

Index III

DEC 23 1963

Geological Survey  
The Library,  
Ottawa, Ont.

HIVER 1963

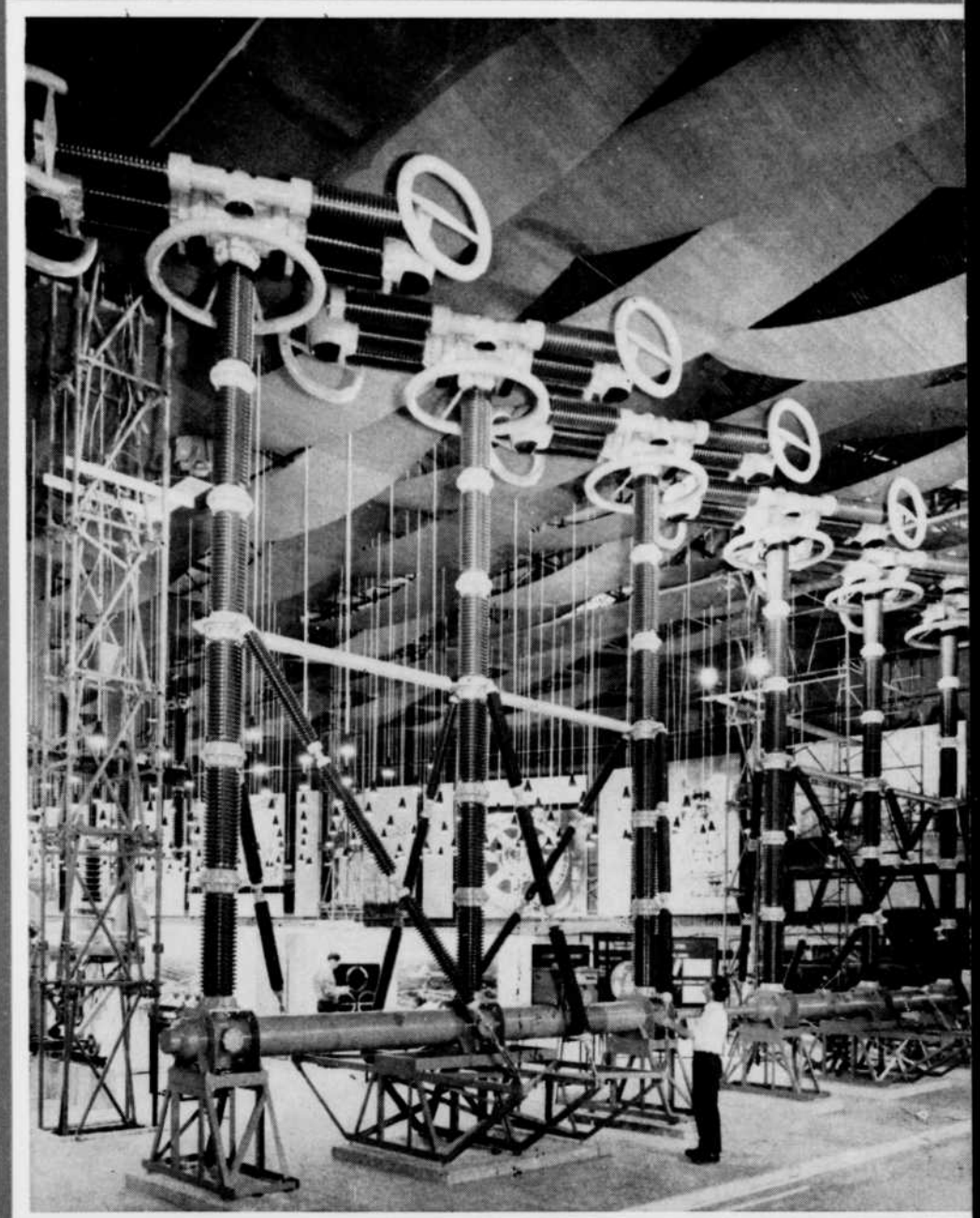
49IÈME ANNÉE

NO 196



# INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE



S  
7I46

R

# **VOTRE NOUVEAU CENTRE DE SERVICE CATERPILLAR\* À MONTRÉAL**

**PROJETÉ ET BÂTI POUR VOUS MIEUX SERVIR!**

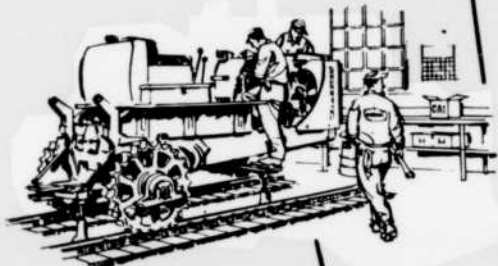
**SITUÉ DANS LE NOUVEAU PARC INDUSTRIEL À POINTE-CLAIRE**



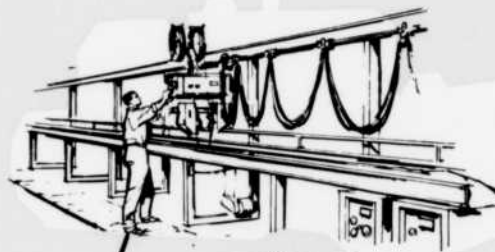
**SERVICE  
DES PIÈCES**



**RÉPARATION  
SUR  
CHANTIER**



**SERVICE  
TECHNIQUE**



**PIÈCES  
REMISES À NEUF**



**MACHINES USAGÉES**



**ÉCHANGE  
D'ENSEMBLES  
DE PIÈCES**



\*  
Cat et Caterpillar sont  
des marques déposées de  
CATERPILLAR TRACTOR CO.

**Hewitt**  
*Equipment Limited*

**ROUTE TRANS-CANADA, POINTE-CLAIRE, QUÉBEC — TÉL. 697-6911**



# INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

HIVER 1963

VOLUME 49 — No 196

## ADMINISTRATION ET ABONNEMENTS

Ernest Lavigne ..... secrétaire  
B.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada  
Tél. : RE. 9-2451

## RÉDACTION

Louis Trudel ..... rédacteur en chef

## PUBLICITÉ

2500, ave Guyard  
Montréal 26  
Tél. RE. 9-2451

### PHOTO DE COUVERTURE

On a pu voir à l'Exposition Française de Montréal ce disjoncteur à 735,000 volts présenté par les Industries électriques et électroniques françaises. Ce disjoncteur est analogue à ceux qu'Hydro-Québec a commandés à la France pour l'équipement d'une ligne de transport à la plus haute tension du monde. Voir article en page 19 de ce numéro, ainsi que l'article en page 35 de notre numéro d'automne 1963.

## SOMMAIRE

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE FRANÇAIS par <i>Henri Noël</i> .....	19
ANALYSE D'UN RÉSEAU D'AQUEDUC PAR CALCULATRICE ÉLECTRONIQUE par <i>Bernard Lauctôt</i> et <i>L. Courville</i> .....	27
L'INDUSTRIE MINIÈRE SE RÉVEILLE par <i>Paul Riverin</i> .....	31
LE CHAUFFAGE RADIANT PAR INFRATHERMES par <i>Germain Ferland</i> .....	33
OBSERVATIONS SUR L'INFLUENCE D'UN COURANT ÉLECTRIQUE SUR LA SÉGRÉGATION par <i>Rémi Tougas</i> et <i>André Hone</i> .....	36
COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE .....	10
VIE UNIVERSITAIRE .....	40
NOUVELLES DES INGÉNIEURS .....	42
REVUE DES LIVRES .....	48
INDEX DE L'ANNÉE .....	50
INDEX DES ANNONCEURS .....	52

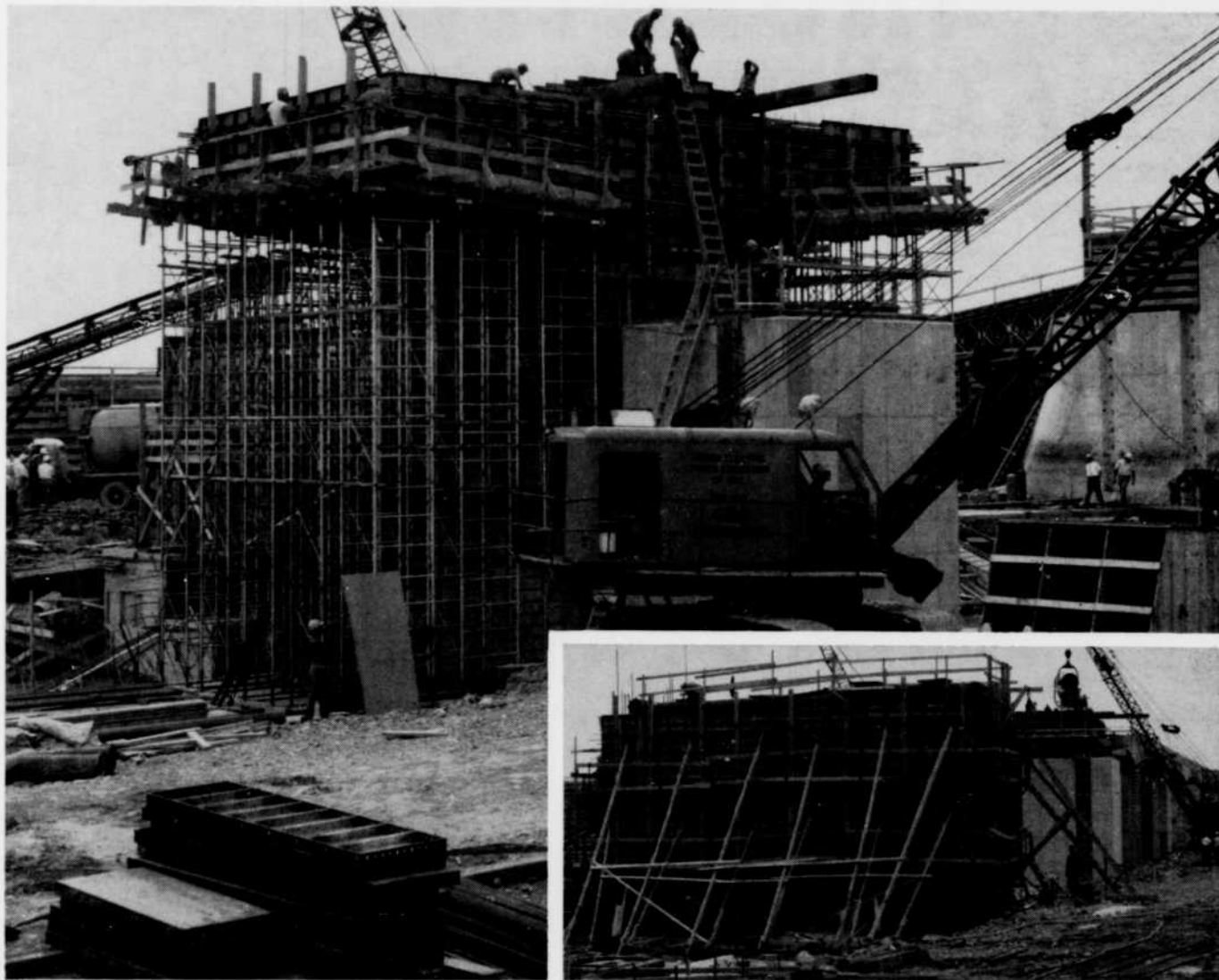
ÉDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, en collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal, la Faculté des Sciences de l'Université Laval et la Faculté des Sciences de l'Université de Sherbrooke. C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada. Tél. : RE. 9-2451. Parution : mars, juin, septembre et décembre. — Imprimeurs : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et États-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Autorisée comme envoi postal de la seconde classe, Ministère des Postes, Ottawa. — 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.

## Un autre projet FORM-LOK

Charpentes pour les Services de Contrôles à Niagara Falls, consistant dans un ensemble de 5 piliers totalisant 6,000 verges cubes de béton.

Ce projet fut effectué en 1962 par l'Hydro Ontario qui nous rapporte ceci :

"Selon les remarques qui nous parviennent du chantier, le système de coffrage FORM-LOK nous a donné entière satisfaction et s'est avéré excellent pour ce genre de travail."



