océan à l'autre, exigent les lampes Sylvania.

A notre usine de Drummondville, la plus moderne du genre au Canada, nos ingénieurs utilisent des techniques inédites pour la fabrication des lampes

fluorescentes, à incandescence, à vapeur de mercure, ainsi que les lampes photographiques et électroniques. En fait, les lampes sont leur souci prédominant.

Il n'y a rien d'étonnant à ce que les consommateurs constatent la suprématie de Sylvania pour la qualité, la durabilité et un rendement sans égal.

EXIGEZ SYLVANIA ET JUGEZ VOUS-MÊMES.



SYLVANIA

ELECTRIC (CANADA) LIMITED

Siège Social: Montréal, Québec • Usine: Drummondville, Québec
Bureaux de ventes et entrepôts d'un océan à l'autre.



Enfin l'énergie d'un objet tire son importance du fait qu'elle permet de déterminer l'évolution de cet objet, dans des conditions expérimentales données, à l'aide de l'équation de Schrodinger.

La troisième partie applique les résultats ainsi dégagés à la description d'un atome; le calcul des perturbations y permet, suivant des approximations nécessaires, l'étude des états et niveaux d'énergie, étude au cours de laquelle les propriétés de moments angulaires et de symétries interviennent de manière constante; l'atome est considéré d'abord en l'absence puis en présence de champ appliqué; le cas d'un champ magnétique donne lieu par exemple à l'effet Zeeman qui sera retrouvé à la base de l'étude du magnétisme.

L'auteur a cherché à ce que les développements consacrés aux diverses rubriques soient proportionnés avant tout aux besoins des lecteurs orientés vers les applications et plus particulièrement vers celles du domaine de l'électronique.

Mécanique expérimentale des fluides — Tome III — Recueil de problèmes — par R. COMOLET et J. BONIN — Un volume, éd. 1964, 358 pages — 243 figures, — Relié, 76 F. — Paris, Masson.

Les sujets traités sont d'inégale difficulté, allant du simple exercice d'application au problème d'examen et au projet du Bureau d'Etudes. Les exemples choisis sont d'une grande variété: certains sont classiques et figurent parfois dans les enseignements eux-mêmes, mais la plupart sont originaux. Beaucoup présentent un aspect théorique intéressant conduisant à une discussion, mais le point de vue pratique n'a pas été sacrifié, sans pour cela tomber dans des considérations technologiques. Tous les problèmes, ou presque, conduisent à des calculs numériques, ce qui est quasiment une nécessité quand il s'agit d'une science expérimentale.

Chaque chapitre est coiffé d'un résumé d'une très grande utilité. Servant surtout de formulaire aide-mémoire, il évite au lecteur incertain de se référer nécessairement au traité théorique.

Les Sciences contemporaines — Tome I — Les sciences physiques et leurs applications — Un tome, 360 pages — relié — Paris, Librairie Larousse.

L'ouvrage comprendra deux volumes: le premier est consacré aux applications les plus spectaculaires des découvertes scientifiques de notre temps.

Le lecteur pénétrera dans des centres de recherches où s'élabore la science de demain: le Centre européen de recherches nucléaires, et l'observatoire radio-astronomique de Nançay. — Il explorera l'univers tel qu'il nous apparaît et tel que l'expliquent les découvertes et les calculs de l'astronomie moderne. Il captera et lira avec les savants les précieux messages que nous adresse le Cosmos, notamment grâce à la radio-astronomie et à l'étude des rayons cosmiques, et il participera à la conquête de l'espace après avoir passé en revue l'arsenal complexe des fusées, des satellites et des véhicules spatiaux. Le lecteur découvrira bien d'autres aspects passionnants de l'aventure scientifique: l'Optique, science vivante en plein développement, l'Electronique, mot-clef de la révolution que vit notre génération, et le monde mystérieux des ordinateurs, ces machines au service de l'intelligence.

Ce voyage au pays des savants s'achèvera par l'étude de trois industries jeunes, hautement scientifiques, qui prennent une importance de plus en plus considérable dans notre existence: celle de l'énergie nucléaire dont la puissance et la variété nous étonnent tous les jours, celle des très hautes températures avec le chalumeau à plasma, celle des macromolécules enfin, allant des plastiques jusqu'aux gènes qui transmettent l'hérédité. Cette interaction de la science, des techniques et du développement industriel est remarquablement mise en évidence dans cet ouvrage qui représente un effort sans précédent pour mettre à la portée du grand public — mais sans tomber dans une vulgarisation excessive — toutes les connaissances réservées jusqu'ici aux seuls spécialistes et qui concernent notre existence presque quotidienne.

La thermodynamique de la particule isolée (ou thermodynamique cachée des particules) — par LOUIS DE BROGLIE — Un volume, éd. 1964, 125 pages — 36 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Les cinq premiers chapitres de l'ouvrage rappellent des résultats qui sont bien connus — Les chapitres essentiels sont les quatre derniers où sont introduites progressivement, dans le cadre de l'image hydrodynamique qu'offre la théorie de la double solution sous sa forme primitive, les conceptions de perturbations aléatoires et de thermodynamique statistique qui conduisent à la Thermodynamique de la particule isolée et à une théorie des fluctuations du mouvement de la particule dans son onde.

Les vérifications expérimentales de la relativité générale — par MARIE-ANTOINETTE TONNELAT — Un volume, éd. 1964, 308 pages, 48 figures, relié, 84 F., Paris, Masson.

L'ouvrage du Professeur M. A. Tonnelat s'adresse à un public de professeurs, d'ingénieurs ou d'étudiants, public qui possède les connaissances correspondant approximativement à une Licence de physique sans être forcément spécialisé dans les questions de relativité.

Dans une première partie sont rappelés les principes qui président à l'établissement d'une loi newtonienne d'attraction (Chapitre I), puis d'une loi einsteinienne moyennant l'introduction du Principe d'équivalence (Chapitres II et III).