CANADIAN

**FORMWORK**

LIMITÉE



À L'ŒUVRE AU QUÉBEC

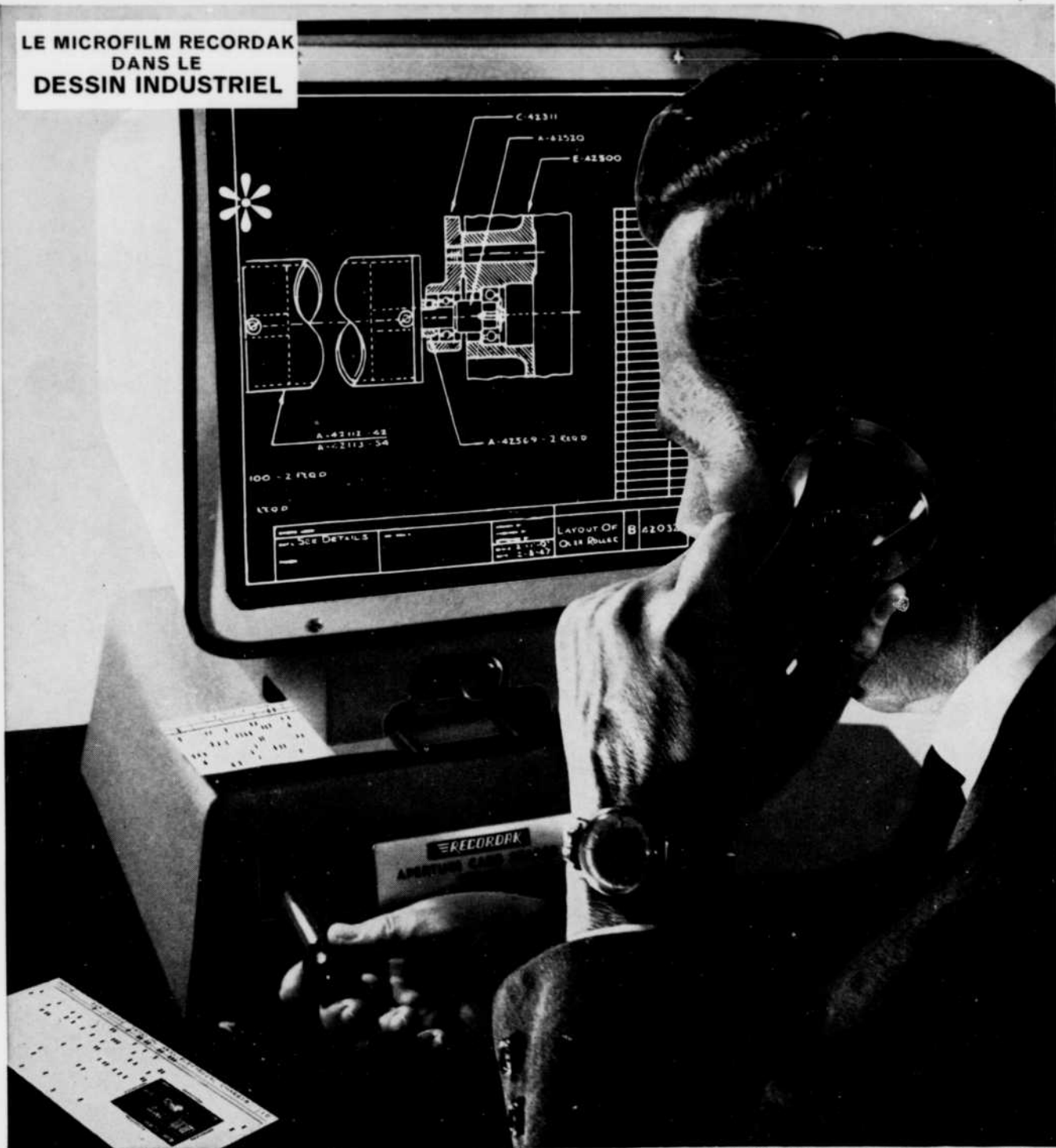
INGÉNIEURS DE L'ENTREPRENEUR

Division de Construction de Francis Hughes & Associés Inc.

4850, Amiens, Montréal Nord, Qué., DANiel 2-4220

**VENTE OU LOCATION:** Système de panneaux "FORM-LOK" / Coffrages spéciaux / Barres d'attache / Ancrages • *Écrivez pour documentation*

LE MICROFILM RECORDAK  
DANS LE  
DESSIN INDUSTRIEL



## \*REVOYEZ-LES...

SUR DOSSIER DE MICROFILM RECORDAK AISEMENT ACCESSIBLE

Un classeur de dessins microfilmés, montés sur cartes à fenêtre, ne prend que 2% de la place exigée par les originaux. Avec le système Recordak pour dessin industriel, les dessins ne quittent jamais le classeur. N'importe quel document peut être retrouvé instantanément... peut être reproduit en quelques secondes et à peu de frais, pour consultation immédiate dans le lecteur Recordak. Plus besoin d'attendre les réimpressions coûteuses. Et pour toute sécurité, un double de tous les dessins peut être conservé hors de l'établissement. Vous voudriez-en savoir davantage? Envoyez le bon ci-contre pour recevoir notre dépliant détaillé.

Bureaux de vente et d'entretien—Consultez les PAGES JAUNES de l'annuaire à l'article "MICROFILMS" pour obtenir l'adresse et le numéro de téléphone.

POSTEZ CE COUPON DÈS AUJOURD'HUI L-12-63  
 RECORDAK of Canada Ltd.,  
 4988 Place de la Savane, Montréal, P.Q.  
 Veuillez m'envoyer tous détails sur le  
 système de microfilmage Recordak.  
 Nom \_\_\_\_\_  
 Position \_\_\_\_\_  
 Firme \_\_\_\_\_  
 Adresse \_\_\_\_\_  
 Ville \_\_\_\_\_ Prov. \_\_\_\_\_

**RECORDAK®**  
of Canada Ltd.

(Filiale de la Eastman Kodak Company)

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

POUR LES ROUTES DE L'AVENIR, LE QUÉBEC EMPLOIE

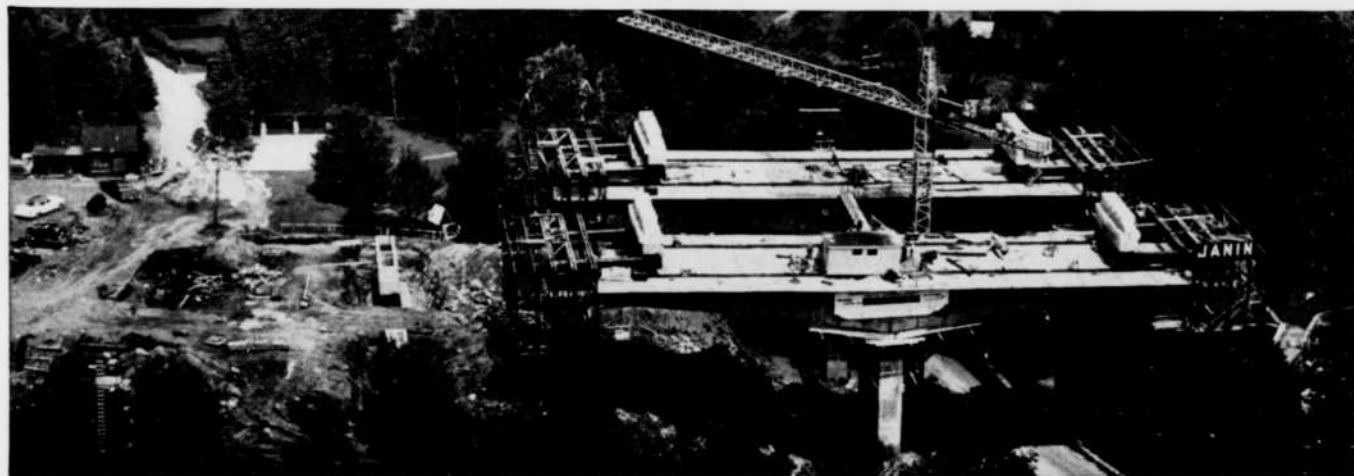
# LE BÉTON

Ce tronçon de la route Trans-Canada, actuellement en construction près de Montréal, s'inscrit dans le vaste programme de construction routière entrepris par la Province de Québec; le revêtement est en béton fait de ciment "Canada". Le béton dure longtemps et exige très peu d'entretien. Pour le contribuable, il représente une épargne substantielle.

Il est officiellement reconnu que les routes de béton résistant, sans grand entretien, à la circulation la plus intense; leur surface de roulement

demeure toujours la même, ce qui augmente la sécurité routière et le plaisir de conduire.

Ce pont à double travée en encorbellement, fait de béton précontraint, est le premier de ce genre en Amérique du Nord. Long de 590 pieds, il traverse, près de Sainte-Adèle, la rivière aux Mulets qu'il domine de 85 pieds. Cet ouvrage important, construit lui aussi avec du ciment "Canada", vient s'insérer dans le prolongement de l'autoroute des Laurentides.



**(En haut)** *Propriétaire:* Ministère de la voirie de la province de Québec. *Ministre:* L'hon. Bernard Pinard. *Sous-ministre:* M. Roger-J. Labrecque. *Ingénieur en chef:* M. Arthur Branchaud. *Entrepreneurs généraux:* Construction Rive-Sud Ltée. *Fournisseurs du béton:* O. Beaudry & Fils.

**(En bas)** *Propriétaire:* Office des autoroutes du Québec. *Président:* M. Guy Poliquin. *Ingénieur en chef:* M. Roger Trudeau. *Entrepreneurs généraux:* Janin Construction Limited. *Plans:* Régis Trudeau, ingénieur-conseil. *Fournisseurs du béton:* Mount Royal Paving & Supplies Limited.

*Assistance technique et documentation sur demande dans tous les bureaux de vente*

## CIMENT CANADA

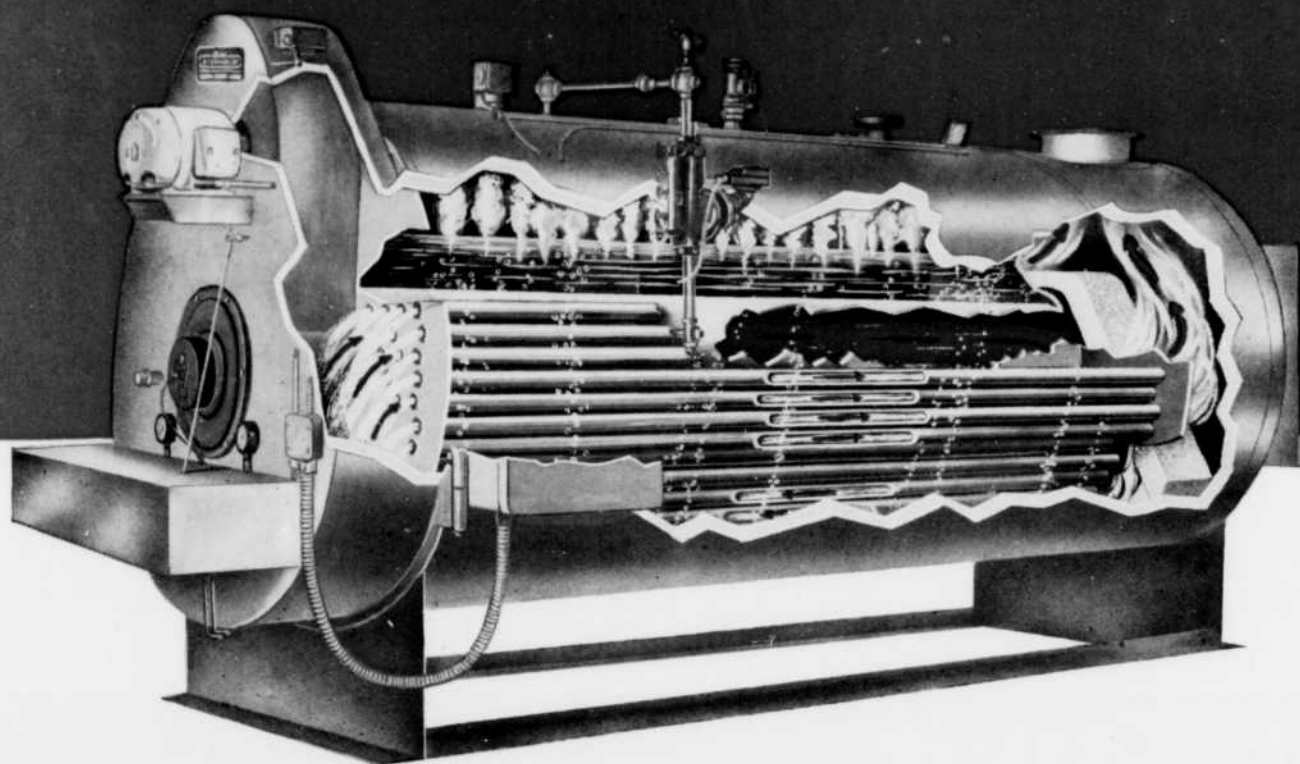
**Canada Cement COMPANY, LIMITED**

IMMEUBLE CANADA CEMENT, PLACE PHILLIPS, MONTRÉAL

*Bureaux de vente:* Moncton, Québec, Montréal, Ottawa, Toronto, Winnipeg, Regina, Saskatoon, Calgary, Edmonton



# LA CHAUDIÈRE AUTOMATIQUE INTÉGRÉE **STEAMBLOC**



**POUR ÉCOLES  
HÔPITAUX  
INSTITUTIONS  
MAISONS DE RAPPORT  
• CENTRES D'ACHATS  
USINES  
INDUSTRIES**

La "STEAMBLOC" est une chaudière complète par elle-même, d'une puissance de 20 à 725 CV et offrant de nombreuses possibilités d'adaptation pour répondre à une grande variété d'applications.

La "STEAMBLOC" est une chaudière ignitube horizontale à trois passes, à tirage forcé, intégrée et entièrement automatique, disponible en versions vapeur ou eau chaude.

La "STEAMBLOC" est livrée équipée de tous ses accessoires entièrement renfermés dans son enveloppe et montée sur une base d'acier épais. L'ensemble est de formes simples et compactes, n'exige ni fondations ni excavations spéciales et s'installe dans un espace minimum.

La "STEAMBLOC" comporte cinq pieds car-

rés de surface de chauffe par cheval de puissance nominale.

La "STEAMBLOC" subit, avant son expédition de l'usine, des épreuves sévères qui lui garantissent une efficacité d'opération supérieure à 80% dans des conditions normales de fonctionnement. La "STEAMBLOC" est équipée d'un brûleur pouvant utiliser toutes les huiles combustibles jusqu'au mazout "C". La combustion efficace et complète n'engendre pas de fumées nuisibles.

Pour vous documenter sur la "STEAMBLOC", téléphonez ou écrivez au plus proche bureau ou agent de B. & W.: vous y trouverez un représentant de B. & W. parfaitement qualifié pour vous renseigner sur les chaudières servant au chauffage ou à l'usinage.

**CHAUDIÈRES POUR  
LE CHAUFFAGE**



**CHAUDIÈRES POUR  
L'INDUSTRIE**

**BABCOCK-WILCOX AND GOLDIE-McCULLOCH LIMITED, GALT, ONTARIO MONTRÉAL • TORONTO • CALGARY • VANCOUVER**



## **MODÈLES RÉGULIERS POUR LA CONSTRUCTION**

chez votre distributeur de produits en acier

ÉCRIVEZ-NOUS POUR DEMANDER NOTRE CATALOGUE DESCRIPTIF SUR LES TREILLIS SOUDÉS

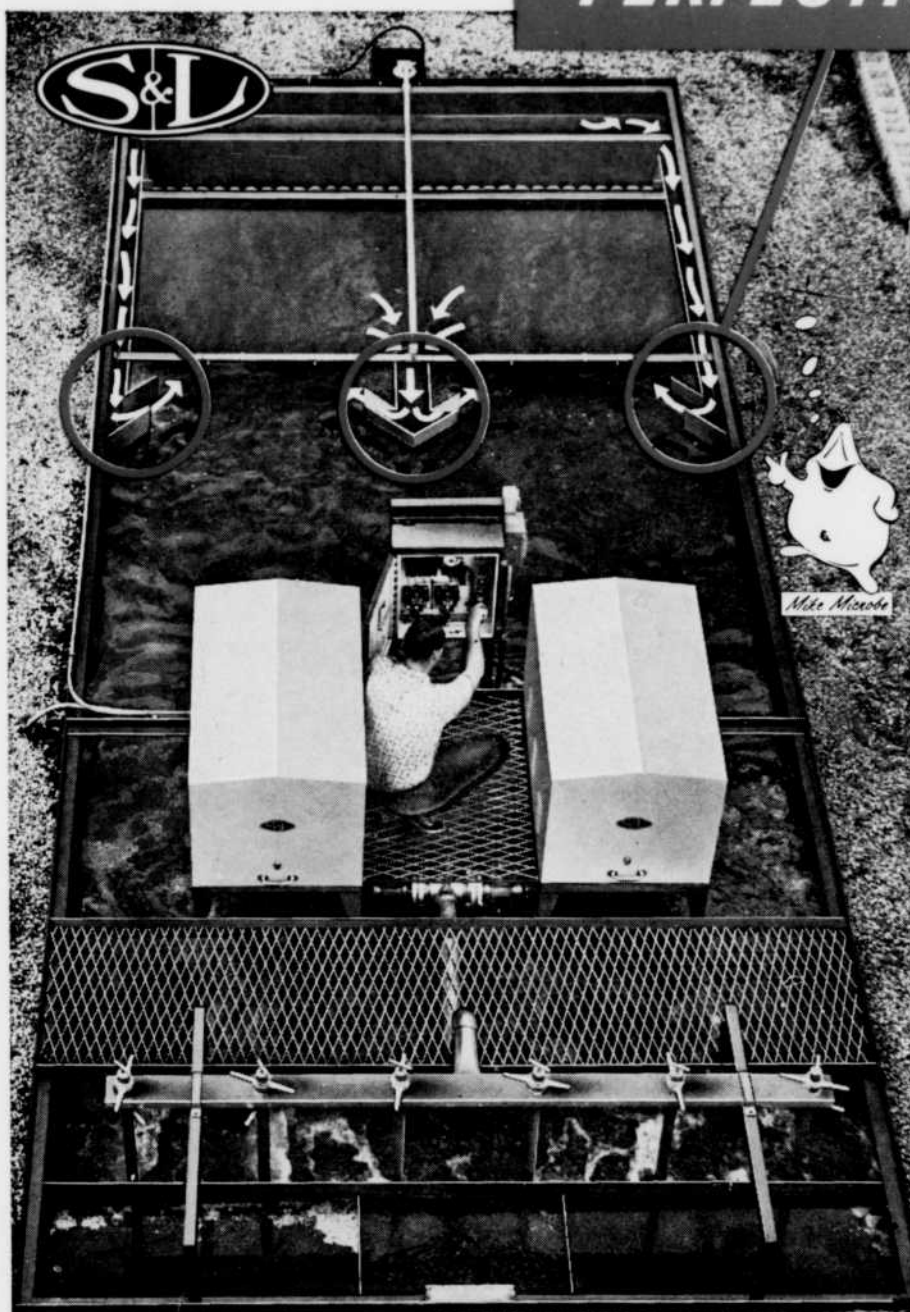
**DOMINION STEEL AND COAL CORPORATION, LIMITED**

MONTRÉAL, (QUÉBEC)

Dispositif d'Écumage  
Automatique\*

UN IMPORTANT

PERFECTIONNEMENT



DANS  
L'ENTRETIEN  
et LE  
FONCTIONNEMENT  
DES PETITES  
INSTALLATIONS  
DE TRAITEMENT  
DES EAUX D'EGOUT


UNE EXCLUSIVITE  
SMITH & LOVELESS ...

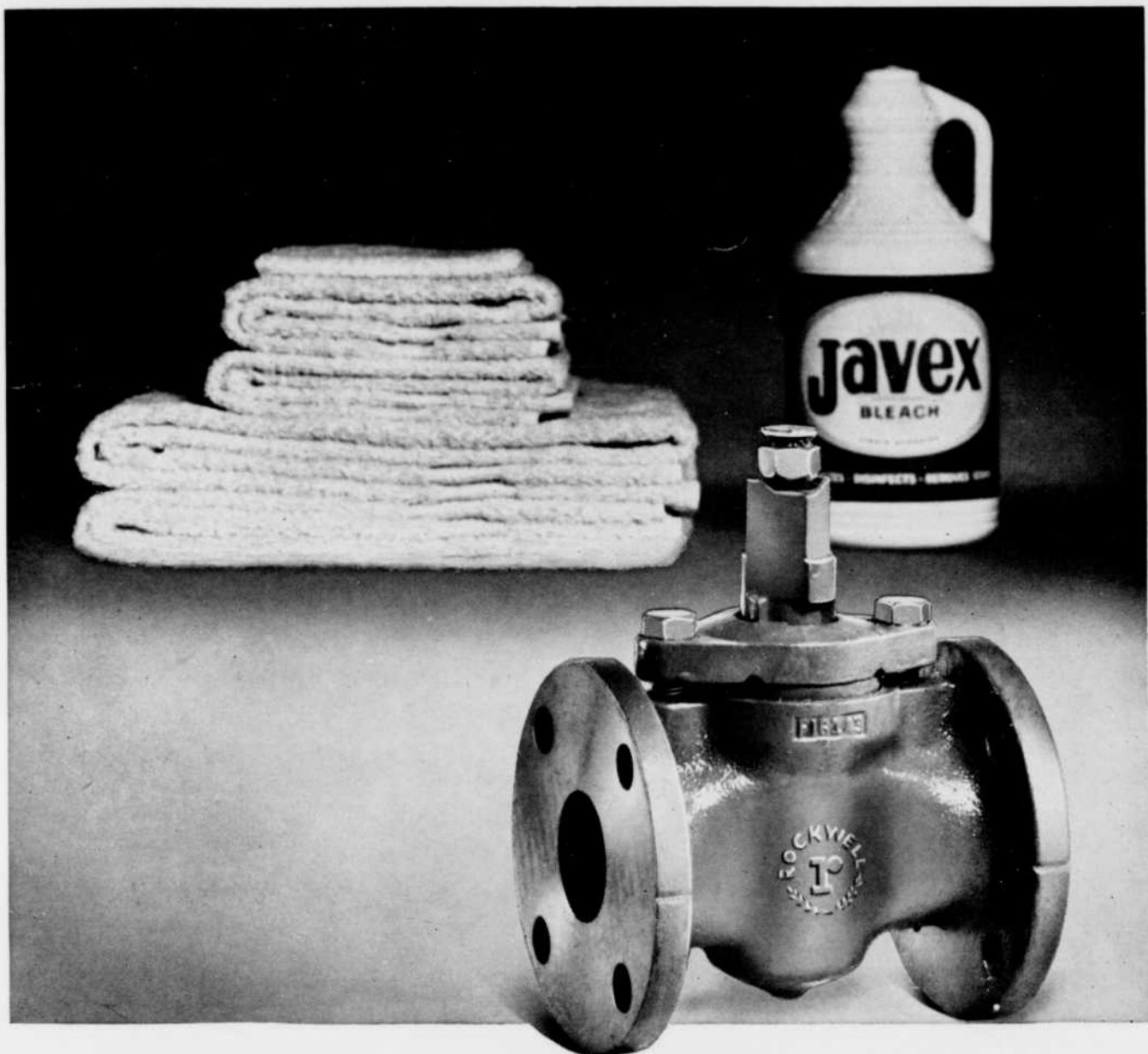
"L'Écumeur Hydraulique"\* est un dispositif d'écumage automatique non-mécanique qui enlève les matières flottantes de la surface des bassins de décantation. Equipant maintenant toutes les installations "Oxigest" construites à l'usine, ce dispositif d'écumage réduit l'entretien... élimine les ennuis de fonctionnement... et, plus important encore, cet "Écumeur Hydraulique Automatique" fait de l'"Oxigest" Smith & Loveless l'installation de traitement d'eaux d'égout la plus efficace, la plus sûre et la plus économique. Le Québec compte plus de 35 installations "Smith & Loveless" qui ont été entièrement construites et vérifiées à l'usine. De plus, "Smith & Loveless" offrent des contrats de services annuels à ceux qui le désire, ces contrats mettent à votre disposition des équipes de spécialistes. Pour tous détails et notre manuel sur les petites installations de traitement "Oxigest" fabriquées à l'usine — ou plus grandes montées sur place, écrivez à:

\*Brevets en cours

Le mouvement des eaux du bassin d'aération cré un siphon qui aspire les eaux de surface du bassin de sédimentation et du compartiment situé à l'arrière du trop-plein.