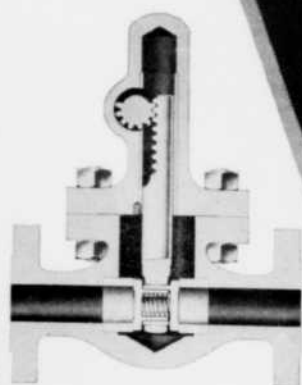
Le Chapitre IV est consacré aux vérifications classiques de la relativité générale: avance du périhélie des planètes et des satellites, déviation des rayons lumineux dans un champ de gravitation, décalage vers le rouge des raies spectrales.

Le Chapitre V étudie, dans le cadre de la relativité générale, le problème plus délicat des corps en rotation: disque tournant, satellite gyroscopique, influence de la rotation d'un corps central. Ces problèmes peuvent recevoir une solution approchée. On examine, suivant la méthode de L. Schild, les vérifications possibles réalisables au moyen d'expériences terrestres ou par l'emploi de satellites.

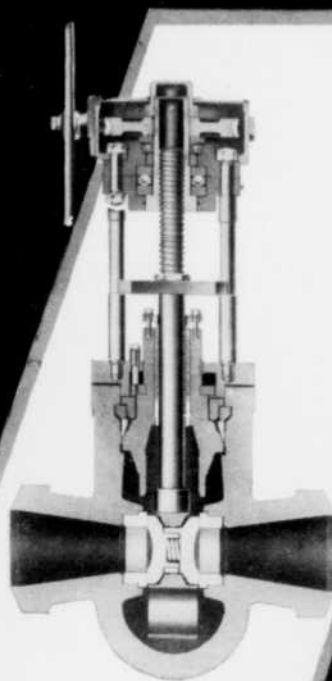
La seconde partie du livre est destinée à approfondir les possibilités offertes, à l'heure actuelle, par les mesures de décalage de fréquences.

La théorie du décalage ne peut être qu'approximative si on la développe en Relativité Générale. Une méthode approchée, basée sur les définitions chronométriques préconisées par J. L. Synge mais aussi sur les approximations utilisées par G. C. Mac Wittre, est développée ici (Chapitre VI). On applique ensuite (Chapitre VII) les résultats obtenus aux différents domaines expérimentaux: domaine extra-galactique, galactique et enfin terrestre. Dans ce dernier cas, on discute quelques expériences simples basées sur l'utilisation de masers dans des satellites artificiels.

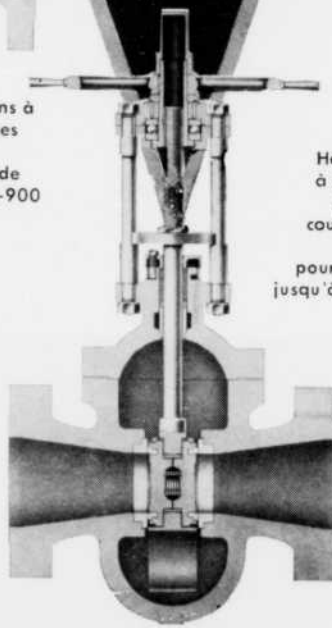
Le Chapitre VIII concerne plus spécialement les mesures de décalage réalisées avec des sources terrestres en utilisant l'effet Mössbauer. Après avoir rappelé le principe de l'effet Mössbauer, on indique les expériences de mesures de décalage gravitationnel réalisées dans cette voie.



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.

La troisième partie de l'ouvrage (Chapitre IX et X) est consacrée à discuter la portée et la signification des expériences destinées à mettre en évidence des "preuves" de la Relativité Générale. Certaines d'entre elles constituent-elles simplement une vérification du Principe d'équivalence, mais non pas de la Relativité Générale en tant que théorie non euclidienne du champ de gravitation ? Pourrait-on interpréter la plupart des expériences au moyen d'une théorie euclidienne de type maxwellien ? Telles sont les questions que l'on peut se poser et tenter de résoudre.

Enfin des Compléments mathématiques (calcul tensoriel, dérivation de Lie) et physiques (expériences sur l'identité masse-gravité-inertie) sont rappelés dans une quatrième partie. Leur renvoi à la fin du livre permet de ne pas interrompre par des digressions nécessaires l'exposé des tests expérimentaux.

Une importante bibliographie (491 références) groupe les principales publications concernant les vérifications les

plus significatives de la Relativité Générale, les discussions à leur sujet, les suggestions.

Il convient d'insister sur le fait que ce livre est axé non pas sur les bases mathématiques de la Relativité Générale, mais sur le renouveau apporté aux vérifications expérimentales classiques par l'emploi des satellites et de l'effet Mössbauer. Grouper ces possibilités nouvelles, examiner leur portée semble indispensable au stade actuel atteint par la physique et, singulièrement, par la Relativité Générale.

Acoustique et électroacoustique — Tome I — Propagation, perception et production du son, par Jean-Jacques MATRAS — Un tome, éd. 1965, 284 pages, 184 figures, 28.49 F. — Paris, Editions Eyrolles.

Dans ce premier tome de l'ouvrage de J.-J. MATRAS, la théorie de la propagation du son (travaux d'Hugoniot) et celle des cordes vibrantes et des tuyaux sonores, sont rappelées mais sous une forme modernisée. Il y est plus particu-

lièrement insisté sur les aspects nouveaux de l'acoustique, tels qu'ils apparaissent notamment à la suite des travaux effectués dans le cadre des études sur les communications et les télécommunications.

C'est ainsi que l'état actuel des recherches sur les distorsions linéaires et non linéaires, sur le rôle que joue le rapport signal/bruit et la dynamique dans la qualité de la reproduction sonore, est exposé dans tous ses détails. Ce qui permet d'apercevoir le long chemin qu'il reste à parcourir pour aboutir à une connaissance globale d'un phénomène dont beaucoup d'éléments échappent encore.

Le second volume d'"Acoustique et électroacoustique", dont la parution a précédé de peu celle du premier, traite des haut-parleurs, des microphones, de l'enregistrement et de la reproduction des sons, et de l'acoustique architecturale. C'est donc une synthèse originale, utile à la fois au développement de la théorie et aux applications pratiques, que contient cet ouvrage en deux tomes. ■

Revue technique cherche **RÉDACTEUR** (Ingénieur de préférence)

Le candidat doit posséder

un diplôme en sciences appliquées ou formation équivalente

une connaissance parfaite du français

La capacité de rédiger des articles et reportages et de traduire des textes de l'anglais au français

il devra aussi s'acquitter des tâches habituelles de la préparation d'une revue.