Les goulottes situées de chaque côté du bassin de sédimentation nettoient la surface du compartiment arrière, tandis que celle du centre nettoie le bassin de décantation. Ces dispositifs enlèvent ainsi automatiquement et continuellement les matières flottantes sur les deux bassins.

*Smith & Loveless* DIVISION  PROCOR LIMITED



*L'eau de Javel concentrée Javex et*

## **LES VANNES PERMATURN**

*A première vue, il semble y avoir peu de chose en commun entre l'eau de Javel concentrée Javex et les vannes Permaturn. Excepté un élément: le soin de fabrication. Javex est fabriqué scientifiquement avec le plus grand soin, afin que ce produit de blanchiment à usage domestique soit d'une uniformité et d'une efficacité constantes. Le même soin préside au choix de l'équipement industriel. En effet, le matériel des usines Javex comprend des vannes Permaturn de Rockwell. Pour des raisons bien connues, les vannes Permaturn fon-*

*tionnent sans interruption pendant des années, avec un entretien réduit: leur obturateur à revêtement spécial ne colle et ne se bloque jamais. Nombre de sociétés réputées font confiance à Permaturn. Vous aussi, vous pouvez compter sur les vannes Permaturn. Adressez-vous à la Division des vannes Permaturn, Rockwell Manufacturing Company of Canada, Ltd., C.P. 978, Montréal (P.Q.). Autres bureaux à Toronto, Winnipeg, Edmonton, Calgary et Vancouver.*

PV 6302-F





Spécifiez  
les produits Standard:  
il n'y a pas  
d'"équivalent"

Commandez le nouveau catalogue  
de Systèmes d'Alarme Contre le Feu DF-200

STANDARD ELECTRIC TIME COMPANY  
OF CANADA LIMITED  
103, rue Gun, Pointe Claire, P.Q.



# COUP D'OEIL

## SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

### Nouveau siège social de Hewitt

Le nouveau siège social de Hewitt Equipment, distributeur de Caterpillar dans la province de Québec, a été conçu pour améliorer le service aux acheteurs tout en conservant l'efficacité industrielle nécessaire pour répondre aux besoins d'une clientèle qui s'accroît rapidement.

Ces bâtiments de 117,000 pieds carrés, tout en acier et béton, profilent leur silhouette basse sur un terrain de 33 acres situé sur la nouvelle route transcanadienne, à Pointe Claire, dans la banlieue de Montréal. C'est là que se trouvera le centre administratif et technique de cette organisation qui couvre toute la province et compte aussi des centres de service à Québec, Sept-Îles et Val d'Or.

Les installations ont été améliorées dans chaque service. De plus, Hewitt a créé ici un immense terrain d'essais et d'entraînement qui aidera les clients à réduire leurs coûts. Ce secteur, qui occupe 14 arpents à l'arrière de l'usine, comprend une piste d'un demi-mille et des postes de travail où les appareils de terrassement de toutes dimensions pourront fonctionner en pleine charge.

Composé de deux spécialistes expérimentés en terrassement qui sont à la disposition des entrepreneurs, le service technique de Hewitt utilisera constamment ce terrain d'essais pour les

démonstrations concernant les nouvelles méthodes d'emploi du matériel Caterpillar et ses accessoires. De plus, les clients pourront, même avant d'acheter, déterminer avec certitude le rendement de la machine en assistant aux essais effectués à l'aide de balances électroniques.

### Nouvelle usine de postes de soudage à l'arc

La création d'une nouvelle compagnie canadienne, pour la fabrication de postes de soudage à l'arc, a été annoncée par Canadian Liquid Air Ltd — Air Liquide Canada Ltée.

Le capital de cette entreprise en participation, qui prendra la dénomination de Miller Welders Canada Ltd., sera réparti entre Liquid Air, fabricant et distributeur de gaz et matériels de soudage, et Miller Electric Manufacturing Company d'Appleton, Wisconsin, un important fabricant de postes de soudage à l'arc depuis 34 ans.

Les nouvelles installations de production seront situées à Montréal, où la gamme complète des postes de soudage à l'arc Miller sera fabriquée.

### Canadian Formwork à Chomedey

La compagnie "Canadian Formwork Ltd and Francis Hughes & Associates" est heureuse d'annoncer sa nouvelle installation au tout début de 1964, Ave-

nue Francis Hughes, dans le Parc Industriel, à Chomedey.

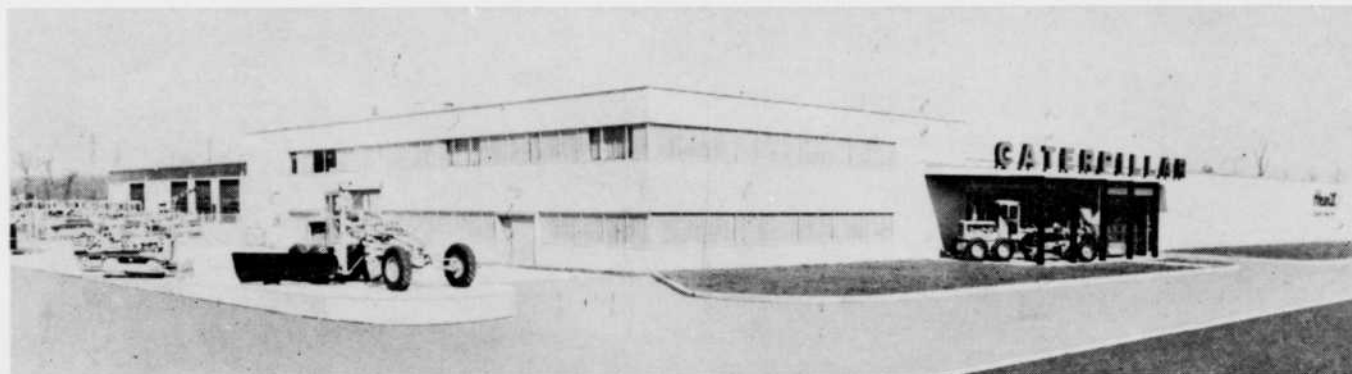
Le nouvel emplacement aura une superficie utilisable de 20,000 pieds carrés et un édifice à deux étages de 45' par 90' est prévu pour les bureaux. Dans la superficie totale de 9 acres, sera comprise une cour asphaltée de 2 acres.

### Union Carbide accroît ses moyens de production

L'Union Carbide Canada Limited annonce l'installation à la division du carbone et des métaux de cette compagnie, à Beauharnois, de nouveaux moyens de production en vue de la préparation d'alliages au silicium de haute qualité. Un deuxième four électrique à sole tournante sera mis en place. La compagnie avait déjà installé en 1960 un four similaire, le premier du genre au Canada.

L'agrandissement du bâtiment principal affecté aux fours, à Beauharnois, mesure 100 pieds par 175, ajoutant 17,500 pieds carrés à la surface disponible pour les fours. La mise en place du four devrait commencer en décembre, l'entrée en service devant avoir lieu en juillet 1964.

Le four servira à la fabrication d'alliages au silicium de haute qualité, et spécialement de métaux au silicium de grande pureté. Le four compte de nombreux perfectionnements techniques qui se prêtent à une fabrication extrêmement efficace, entre autres, l'en-



Le nouveau siège social de Hewitt Equipment à Pointe-Claire.

fournement et l'alimentation mécaniques en matières premières ainsi qu'un système automatique pour le contrôle continu du début des électrodes. Le four aura un rendement de 7,500 tonnes par an et permettra de porter à 12,500 tonnes par an la capacité de production de l'usine en métaux au silicium.

### L'Association québécoise des techniques de l'eau

Cette association tiendra son deuxième congrès annuel à Québec, les 10 et 11 février 1964.

Prévu pour l'automne 1963, le congrès a été remis à l'hiver pour satisfaire au désir des membres qui disposent alors de plus de temps. De plus, on a voulu que le congrès coïncide avec les derniers jours du Carnaval d'hiver de Québec.

Une partie du programme du congrès sera consacrée à l'étude de l'épuration des eaux usées.

Les ingénieurs qui s'intéressent aux problèmes des techniques de l'eau et bon nombre de municipalités de la province devraient être représentés à ces importantes journées d'étude consacrées uniquement à l'étude des problèmes d'approvisionnement en eau et à l'assainissement.

On obtient tous les renseignements supplémentaires en s'adressant au secrétaire trésorier de l'Association québécoise des techniques de l'eau, 6070 ouest, rue Sherbrooke, Montréal 28.

### Pourquoi Chomedey ?

Un intéressant dépliant sur la ville de Chomedey vient d'être lancé par cette progressive municipalité de l'île Jésus, qui est née en 1961 de la fusion de L'Abord-à-Plouffe, Saint-Martin et Renaud.

En termes simples et dans une langue imagée, le dépliant explique l'expansion extraordinaire, l'aspect financier, la vie sociale, intellectuelle et religieuse de Chomedey, exposant ce que cette municipalité peut offrir à celui qui choisira d'y demeurer ou d'y installer son usine ou ses bureaux.

On peut obtenir copie de ce dépliant en s'adressant à la mairie de Chomedey.

### Obturbateur automatique pour radiateur

L'obturbateur automatique pour radiateur Varivane, de Cresswell, est maintenant vendu partout au Canada, après plus d'un an d'essais menés sous diverses conditions de température aussi bien dans le nord du Québec qu'au sud de l'Ontario.

Fabriqué au Canada par Cresswell Pomeroy Ltée, ce nouvel obturbateur pour radiateur est à l'usage de n'importe quel moteur à liquide réfrigérant. C'est le premier du genre au Canada. L'installation peut généralement être effectuée dans moins d'une heure, demandant seulement l'attachement de l'obturbateur au radiateur et de simples

connexions de boyaux dans le système de réfrigération.

L'obturbateur est actionné par un thermostat qui réagit au moindre changement de température du moteur, assurant ainsi une température contrôlée, continue et exacte. Cette méthode est unique en ce qu'aucun système d'air supplémentaire n'est exigé pour le fonctionnement de l'obturbateur, ré-

duisant ainsi considérablement les problèmes d'entretien.

Ce contrôle précis est sans interruption d'air de l'obturbateur, rendu possible par Cresswell, permet un meilleur rendement du moteur et des coûts d'exploitation moins élevés. Pour renseignements supplémentaires, on s'adresse à Cresswell Pomeroy Ltée, rue Léon Hamel, Granby, P.Q.

## Une solution peu coûteuse

### des problèmes d'installation d'aéragé... Les ventilateurs de toit mécaniques de "Canadian Blower"

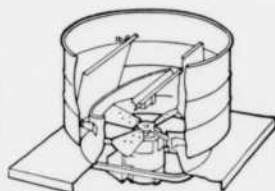
Que l'on ne s'y trompe pas! Les ventilateurs de toit mécaniques "Sky-Vent" de Canadian Blower fournissent de plus grandes masses d'air frais à un coût moindre que n'importe quel système d'aération sur le marché. Grâce à leur fabrication en "bloc" ils peuvent fonctionner aussitôt installés.

Conçus pour expulser l'air vicié (Style V) ou pour amener l'air frais (Style H) ils peuvent aérer des usines entières... ou des sections. Ils n'exigent pas de canalisation... et ne gênent jamais l'éclairage, la manipulation aérienne ou l'agencement de la production.