Ce poste de commande comporte des avantages personnels précieux et sa rémunération intéressera sûrement le candidat qualifié que nous cherchons.

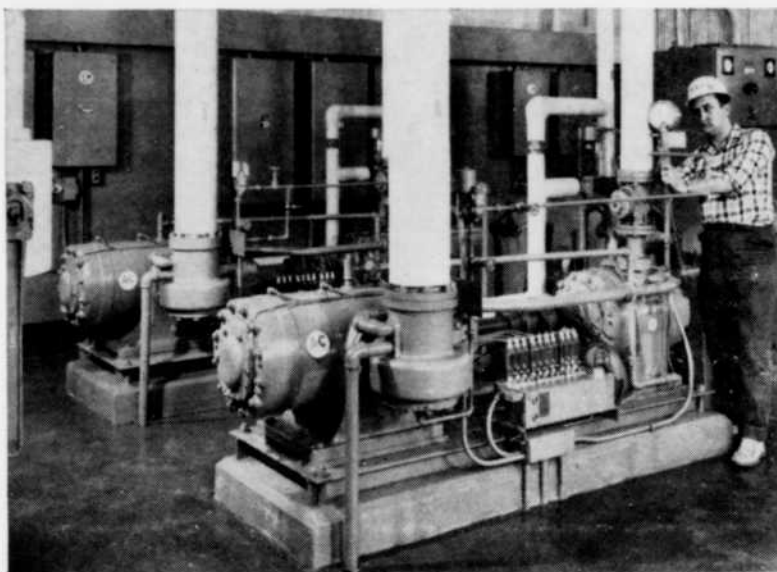
Faire offres avec curriculum vitae et références à :

Les Éditions Commerciales
2500, Marie-Guyard
Montréal 26

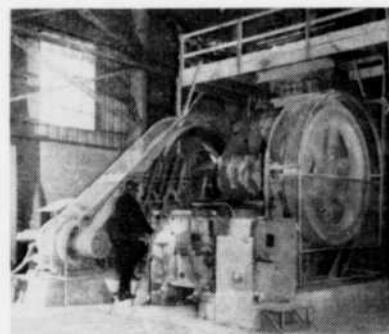
ou appeler 739-2451 (poste 274)
pour rendez-vous

L'essor industriel au Québec:

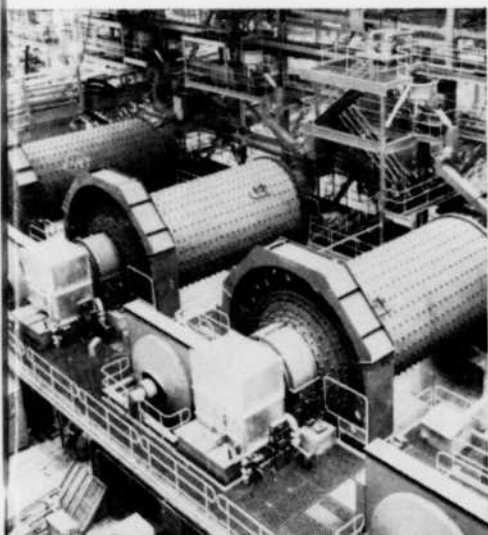
un but auquel nous contribuons par tous nos efforts



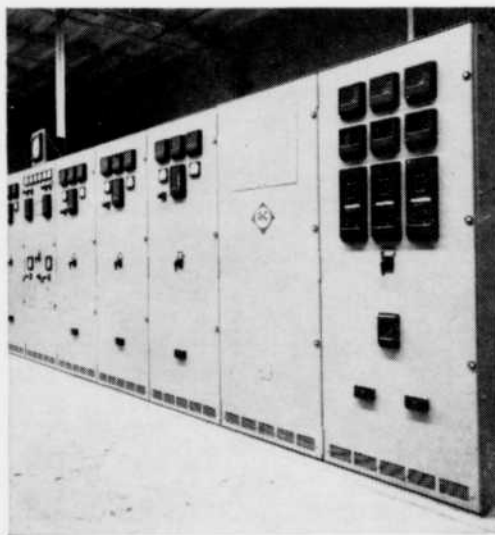
Compresseurs rotatifs. Montréal.



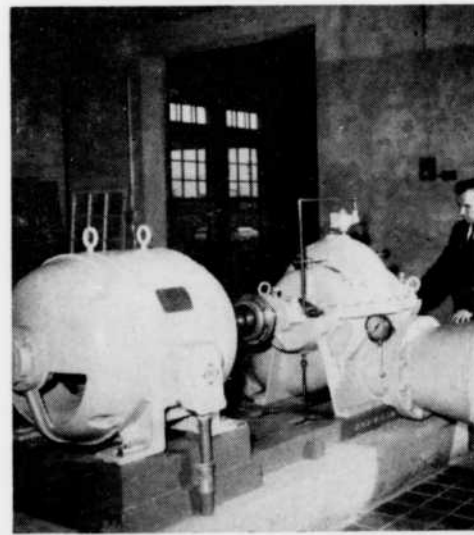
Pileur de minéral et courroie en V
"Texrope". Thetford Mines.



Broyeurs. Sept-Iles.



Contrôle électrique. Valleyfield.



Pompes hydrauliques
municipales. St-Jean.

La marque de confiance...

**CANADIAN
ALLIS-CHALMERS**

Canadian Allis-Chalmers Limitée, C.P. 37, Montréal, Canada

Accouplements
Courroies en "V"
Concasseurs
Compresseurs
Tamis vibrateurs
Turbines
Contrôle électrique
Vannes
Pompes
Fours rotatifs.

64CF4R



AGENDA

30 août - 1er sept. — 4ème Conférence canadienne des Métallurgistes, à Ottawa, Ont. — Info: Secrétariat du Canadian Institute of Mining and Metallurgy — 1117 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal 2, Qué.

1 - 3 septembre — Réunion annuelle de la division de Chimie Inorganique du Chemical Institute of Canada, à Halifax, Nouvelle-Ecosse — Info: Secrétariat du C.I.C., 48, rue Rideau, Ottawa 2, Ontario.