Leurs plus fortes capacités de déplacement d'air abaissent le nombre d'unités et d'embouchures nécessaires. Les frais d'équipement, d'installation et d'entretien sont maintenus au strict minimum. Les accessoires tels que filtres, serpentins de chauffage à l'épreuve du gel et étouffeurs se logent facilement dans le corps des ventilateurs... à l'écart... au-dessus du niveau du toit.

Leur fabrication robuste comprend des capuchons et des corps de cheminée renforcés de tubes capables de supporter la neige la plus épaisse et les vents de tempête. Leurs capacités varient de 1,000 à 250,000 cfm... le diamètre des roues de 12" à 120". Toutes les unités sont enduites d'une couche anti-corroive.

Obtenez des renseignements complets sur ces ventilateurs aux usages variés et de coût modique du représentant de Canadian Blower le plus près de chez vous. Ou écrivez-nous. Demandez les bulletins SV-100-1 et SV-200.



So-Low Style "V" Sky-Vent  
2,000 à 120,000 cfm  
... roues de 15" à 72"



## CANADIAN BLOWER & FORGE

COMPANY LIMITED

AFFILIÉE À CANADA PUMPS LIMITED • BUREAU-CHEF: KITCHENER, ONTARIO  
BUREAUX DES VENTES AVEC SERVICE D'INGÉNIEUR: Montréal • Toronto • Hamilton • Sarnia  
Ottawa • London • St. John • Winnipeg • Edmonton • Vancouver



Équipement de traitement de l'air "Canadian Buffalo" pour déplacer, chauffer, refroidir, assécher et purifier l'air et autres gaz.



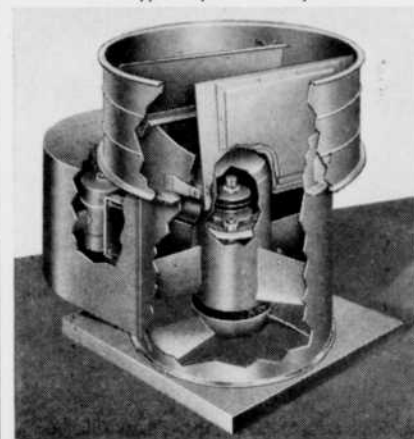
Machines-outils "Canadian Buffalo" pour perforation industrielle et fins d'entretien.



Pompes centrifuges "Canadian Buffalo" pour le traitement de la plupart des liquides et des boues.

Représenté par LÉO LISI LIMITÉE, Chicoutimi, Qué. et SARTO BUIES LIMITÉE, Québec, Qué.

AF Type Style "V" Sky-Vent

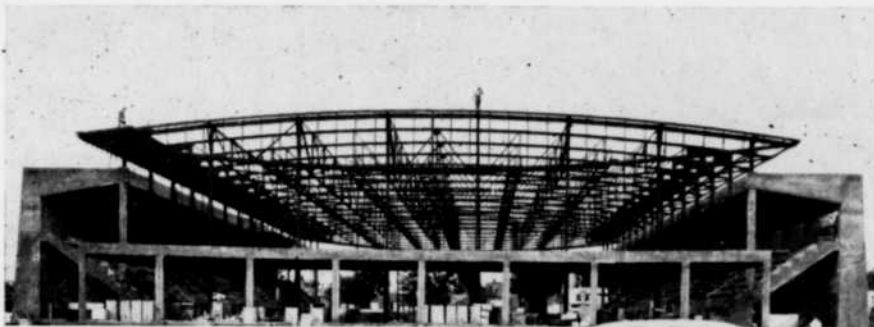


Style "H" Sky-Vent

1,000 à 250,000 cfm

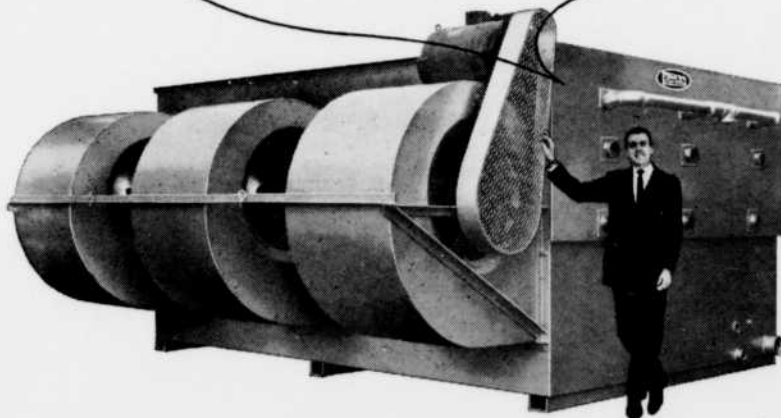
... roues de 12" à 120"





La charpente de l'aréna de Drummondville est composée de 32 cadres en béton armé, dont 28 fournissent un porte-à-faux de 20 pieds chacun servant à supporter 16 fermes métalliques. La portée totale de l'immeuble est de 175 pieds. Aucune colonne n'obstruera la vue des quelque 3,050 spectateurs qui peuvent prendre place assis dans l'immeuble.

"Nous en sommes fiers"



D'abord parce que nous croyons qu'il s'agit du plus gros condenseur évaporatif fabriqué au Canada. Et aussi parce que c'est le modèle ultime de notre nouvelle série de condenseurs industriels produits à Brantford, Ont.

Une longueur de plus de deux milles de tuyau d'acier galvanisé après fabrication et sans ailettes forme le serpentin d'évaporation. Pour application industrielle, la gamme de capacités est de 100 à 250 tonnes et pour application commerciale, de 20 à 75 tonnes inclusivement.

Tous nos condenseurs industriels sont fabriqués d'acier de calibre 8, et les panneaux sont soudés entre eux pour plus de rigidité. Ils sont disponibles avec éventail centrifuge ou à hélice. Comptez sur KeepRite pour fabriquer, ici même au Canada, le condenseur dont vous avez besoin.

**KeepRite** PRODUCTS LIMITED, BRANTFORD, ONTARIO

*Une compagnie 100% canadienne*



## L'aréna de Drummondville

L'aréna de Drummondville, immeuble de forme architecturale très intéressante, sera probablement au service des sportifs de cette ville cet automne.

Terminée à la fin de l'été, la charpente de cet aréna consiste en 32 cadres en béton armé, dont 28 fournissent un porte-à-faux de 20 pieds chacun servant à supporter 16 fermes métalliques. Ces fermes de forme ovale ont une portée de 135 pieds et une hauteur maximum au centre de 12 pieds.

La portée totale est de 175 pieds et aucune colonne n'obstruera la vue des quelque 3,050 spectateurs qui pourront être assis.

L'aréna a 182 par 224 pieds La partie avant où sont logés l'entrée principale, le restaurant et les salles des machines au sous-sol, mesure 120 par 30 pieds.

Lucien Leclair, de Drummondville et de Montréal, est l'ingénieur conseil du projet, et l'architecte, Ferdinand Blais, de Drummondville. L'immeuble a été construit par Benjamin Robidas, de Drummondville.

## Appareils portatifs de photocopie à sec

L'appareil portatif 3M "58" de photocopie à sec est basé sur le procédé du "double spectre" qui utilise deux segments du spectre électromagnétique et combine une exposition du genre photographique et un développement complètement sec. Le "58" donne des copies blanches, sèches et prêtes à employer, sans que l'on ait besoin de liquides, de poudres ou de produits chimiques.

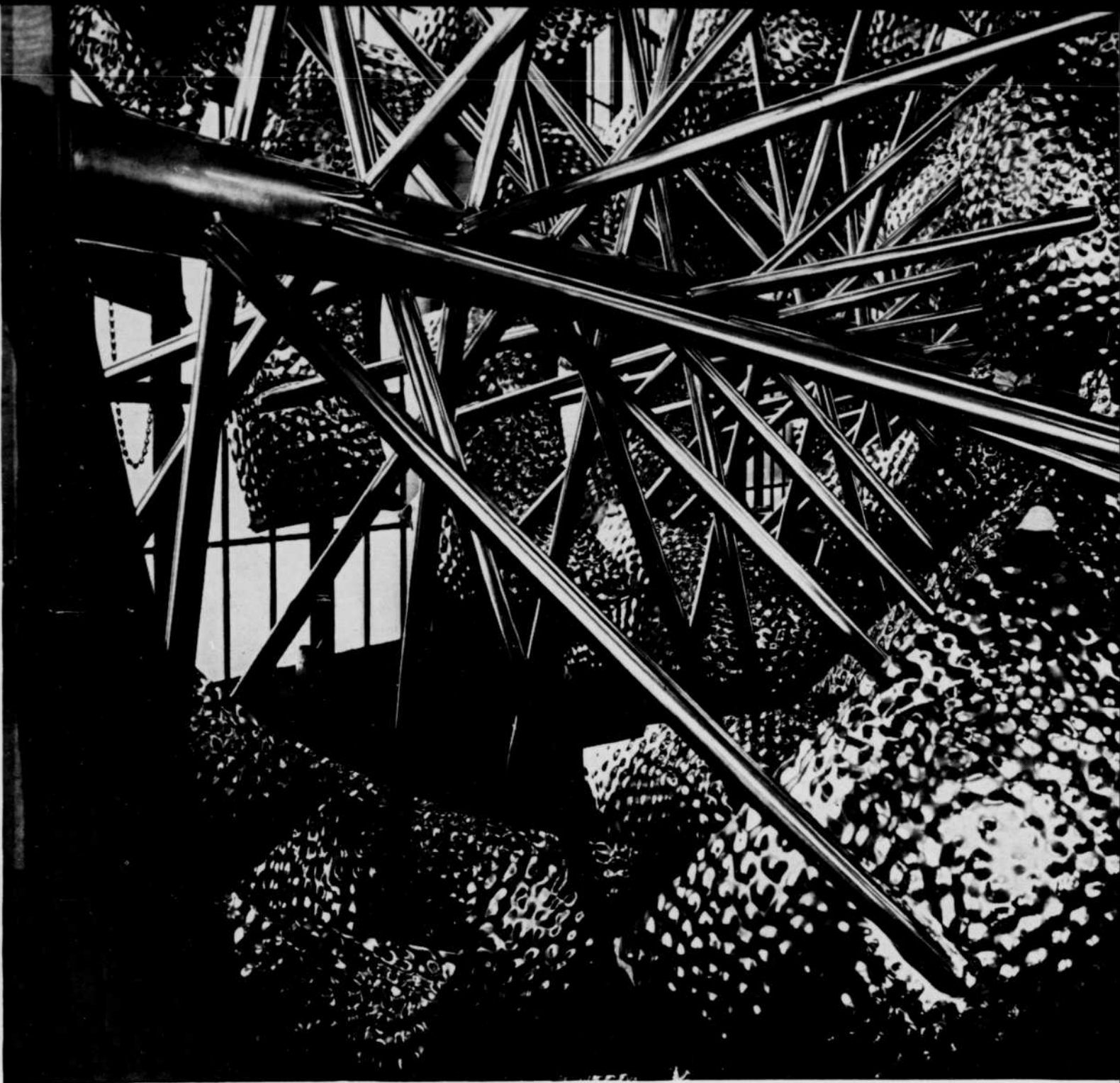
Cette machine est complètement portative et peut être employée partout où il y a de l'électricité. Elle mesure seulement 15" par 15½" par 6½" et pèse 22 livres.

## Citernes à l'épreuve des fuites

Une compagnie canadienne d'essais et d'inspection a fait oeuvre de pionnier en mettant au point des méthodes de contrôle de la qualité pour rendre les camions-citernes en aluminium entièrement à l'abri des fuites.

Bien que l'on considère l'aluminium comme un métal facile à souder, une méthode de soudage précise et un contrôle minutieux de la qualité sont essentiels.

Afin d'éliminer tout problème causé par les fuites, Imperial Oil Ltd. s'est assuré les services de la division des essais non destructeurs de la Warnock Hersey Company Ltd. Warnock Hersey a mis au point un programme de contrôle de la qualité qui inclut, au cours de la fabrication et de l'assemblage, l'inspection des soudures, la mise en place et l'alignement des cloisons, ainsi que l'inspection du train de roulement et de tout l'équipement auxiliaire.