5 - 8 septembre — Réunion du Canadian Mathematical Congress sur le thème: L'analyse numérique, à l'Université Laval de Québec — Info: 985 ouest, rue Sherbrooke, Montréal, Qué.

7 - 9 septembre — Réunion automnale de la Société des ingénieurs miniers de l'A.I.M.E., à Phoenix, Arizona — Info: Secrétariat de l'A.I.M.E., 345 East, 47th Street, New York 17, N.Y.

8 - 15 septembre — 6ème Conférence Internationale de l'International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, à Montréal — Info: Carl B. Crawford, Associate Committee on Soil and Snow Mechanics, National Research Council (Canada), Ottawa, Ont.

12 - 17 septembre — 150ème Réunion de l'American Chemical Society, à

Atlantic City, N.J. — Info: Meetings Director, The Society, 1155 Sixteenth St., N.W., Washington 6, D.C.

13 - 16 septembre — 3ème Réunion annuelle de la "Thermal Insulation Association of Canada", à l'Hôtel L'Esterel, Ville d'Esterel, Qué. — Info: W. E. Hodgson, c/o Canadian Johns-Manville Co. Ltd., 565 Lakeshore Rd. E., Port Credit, Ontario.

15 - 17 septembre — 14ème Réunion annuelle de la Standards Engineers Society, à l'Hôtel Royal York, Toronto. — Le thème: "International Standards, the key to International Trade" — Info: General Chairman, J. Gordon Wells, P.O. Box 165, King City, Ontario.

22 - 25 septembre — 57ème Assemblée annuelle de l'American Institute of Chemical Engineers, à Minneapolis, Minn. Info: The Executive Secretary, 345 E., 47th St., New York, N.Y. 10017.

24 - 25 septembre — 13ème Conférence sur les Communications de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, à Cedar Rapids, Iowa — Info: I.E.E.E., Box A., Lennox Hill Station, New York 21, N.Y.

28 - 29 septembre — 7ème Conférence biennale sur le chauffage électrique, à Cleveland, Ohio — organisée par l'I.E.E.E.

28 sept. - 1er octobre — 2ème Congrès International de Mécanique Expérimentale, à Washington, D.C. — Info: J. L. Jones, Society for Experimental Stress Analysis, 31 Bridge Sq., Westport, Connecticut 06882.

4 - 5 octobre — Assemblée annuelle de l'Engineers' Council for Professional Development, à Clearwater, Floride. — Info: 345 East, 47th St., New York, N.Y. 10017.

4 - 6 octobre — Conférence de la section de chimie analytique du Chemical

Institute of Canada, à Sarnia, Ontario. — Info: 48, rue Rideau, Ottawa 2, Ontario.

4 - 6 octobre — Conférence canadienne sur l'électronique, sous les auspices de l'I.E.E.E., à Toronto, Ont. — Info: soit au Secrétariat de l'I.E.E.E. ou à la Canadian Electronics Conference, 1819 Yonge St., Toronto 7, Ontario.

4 - 7 octobre — Réunion automnale de l'American Welding Society, à Birmingham, Alabama. — Info: 345 East, 47th St., New York, N.Y. 10017.

10 - 14 octobre — Réunion automnale de l'Electrochemical Society, à Buffalo, N.Y. — Info: 30 East, 42nd St., New York, N.Y. 10017.

10 - 14 octobre — 38ème Assemblée annuelle de la Water Pollution Control Federation, à Atlantic City. — Info: R. E. Fuhrman, 4434 Wisconsin Ave., N.W., Washington, D.C., 20016.

17 - 21 octobre — Réunion automnale de la Société Métallurgique de l'AIME à Détroit — Info: 345 East, 47th St., New York 17, N.Y. 10017.

18 - 19 octobre — Assemblée annuelle conjointe de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics et du Canadian Aeronautics and Space Institute, à Montréal — Info: C.A.S.I., 77 Metcalfe St., Ottawa 4, Ontario.

18 - 20 octobre — 12ème Symposium de la Canadian Association for applied spectroscopy, à Ottawa, Ontario — Info: The Association, c/o R. V. Baker, Aluminum Co. of Canada Ltd., Arvida, Qué.

18 - 22 octobre — Assemblée annuelle de l'American Society of Civil Engineers, à Kansas City, Mo. — Info: The Executive Secretary, United Nations Plaza, 345 East, 47th St., New York 17, N.Y. 10017.

POUR

Des sondages bien faits

EXIGEZ

NATIONAL BORING AND SOUNDING INC.