Gros plan de la fontaine en forme d'arbre, fabriquée aux ateliers de Canadair

## Tube inoxydable diminué de 4.5" à 3.5" sur 23', sans refoulage

Comment diminuerez-vous un tube inoxydable de 23', de 1/2" d'épaisseur, pour qu'il ait 4.5" de diamètre extérieur à la base et 3.5" au sommet . . . quand les frais de filage à la presse en une seule pièce sont prohibitifs? Canadair Limited a trouvé une solution ingénieuse pour le "tronc" de cette fontaine en forme d'arbre, conçue par l'architecte Norman Slater (avec la collaboration de M. Felix Kraus, ingénieur en constructions métalliques) pour le Jardin des Provinces d'Ottawa.



Prenant un tube de 4", en acier inoxydable No 80, on a découpé dans sa paroi un ruban trapézoïdal, puis refermé de proche en proche la saignée

sur une presse à plier de 18 pieds. Les deux bords ont été ensuite soudés en continu, le cordon meulé et poli sur toute sa longueur. On a obtenu ainsi un magnifique tube tronconique en acier inoxydable.

La fabrication des "feuilles" posait un deuxième problème, car l'emboutissage en une passe, en plus de créer des contraintes inadmissibles dans la tôle d'acier inoxydable type 304, de 0.094" d'épaisseur, aurait froissé ses bords. Solution: une passe d'étirage sur presse hydraulique de 150 tonnes, puis bosselage sur presse à emboutir de 1,000 tonnes. Atlas Steels Company, une division de Rio Algom Mines Limited, Welland (Ont.) & Tracy (Qué.)

**ATLAS  
STEELS**

Fabricants d'acier inoxydable, d'acier à outils et d'alliages d'acier

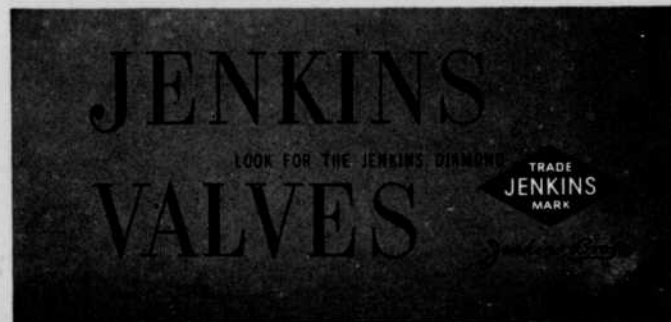


FIG. 40 Taraudée

## DURABLE

La vanne à étrier JENKINS mérite un examen attentif de la part de ceux qui savent apprécier la qualité. *Elle est robuste.* Et comme elle est conçue pour résister aux déformations et distorsions, vous constaterez qu'elle se démonte plus facilement pour l'examen et l'entretien. *Elle est durable.* La maison JENKINS s'attache à la qualité: sa production est étudiée et réalisée en vue d'une plus longue durée et d'un entretien économique. La vanne entièrement en fonte illustrée ici est recommandée pour les acides faibles, les alcalis, les produits caustiques, les saumures et autres liquides attaquant les métaux non ferreux. JENKINS fabrique des vannes à étrier pour tous vos besoins—tout fonte, tige bronze, vis intérieure ou extérieure. Avez-vous consulté le catalogue JENKINS récemment? Il est expédié gratuitement sur demande. Écrire à Jenkins Bros. Limited, Lachine, Qué.

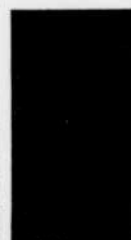
EN VENTE PARTOUT CHEZ LES PRINCIPAUX DISTRIBUTEURS



Une tâche intéressante et rémunératrice,  
 en plus d'un plan de pension généreux,  
 attendent l'ingénieur diplômé et spécialisé  
 en travaux publics et bâtiments, en mécanique,  
 en électricité, en chimie-métallurgie, ou autres  
 sujets, dans l'Armée canadienne. L'Armée  
 marche de pair avec les inventions modernes  
 et se prépare pour l'avenir . . . La défense du  
 Canada exige un système complexe de radar,  
 des projectiles téléguidés, des hélicoptères et  
 des cargos aériens. Les essais, l'entretien et le  
 fonctionnement de ce nouveau matériel  
 exigent toutes les ressources de l'ingénieur moderne.



**UNE  
 CARRIÈRE  
 DANS  
 LE GÉNIE**  
*avec  
 l'Armée  
 canadienne*

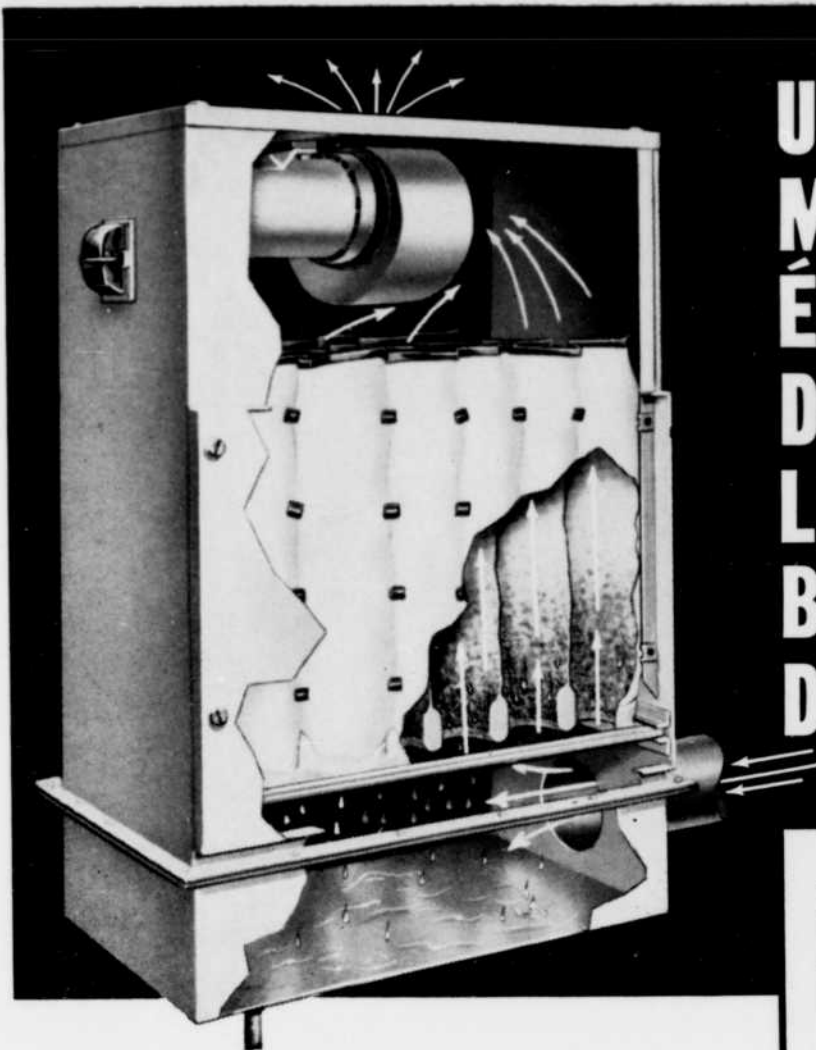


*Pour de plus amples renseignements,  
 écrivez sans tarder afin d'obtenir la plaquette  
 "Les carrières que l'Armée offre aux ingénieurs"*

au: QUARTIER GÉNÉRAL DE LA RÉGION MILITAIRE DU QUÉBEC  
 3530, avenue Atwater, MONTRÉAL (Québec)

E 60-22F

LIN-1



# UN NOUVEAU MOYEN ÉCONOMIQUE D'ARRÊTER LES BROUILLARDS D'HUILE

**Le collecteur AAF est aussi efficace  
que les dispositifs électrostatiques  
de précipitation et moitié moins coûteux**



Voici une nouvelle méthode permettant d'éliminer de l'air ambiant les particules d'huile, fumées et gaz provoqués par les travaux d'usinage avec arrosage à l'huile. Le nouveau collecteur AAF de brouillards d'huile, à grande efficacité, possède une cartouche qui ne sert qu'une fois, unique en son genre. Il présente un ensemble incomparable d'avantages:

Son efficacité supérieure d'épuration permet de remettre en circulation dans les locaux un air parfaitement épuré.

Son coût est moitié moindre que celui d'un dispositif électrostatique par précipitation de puissance analogue.

Sa cartouche à fort rendement ne sert qu'une fois et est facile à changer. Il suffit de retirer la cartouche usagée et de

glisser la nouvelle en place. Le pouvoir d'épuration de la cartouche se maintient pendant toute la durée utile.

Un indicateur incorporé signale automatiquement le moment où il est nécessaire de changer la cartouche filtrante.

Le faible encombrement de l'appareil simplifie son installation. On peut le placer à proximité de la machine-outil, ou même dans la hotte. Modèles de 500, 750 et 1,000 pi. cu./mn de débit.

Câblage léger, jonction électrique peu coûteuse. Peut se brancher directement à la machine-outil.

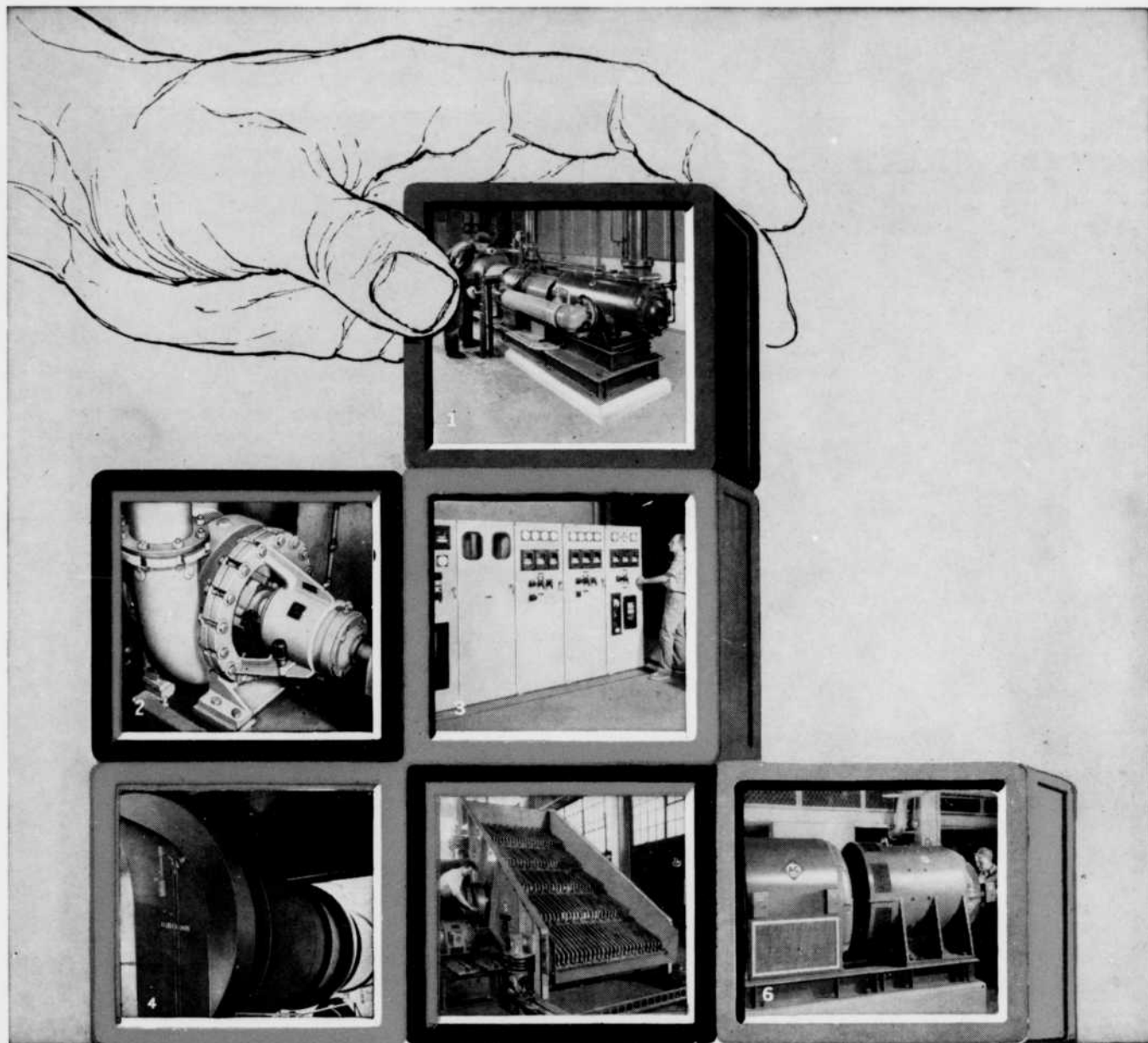
Pour tous renseignements, appelez le représentant local AAF ou écrivez à: American Air Filter (Canada) Ltd., 400, boul. Stinson, Montréal 9.



**American Air Filter**  
OF Canada LTD.

400 boul. Stinson, Montréal 9.

6303F



1. Compresseurs 2. Pompes 3. Appareils de manoeuvre électrique  
4. Fours rotatifs 5. Tamis vibrateurs 6. Groupes électrogènes

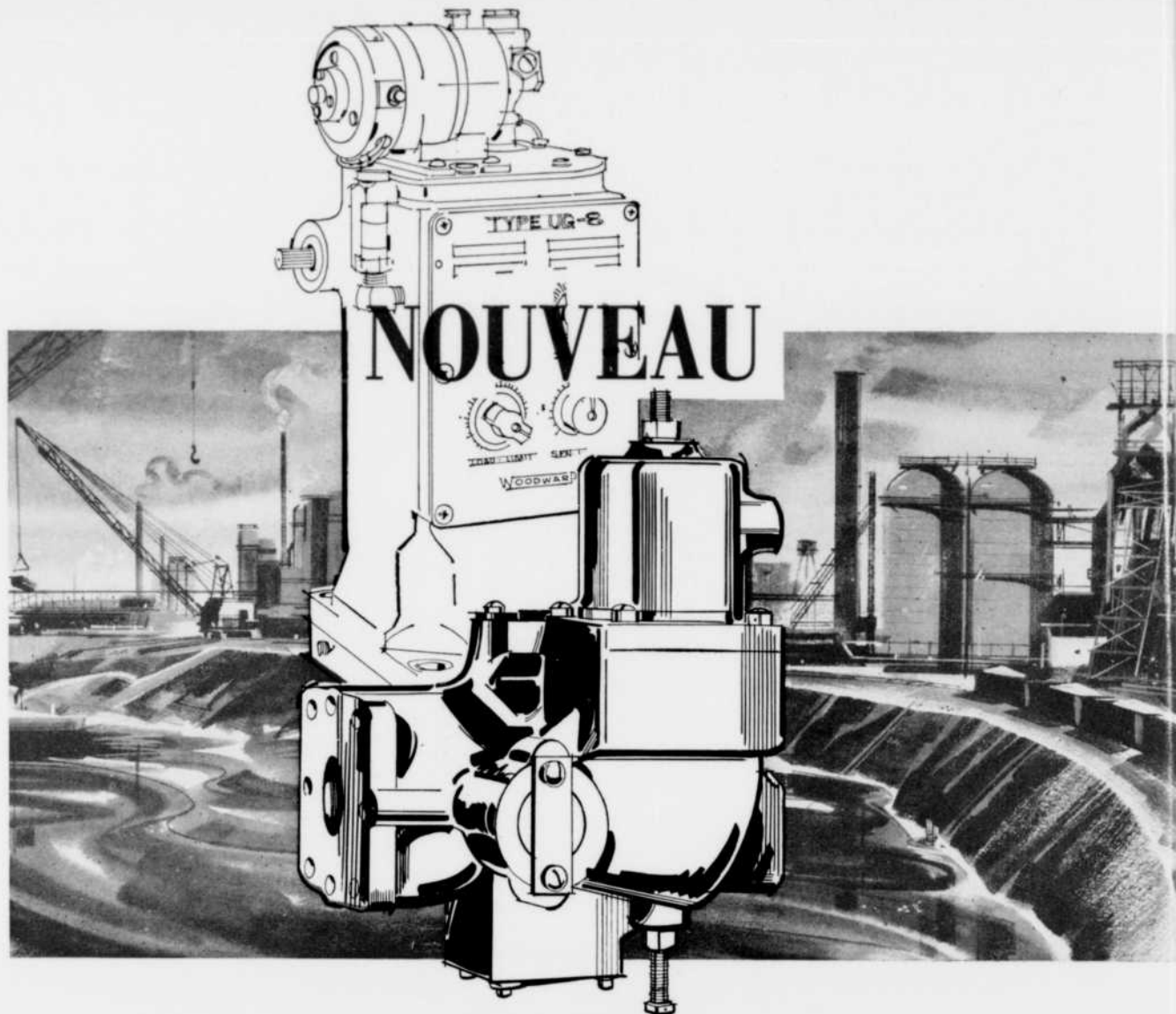
## Conception et réalisation supérieures

grâce à un équipement homogène fabriqué par une seule maison

Canadian Allis-Chalmers est la maison qui offre le choix le plus complet d'équipement électrique, d'équipement de transport d'énergie et d'équipement de transformation au Canada. Si vous désirez moderniser vos installations ou en monter de nouvelles, vous bénéficierez de nombreux avantages et vous réaliserez des économies appréciables en assurant à votre

propre équipe de spécialistes le concours de celle d'Allis-Chalmers pour l'organisation de la production. Pour obtenir de plus amples renseignements, adressez-vous au bureau de vente Allis-Chalmers le plus proche ou écrivez à **Canadian Allis-Chalmers, C.P. 37, Montréal (P.Q.)**

60-C-2-F



## NOUVEAU

### régulateur de coût modique du combustible des turbines à gaz

Les opérateurs et les fabricants de turbines à gaz se réjouissent du réglage précis et de coût modique fourni aux moteurs de turbines par la nouvelle vanne Modèle 1907 de Woodward composée d'une vanne de combustible et d'un régulateur Diesel. • Cette vanne peut servir pour les gaz, les liquides ou les combustibles mixtes. Sa compacité provient de la simplicité de son système de mesurage et de l'emploi d'un arbre d'entrée rotatif unique qui réduit la friction au minimum et élimine par le fait même le besoin de boîtes à étoupe ou de tampons compliqués. Un limiteur de combustible fixe le débit maximum d'accélération à passer par la vanne conformément à la pression de décharge du compresseur de la turbine. • La gamme complète de régulateurs Diesel de Woodward va des simples régulateurs proportionnels aux modèles les plus compliqués qui perçoivent la charge, la vitesse et la fréquence et rendent le degré de contrôle nécessaire pour répondre aux exigences de n'importe quelles prescriptions de contrôle. • Pour obtenir un contrôle fiable et de coût modique des turbines à gaz, spécifiez la vanne Modèle 1907 de Woodward composée d'une vanne de combustible et d'un régulateur Diesel. Pour de plus amples renseignements, veuillez écrire dès maintenant.

**WOODWARD GOVERNOR COMPANY**  
ROCKFORD, ILLINOIS

Fort Collins, Colorado • Slough, Angleterre  
Schiphol, Pays-Bas • Tokyo, Japon



*Le plus ancien  
et le plus important  
manufacturier spécialisé  
dans les mécanismes de  
commande de moteur  
primaire.*

# LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE FRANÇAIS

par

M. HENRI NOËL

Délégué général des Constructeurs Français de  
Matériel d'Équipement Électrique

L'un des domaines de comparaison avec les autres pays, que les Français peuvent aborder avec satisfaction, est certainement celui de la production et de la distribution de l'énergie électrique.

Aboutissement d'une longue suite d'efforts dans lequel se cumulent les résultats successifs d'initiatives privées et d'oeuvres nationales, l'actuel équipement de production et de distribution français témoigne tout à la fois d'une harmonieuse conception d'ensemble et d'une remarquable diversité d'adaptation.

Réaliser de manière continue les matériels électriques de l'équipement énergétique français implique que soit ponctuellement résolu un certain nombre de problèmes d'ordres qualitatif et quantitatif. Ces problèmes sont particulièrement aigus en ce qui concerne le gros matériel électrique; le mérite des constructeurs français est de les avoir résolus, non pas au prix d'exploits sporadiques qui n'auraient pas tardé à se révéler insuffisants, mais grâce à une politique continue de productivité et d'expansion.

Qualitativement, le gros matériel électrique procède indiscutablement d'une technique complexe, mais la plus grande difficulté pour les constructeurs n'est pas dans cette complexité; elle est dans la rapidité d'évolution qui remet en cause, en très peu de temps, les résultats les plus laborieusement acquis.

Tout d'abord, cette évolution rapide implique, en amont de la construction électrique proprement dite, d'importantes adaptations dans les caractéristiques des matériaux ou des produits semi-finis entrant dans la fabrication des équipements énergétiques.

L'évolution des puissances unitaires des groupes thermiques, par exemple, a très vite exigé de difficiles fabrications de la part des fournisseurs d'arbres forgés. Et le nouvel échelon de puissance atteint — ordre de grandeur 600 MW — a posé aux sidérurgistes des aubages de turbines. Cet échelon de puissance en une seule ligne d'arbre n'est encore réalisé, du reste, dans aucun pays.

Dans la construction des transformateurs également, le pas le plus important franchi depuis la guerre a été réalisé grâce à l'emploi de la tôle magnétique à cristaux orientés qui a permis de réduire le dimensionnement des appareils et d'en diminuer simultanément les pertes.

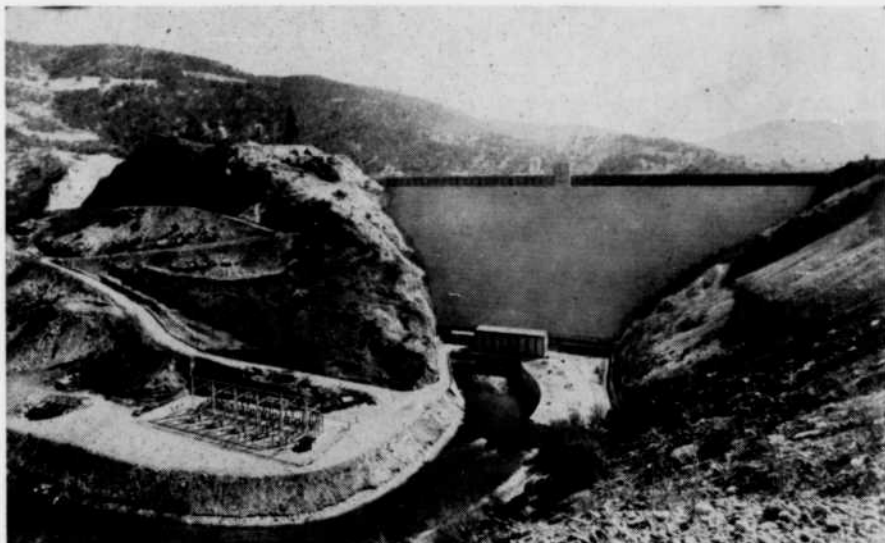
Attentive aussi bien à l'élaboration des produits qu'elle consomme qu'aux perfectionnements de sa propre technique, l'industrie française des Matériels d'Équipement Électrique a toujours maintenu dans son évolution technique la classe internationale qui lui a permis de se ranger, au cours de ces dernières années, parmi les industries exportatrices les plus importantes.

C'est le rythme de productivité qu'elle a atteint qui constitue sa meilleure chance pour l'avenir.

La productivité n'est point seulement affaire d'exécution. La conception des matériels en est évidemment une des toutes premières conditions. Il est peu de domaines dans lesquels ne se manifeste la complète originalité de la conception française: machines tournantes de toutes applications, groupes immergés de puissance, transformateurs de puissance et redresseurs, appareillage de protection et de contrôle, équipements électriques de grande traction... portent témoignage d'inventions françaises.