615 rue Belmont, Montréal 3

Spécialistes en étude des sols depuis 25 ans

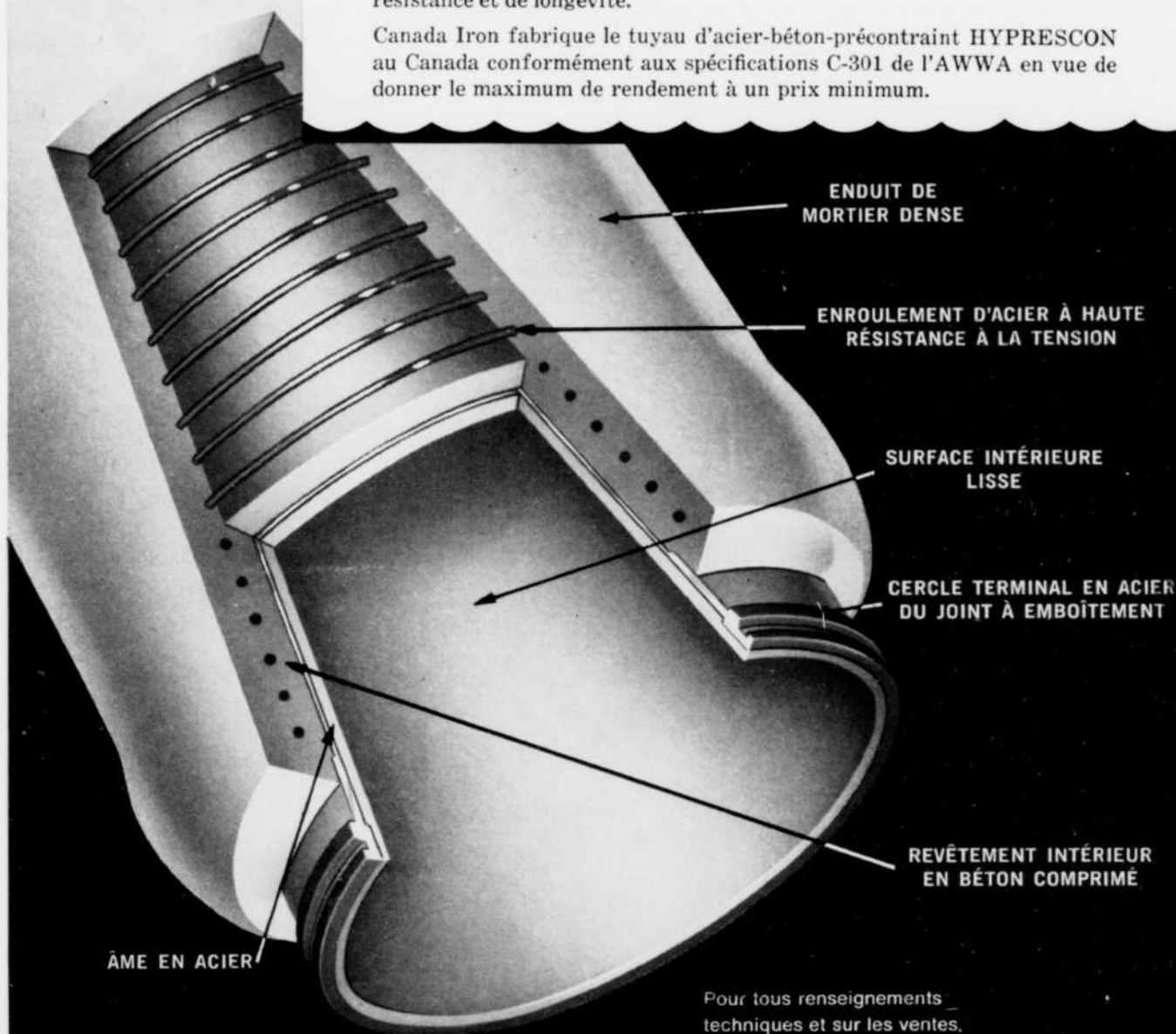
TRAVAUX DE SONDAGES SOUS LA DIRECTION D'INGÉNIEURS SPÉCIALISÉS ET D'UN PERSONNEL BIEN ENTRAÎNÉ.
RAPPORTS SUR LA NATURE ET LES PROPRIÉTÉS DU SOL POUVANT ÊTRE FACILEMENT INTERPRÉTÉS PAR LES PROPRIÉTAIRES.
ARCHITECTES, INGÉNIEURS ET CONSTRUCTEURS.

*Le plus **Fort** débit en eau au plus **Bas** prix de conduite installée*

Hyprescon vous présente une autre excellente combinaison...un tuyau d'acier-béton-précontraint. La paroi intérieure du béton centrifugé offre une surface parfaitement lisse et permet les débits les plus forts.

La rigoureuse étanchéité est assurée par un cylindre d'acier à soudure continue en forme spirale, et par un emboîtement positif d'acier-caoutchouc. L'enroulement hélicoïdal en acier de haute résistance à la traction est posé sous tension. Cette contrainte applique une force de compression qui confère à la conduite une capacité accrue de résistance à la pression interne de même qu'une force structurale efficace contre les charges externes. Enfin le revêtement extérieur de mortier fournit un supplément de résistance et de longévité.

Canada Iron fabrique le tuyau d'acier-béton-précontraint HYPRESCON au Canada conformément aux spécifications C-301 de l'AWWA en vue de donner le maximum de rendement à un prix minimum.



Pour tous renseignements
techniques et sur les ventes,
veuillez consulter la

DIVISION DE LA TUYAUTERIE

Canada Iron

Montréal, Québec, Ottawa, Toronto, St. Thomas, Vancouver

INGÉNIEUR D'USINE

Offre d'emploi remarquable pour un ingénieur possédant entre deux (2) et six (6) ans d'expérience dans l'industrie.

La fonction permettra au candidat de participer à l'administration de l'entreprise et de mettre à contribution ses connaissances et sa personnalité au niveau de l'utilisation, transformation et entretien de la bâtisse et de l'équipement. Devra posséder l'envergure nécessaire à la conception et la réalisation de projets spécifiques.

Poste d'avenir pour le candidat sérieux et compétent, désireux

d'assumer des responsabilités de premier ordre et participer activement à l'expansion de l'entreprise.

Salaire à la mesure du candidat. Minimum de \$7,500. par année pour la personne possédant deux (2) ans d'expérience industrielle.

Faire parvenir curriculum vitae:

Département du Personnel
STANDARD PAPER BOX
(1964) LTD.
6240, avenue du Parc
Montréal 8, P.Q.

LA TRADITION K+E

La familière marque de fabrique K+E est de vieille tradition parmi les ingénieurs et architectes. Elle est synonyme de précision et de bonne fabrication, de qualité sans compromis.

Cherchez toujours la marque K+E sur les règles à calcul, instruments de dessin, fournitures de bureaux de dessinateurs, matériel d'arpentage. Vous constaterez que c'est invariablement la meilleure.

KEUFFEL & ESSER OF CANADA, LIMITED

MONTREAL

OTTAWA

TORONTO

COSE

LE CENTRE D'ORGANISATION SCIENTIFIQUE DE L'ENTREPRISE

Organisme privé, sans but lucratif, institué dans le but d'aider les entreprises à accroître leur productivité par l'organisation scientifique :

- information des cadres
- formation et perfectionnement des spécialistes
- aide technique
- recherche appliquée

Jacques Soucy, ing.
directeur général

Jean-Paul Cossette, ing.
directeur service formation

Paul Imbeau, ing.
directeur service recherche
et développement

Claude Gauthier

Jacques Guay, ing.

Marcel Guilbert, ing. f.

Jean-Yvanney Jutras, B.Sc. Soc.

Alban Laliberté, ing.

Pour renseignements supplémentaires,
veuillez communiquer à l'adresse suivante :

685, rue Cathcart, Ch. 911, Montréal 2, P.Q.
Tél. 866-5786

18 - 22 octobre — Congrès et Exposition Nationale de l'American Society for Metals, à Détroit — Info : Metals Park, Ohio 44073.

18 - 22 octobre — 35ème Assemblée annuelle de l'Institute of Traffic Engineers, à Boston, Mass. — Info : The Institute, 1725 De Sales St., N.W., Washington, D.C. 20036.

19 - 21 octobre — Réunion conjointe de l'American Society of Lubrication Engineers et de l'American Society of Mechanical Engineers, à San Francisco, Calif. — Info : à l'A.S.L.E., 838 Busse Highway, Park Ridge, Illinois.

Hors du continent Nord Américain

8 - 14 septembre — 1ère Foire internationale de l'industrie nucléaire — NUCLEX 66, à Bâle en Suisse — Info : Foires industrielles de Suisse, Bâle 21, Suisse.

13 - 18 septembre — 32ème Congrès International de la Fonderie, à Varsovie, Pologne — Info : Jur Piszak, Secrétaire, W. Zakopianoska 73, Krakow 12, Pologne. ■

Désirez-vous

- des SONDAGES bien faits
- des RECOMMANDATIONS TECHNIQUES appropriées et pratiques
- des travaux sous la direction d'INGÉNIEURS et TECHNICIENS SPÉCIALISÉS...

Faites appel à
un laboratoire indépendant

TESTS de FONDATION Inc.
FOUNDATION TESTING Inc.

153, Décarie — Montréal 9 — 744-2866

Propositions préparées sur demande

F. R. LABERGE, Ing. P. — V. COSSETTE, Ing. P.
R. TRUDEAU, Ing. P. — E. DAGENAIS, Ing. P.

BEAUCHEMIN - BEATON - LAPOINTE

Ingénieurs-conseils

J.-A. BEAUCHEMIN
W. H. BEATON
H. LAPOINTE
ROGER-O. BEAUCHEMIN
PAUL-T. BEAUCHEMIN

6655, Côte-des-Neiges, Suite 410

Montréal 25

Téléphone 731-8521

MARIE-ALBERT BOURGET, A.G.I.F.

86, Côte de la Montagne

Québec 2

Gérard-O. Beaulieu, Ing., B. Sc. A.,
Chargé du cours de ponts à Polytechnique.
Marc-R. Trudeau, Ing., B. Sc. A.,
Chargé du cours de structures à Polytechnique.

J.-René Lalancette, Ing., B. Sc. A.,
Pierre-G. Beaulieu, Ing., B. Sc. A.,

BEAULIEU, TRUDEAU & ASSOCIÉS

Ingénieurs-conseils

SPÉCIALISTES EN CHARPENTES
Bâtisses religieuses, civiles et industrielles
Ponts, viaducs, tunnels, réservoirs et piscines

6650, avenue Darlington, Montréal 26 - RE. 7-3628

BROUILLET, CARMEL, BOULVA & Associés

Ingénieurs-conseils

Spécialités : CHARPENTES et FONDATIONS

Téléphone 274-5671

700 ouest, boul. Crémazie

Montréal 15

BÉLANGER, WOLFE & ASSOCIÉS

Ingénieurs-conseils

7003, rue Christophe-Colomb

Montréal 10

Tél. 273-7748

Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés

Ingénieurs-conseils

700 ouest, boulevard Crémazie

Montréal 15, P.Q.

273-6381

BOURGEOIS & MARTINEAU

Ingénieurs-conseils

STRUCTURE

3365, Ridgewood, Ch. 8, Montréal, P.Q. RE. 9-3125

CÔTÉ, LEMIEUX, CARIGNAN & ROYER

Ingénieurs-conseils

Génie municipal - Structures
Usines de traitement

144, Vimy N., Sherbrooke, Qué.

Tél. 562-3876

Bureau de Montréal
1425, RUE DE LA MONTAGNE

Téléphone :
514 849-5733

GEO. DEMERS
INGÉNIEUR CONSEIL

Bureau de Québec
945, ST-CYRILLE O.

Téléphone :
418 681-7324

Tél. 288-1246-7

LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE
Bureau fondé en 1928

H. Labrecque
L. Gagnon, A.G.
P. Neugebauer
Ingénieurs-conseils

10 ouest, rue St-Jacques, Montréal 1

**DESJARDINS
& SAURIOL**

INGÉNIEURS-CONSEILS

- TRAVAUX PUBLICS
- BÂTIMENTS
- TRAVAUX MUNICIPAUX

400, boul. Labelle, Chomedey

681-9221

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs-conseils

8790, avenue du Parc — Tél. DU. 1-3991

MONTREAL 11, QUÉ.

EDOUARD DESLAURIERS, Ing.
G. EDOUARD MERCIER, Ing.

DESLAURIERS & MERCIER

Ingénieurs-conseils

8585, boulevard St-Laurent

Montréal 11

Téléphone 381-9374

**LALONDE, VALOIS,
LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS**

Ingénieurs-conseils

615, rue Belmont

Montréal 3

ÉTUDE C.-E. GRAVEL

Ingénieurs-Conseils

TRAVAUX MUNICIPAUX

*Spécialités : Usine de filtration, Usine d'épuration
Traitement des eaux, Urbanisme*

BUREAU :

3717 Boul. Lévesque — MU. 1-1692-3-4
Cité de Chomedey, Québec

**LORRAIN, TOURIGNY,
DUBUC & GÉRIN-LAJOIE**

Ingénieurs-conseils

4070 ouest, rue Jean-Talon
731-3556 — Montréal 9

**MONTI, LEFEBVRE, LAVOIE
NADON & ASSOCIÉS**

Ingénieurs-conseils

Génie civil, mécanique et industriel

Québec

Montréal

Halifax

RÉGIS TRUDEAU & ASSOCIÉS

INGÉNIEURS-CONSEILS

CHARPENTES ET FONDATIONS
TRAVAUX MUNICIPAUX

3440 EST. RUE ONTARIO, MTL 4

TÉL.: 527-1282

SURVEYER, NENNIGER & CHÊNEVERT
INGÉNIEURS-CONSEILS



AU SERVICE DE L'INDUSTRIE, DES ADMINIS-
TRATIONS GOUVERNEMENTALES, DU COMMERCE
ET DES INSTITUTIONS DEPUIS PLUS DE 50 ANS.

1440 ouest, rue Ste-Catherine Montréal, Qué.
Téléphone 868-1731

**ÉCOLE DES
HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES**

affiliée à l'Université de Montréal

Deux années de formation économique
et commerciale générale

Une année de spécialisation

Demandez notre prospectus

535, ave Viger, Montréal

Collet Frères, Limitée

Entrepreneurs généraux

1978 rue Parthenais,
MONTRÉAL 24, Qué.

LABORATOIRE DE BÉTON INC.

Sous la direction d'ingénieurs

INSPECTION	ESSAIS	CONTRÔLE
BÉTON	ROUTES	ASPHALTE

3800 est, boul. Métropolitain, Montréal 38 - 729-6394

LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.
Bureau d'études de sols et laboratoires de matériaux

- Sondages et Forages
- Etudes Géotechniques
- Contrôle de béton, sol et asphalte

400, Boul. Labelle, Chomedey

Tél. : 681-9221

Lucien Perrault, Ing., B.A., B.Sc. A.
Président

VI. 4-3451

**Les Laboratoires Industriels
& Commerciaux Ltée**

INSPECTION — ESSAIS — ANALYSES

1449, rue Crescent

Montréal 25

INDEX DES ANNONCEURS

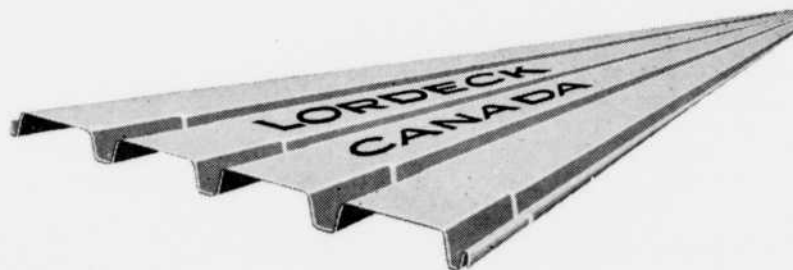
Algoma Steel Corp. Ltd., The	9	Dominion Bridge Co. Ltd.	19	Lalonde, Valois, Lamarre, Valois	
American Air Filter of Canada Ltd. 26		Dominion Engineering Co. Ltd.	16	& Associés	66
Anaconda American Brass Ltd. Couv. 3		•		Lord & Cie	68
•		Ecole des Hautes Etudes		Lorrain, Tourigny, Dubuc	
Beauchemin, Beaton, Lapointe	65	Commerciales	67	& Gérin-Lajoie	66
Beaulieu, Trudeau & Associés	65	•		•	
Bélanger, Wolfe & Associés	65	Foundation Testing Inc.	64	Montel Inc.	54
Beaugeois & Martineau	65	Franki Canada Ltée	27	Monti, Lefebvre, Lavoie, Nadon	
Bourget, Marie-Albert	65	•		& Associés	67
Brouillet, Carmel, Boulva		Gravel, C. E.	66	Morrison Brass Mfg. Co. Ltd.,	
& Associés	65	•		The James	55
•		Hewitt Equipment Ltd.	Couv. 2	•	
Canada Cement Co. Ltd.	51	Horton Steel Works Ltd.	3	National Boring & Sounding Inc.	62
Canada Iron Foundries Ltd.	21-63	•		•	
Canada Wire & Cable Co. Ltd.	6	IBM	23	Payette Radio Ltée	24
Canadian Allis-Chalmers Ltd.	61	Ingénieurs Associés, Les	66	Peacock Bros. Ltd.	59
Canadian Formwork Corporation	7	I-T-E Circuit Breaker		•	
Canadian Johns-Manville Co. Ltd. 14-15		(Canada) Ltd.	4-5	Rawlplug Products Canada Ltd.	22
Canadian Kodak Co. Ltd.	49	•		Recordak of Canada Ltd.	1
Canadian Locomotive Co. Ltd.	2	Jenkins Bros. Ltd.	17	•	
Cartier, Côté, Piette, Boulva,		•		Standard Paper Box	64
Wermenlinger & Associés	65	KeepRite Products Ltd.	23	Surveyer, Nenniger & Chênevert	67
Cie de Profils Reynolds Ltée, La		Keuffel & Esser of Canada Ltd.	64	Sylvania Electric (Canada) Ltd.	57
Collet Frères Ltée	67	•		•	
COSE	64	Laboratoire de Béton Inc.	67	Trudeau, Régis & Associés	67
Côté, Lemieux, Carignan & Royer	65	Laboratoires Industriels &		•	
Crane Canada Ltd.	11	Commerciaux Ltée, Les	67	Volcano Ltée	Couv. 4
•		Laboratoires Ville Marie Inc., Les	67	•	
Demers, Geo.	66	Lalonde, Girouard & Letendre	66	Woods, Gordon & Cie	50
Desjardins & Sauriol	66				
Deslauriers & Mercier	66				
DeVilbiss (Canada) Ltd.	13				

ALLÉGEZ VOS CONSTRUCTIONS ET VOS PRIX DE REVIENT

AVEC LES

PANNEAUX NERVURÉS

"LORDECK"



On emploie de plus en plus les panneaux nervurés "Lordeck" dans la construction de couverture et de planchers.

Les panneaux nervurés "Lordeck" fabriqués en acier galvanisé s'emboîtent facilement les uns dans les autres et donnent le maximum de solidité.

Les panneaux "Lordeck" sont fabriqués d'après vos longueurs spécifiées.

LORD & COMPAGNIE

LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : J. H. Lord, Ing.

4700 Iberville, Montréal — 527-3111



Pensez au cuivre

***rien
d'aussi pratique
que les métaux
à base
de cuivre***

Canada Cycle & Motor Co. Ltd. éprouvait quelque difficulté à fabriquer des freins à contre-pédalage Hercules destinés à ses fameuses bicyclettes C.C.M.. C'est que l'usinage des rainures creusées à même une certaine pièce était devenu onéreux et peu pratique.

On fit alors appel au service technique de Anaconda qui résolut le problème en créant un tube en laiton "naval" cannelé dont l'emploi élimina une opération coûteuse. Et C.C.M. se réjouit des résultats.

Les métaux à base de cuivre Anaconda peuvent peut-être vous rendre le même service—améliorer votre produit et réduire vos coûts de fabrication. Adressez-vous à Anaconda American Brass Limited, New Toronto (Toronto 14), Ontario. Bureaux de vente à: Québec, Montréal, London, Winnipeg, Calgary, Vancouver.

ANACONDA

C-6514F

LE PLUS VASTE ASSORTIMENT DE PRODUITS DE CUIVRE À USINER AU CANADA

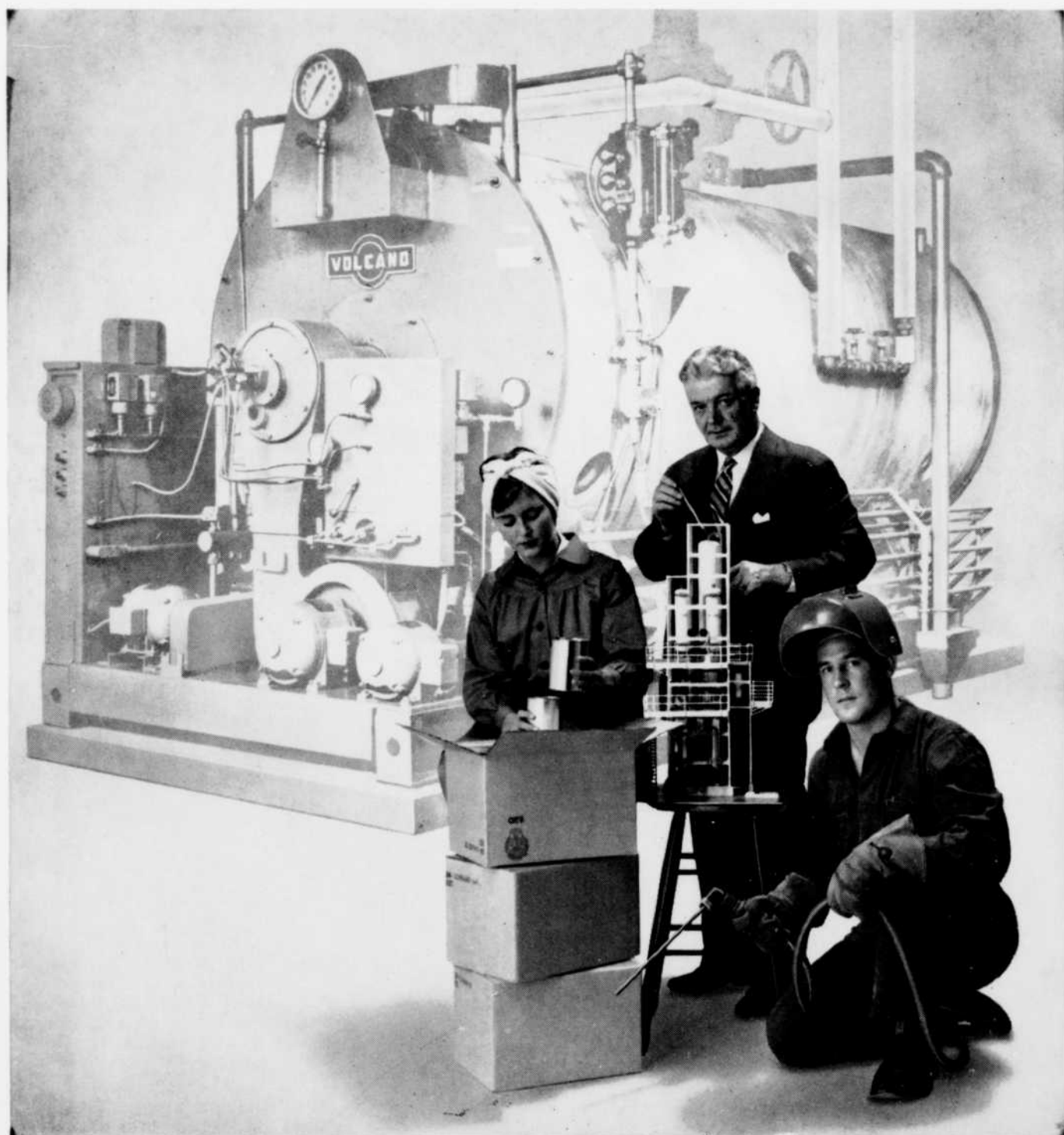
L'expérience de la maison Volcano est la garantie de satisfaction qu'on recherche quand vient le temps de choisir des appareils de chauffage automatiques. Le rendement des chaudières Volcano installées dans des usines et immeubles de tous genres résulte, de fait, de la supériorité acquise par cette compagnie au cours d'au-delà d'un siècle, dans ce domaine hautement spécialisé. Au moment de la livraison, l'appareil

D'UN OCÉAN À L'AUTRE VOLCANO SERT L'INDUSTRIE

distributeur Volcano de votre localité. Les CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES "STARFIRE" — appareils de 5 à 500 c.v., à l'huile, au gaz ou combinés.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

VOLCANO LIMITÉE • 8635, boulevard St-Laurent, Montréal, P.Q. • Usines: St-Hyacinthe, P.Q. • Succursales: Toronto, Québec.
REPRÉSENTANTS DANS LES VILLES PRINCIPALES



VOICI UNE LISTE PARTIELLE DES ENTREPRISES QUI ONT CHOISI DES CHAUDIÈRES VOLCANO POUR LEURS USINES: ANSCO — ALCAN — CANADA DRY — CANADAIR — CHRYSLER — CNR — CPR — COCA-COLA — CONSUMERS GAS — FIRESTONE TIRE & RUBBER — FORD — FOUNDATION COMPANY — GATTUSO — GENERAL ELECTRIC — GENERAL MOTORS — IRON ORE COMPANY — IRVING OIL — JOHNS-MANVILLE — KELLOGG — MCCOLL-FRONTENAC — PARKE-DAVIS — RCA — SHAWINIGAN ENGINEERING — SINGER — SYLVANIA — WESTINGHOUSE.