Le souci de la productivité est évidemment inséparable de ce climat de recherche et d'évolution, car les solutions les plus séduisantes de la technique resteraient, au moins sur le plan industriel, inexploitable si les règles de l'économie étaient contre elles.

L'effort de productivité commence donc dans la recherche technique, il doit se poursuivre dans les techniques d'application, dans l'exécution, et jusque dans l'installation des matériels. Et le fruit de cet effort doit évidemment se retrouver dans le niveau des prix des objets manufacturés, car c'est bien l'abaissement des prix de vente qui, en fin de compte, intéresse l'utilisateur final. Or, les prix de vente ont été les grands bénéficiaires de la productivité,



**Fig. 1 — Les Constructeurs Français de Matériel d'Équipement Électrique ont réalisé, ces dernières années, dans le monde plus de soixante centrales hydrauliques et thermiques. Ici, on a une vue générale de la centrale de Kemer, en Turquie.**

comme en témoigne leur évolution.

L'exacte interprétation de cette évolution soulève quelques problèmes délicats : pour comparer des choses comparables, il faut traduire les prix en francs d'un même pouvoir d'achat, ce qui est possible en utilisant des indices de correction établis sur des bases très sûres; il faudrait aussi retrouver, à des époques différentes, des appareils identiques.

Cette deuxième condition est particulièrement difficile à remplir, car dans l'évolution incessante de la technique, aucun matériel ne reste pratiquement identique à lui-même. Toutefois, dans de nombreux cas, la fonction imposée, c'est-à-dire le "service rendu", répond aux mêmes définitions préalables. Les modifications apportées aux matériels ont alors pour conséquence habituelle d'ajouter des avantages connexes au "service rendu". Par exemple, un appareil nouveau répondant aux mêmes définitions de puissance, de vitesse, de rendement qu'un appareil antérieur pourra présenter de meilleures conditions d'exploitation et d'entretien, une sécurité de marche plus grande, une

durée de vie plus longue. Dans la plupart des cas, de tels avantages ne sont pas "valorisés", c'est-à-dire qu'ils ne s'accompagnent pas d'une augmentation de prix; le client bénéficie donc d'un rabais non apparent. Il est vrai que, fréquemment, l'évolution technique s'accompagne d'une réduction de volume et de poids susceptible d'engendrer une économie de matières. Mais ce résultat fait bien partie des incidences de la productivité, et de la productivité la plus fructueuse, celle de la conception. Au surplus, l'économie de matières est souvent contrariée par le fait que les réductions de volume et de poids s'appuient sur l'emploi de matières plus nobles ou plus ouvrées, donc plus coûteuses.

Considérons donc les prix successifs de quelques matériels répondant à des époques assez éloignées les unes des autres, à la même définition du service rendu.

En dix ans, de 1952 à 1961, le prix des alternateurs de 125 MW est passé de 100 à 86.1 — après quelques oscillations qui l'ont situé successivement au-dessus et au-dessous de ce dernier chiffre.

Dans le même laps de temps les groupes transformateurs de

100 MVA qui étaient constitués par la juxtaposition d'appareils monophasés ont fait place à des appareils triphasés dont les prix se situent maintenant au coefficient de 45.7 par rapport au chiffre de 100 en 1952. Dans cette évolution spectaculaire, le prix de l'appareil triphasé est lui-même passé de 50.6 à 45.7.

Les transformateurs de moyenne puissance ont également fait l'objet, au cours des dix dernières années, de profondes modifications qui ont permis d'abaisser le niveau de prix de 100 à 40. Dans cette évolution, les appareils modifiés ont commencé leur carrière au prix de 56 avant d'atteindre le niveau actuel de 40.

Enfin, les disjoncteurs de 220 kV sont maintenant, pour un même service rendu, vendus à un prix inférieur à la moitié du prix auquel ils étaient vendus il y a 10 ans.

Peu d'industries, sans doute, pourraient faire état de semblables compressions de prix.

Ainsi, l'Industrie des Matériels d'Équipement Électrique réalise la difficile et indispensable association du dynamisme et de l'expérience et les résultats de sa productivité sont bien utilisés à l'amélioration de ses conditions de vente.

C'est avec les grands services publics nationaux et aussi avec les acheteurs étrangers que cette industrie se trouve le plus souvent associée dans l'effort quotidien que lui impose une technique toujours jeune tant elle se renouvelle. L'esprit de coopération, les liens qui en résultent sont des facteurs communs de progrès.

\* \* \*

Il a paru intéressant de retracer les étapes de l'évolution technique rapide observée en France dans la construction des matériels destinés à la production, au transport et à la distribution de

l'énergie électrique. Les directeurs techniques d'un certain nombre de grandes sociétés françaises ont réalisé les études qui suivent.

### Les groupes hydro-électriques

#### Centrales de moyennes chutes

Parmi les chutes moyennes (de 30 à 150 m environ) dont le Massif Central et les Alpes en France fournissent de nombreux exemples, il faut faire une mention spéciale de l'équipement de la Durance qui, après la très importante centrale de Serre-Ponçon comportera encore une dizaine d'autres usines dont certaines sont déjà en chantier : Oraison avec 3 groupes de 55 MVA à 200 t/mn, Saint-Estève avec 3 groupes de 50 MVA à 187 t/mn, Saint-Chamas avec 3 groupes de 55 MVA à 200 t/mn.

C'est cependant la centrale de Serre-Ponçon qui, avec ses 4 groupes de 90 MVA et sa disposition en caverne — sans parler du colossal barrage en terre compactée et de l'importance du volume de la retenue — a donné lieu à l'une des plus belles réalisations.

Une autre centrale, celle de Monteynard sur le Drac est également en cours de construction et sera équipée de 4 groupes de caractéristiques très voisines, dont les alternateurs sont d'ailleurs électriquement identiques.

Les turbines Francis de ces centrales, qui peuvent absorber un débit de 75 m<sup>3</sup>/s sous des chutes variables entre 100 et 125 m, ont une bache dont le diamètre d'entrée est de l'ordre de 4 m, diamètre qui est d'ailleurs celui de la vanne papillon placée en tête de la turbine.

Ces baches sont composées d'un assez grand nombre de tronçons préfabriqués en tôle d'acier qui ont été soudés les uns aux autres et à l'anneau de l'avant-distributeur, à leur emplacement définitif de la centrale.

Ces groupes, de même que ceux des centrales citées plus haut, ont tous une disposition ramassée dans le sens de la hauteur, l'alternateur étant placé aussi près de la turbine que le permet la visite des organes placés entre eux.

Contrairement à la disposition que l'on trouve dans beaucoup de groupes anciens où la butée était placée sur le croisillon supérieur de l'alternateur, il a été jugé préférable de placer cette butée immédiatement au-dessus de la turbine sur un support de forme tronconique qui reporte la charge des parties tournantes et de la poussée hydraulique sur l'anneau distributeur, ou même comme c'est le cas de Monteynard, sur l'avant-distributeur. Cette disposition permet de transmettre la charge totale du pivot beaucoup plus directement aux fondations sans faire intervenir l'élasticité des superstructures de l'alternateur. Elle avait déjà été adoptée sur des groupes de construction plus ancienne, parmi lesquels ceux de Couesque et de Chastang.

Par ailleurs le rapprochement de l'alternateur de la turbine a permis, pour tous ces groupes, d'utiliser seulement deux paliers de guidage, l'un placé immédiatement au-dessus de la roue et l'autre sur le croisillon supérieur de l'alternateur.

Du point de vue électrique l'évolution du dimensionnement des alternateurs est bien mise en lumière par la comparaison, pour diverses machines, de la valeur de l'expression :  $\frac{\text{puissance}}{\text{vitesse} \times D^2}$

D étant le diamètre d'alésage du stator et L la longueur de fer.

Cette valeur s'est accrue de 30% en passant des alternateurs de Genissiat (1948) à ceux de Chastang (1951) et à nouveau de plus de 35% en passant de Chastang à Serre Ponçon (1960).

Le domaine des moyennes chutes est celui où l'on rencontre les puissances unitaires les plus importantes, notamment lorsqu'on envisage l'équipement des grands fleuves africains ou américains.

Des unités de l'ordre de 200 MVA à des vitesses comprises entre 100 et 200 t/mn sont tout-à-fait réalisables par les Constructeurs Français. Telles celles en cours de fabrication pour l'équipement de la centrale d'Infiernillo au Mexique (4 x 188.600 kVA)

#### Centrales de basses chutes

Les plus importants de ces groupes en France sont ceux qui équipent le Rhin et le Rhône. Ils sont en général équipés à l'aide de turbines Kaplan verticales.

Ils se caractérisent par les très grandes dimensions de la bache de la turbine qui est en général exécutée en béton, et par les grands diamètres qu'atteignent les alternateurs en raison du PD2 élevé requis pour la régulation de la turbine.

Ils imposent au constructeur électricien l'obligation de calculer les parties tournantes en tenant compte des efforts qui peuvent se développer pour une vitesse d'emballlement de l'ordre de trois fois la vitesse normale bien que les conditions qui conduiraient à cette vitesse ne soient pratiquement jamais réunies.

Les puissances des groupes les plus récemment installés sur le Rhin et sur le Rhône sont comprises entre 35 et 50 MVA, les vitesses s'échelonnant suivant les hauteurs de chute entre 107 et 75 t/mn.

À titre d'exemple, la récente centrale de Marckolsheim comporte 4 groupes de 42 MVA à 75 t/mn. Les roues des turbines à 4 pales orientables avec servomoteur logé dans le noyau de la roue, ont un diamètre de 7 m 35 et un poids de 135 tonnes. Les

rotors des alternateurs ont un diamètre d'un peu plus de 10 m et un poids de 285 tonnes; le stator a un diamètre extérieur voisin de 12 m et le poids total de l'alternateur est de près de 500 tonnes.

Sur le Rhône, à la centrale Henri-Poincaré (chute de Montélimar) les roues des turbines pèsent plus de 145 tonnes et les rotors des alternateurs (50 MVA à 93 t/mn) dépassent 320 tonnes. Les parties tournantes de chaque groupe sont supportées par une pivoterie qui, du fait de la poussée hydraulique, est capable d'une charge de 1200 tonnes.

\* \* \*

Lorsque la hauteur de chute est de l'ordre de 10 m ou a fortiori plus basse, de tels groupes Kaplan classiques à axe vertical imposent des ouvrages de génie civil très coûteux en raison de l'agencement compliqué des conduits hydrauliques du groupe.

Aussi depuis quelques années les constructeurs ont-ils recherché une disposition plus rationnelle. Cette recherche a été activée par les projets de stations marémotrices et a donné lieu à la réalisation de trois prototypes en rivière qui fonctionnent parfaitement depuis plusieurs années. Ces trois premiers groupes tournent à 150 t/mn et ont des puissances qui s'échelonnent de 5,000 à 14,000 kW.

Un quatrième groupe, qui est vraiment le prototype des groupes marémoteurs, est celui qui est en service depuis plus de trois ans dans une écluse désaffectée du Port Saint-Malo, ce groupe a été prévu pour une puissance maximum de 9000 kW à une vitesse de 88 t/mn.

Certaines centrales en cours de réalisation sur les deux grands fleuves européens le Rhin et le Rhône sont équipées de groupes du même genre bénéficiant dans

leur conception des enseignements recueillis.

Ces groupes possèdent une roue Kaplan mais ils sont disposés à axe horizontal ce qui conduit à placer l'alternateur au sein du courant d'eau, à l'intérieur bien entendu d'une enveloppe étanche. Ils ont été dénommés "groupes bulbes".

La disposition axiale avec axe de rotation horizontal est beaucoup plus favorable à l'obtention de rendement élevé avec des limites de cavitation acceptables. On peut en effet obtenir un angle d'injection de l'eau dans la roue beaucoup plus faible que dans les groupes verticaux comportant une bêche en colimaçon.

Le rendement du diffuseur rectiligne est de toute évidence meilleur que celui du diffuseur coudé obligatoire dans les groupes traditionnels.

Enfin, on dispose d'un plus grand degré de liberté dans la forme et les dimensions des directrices, ce qui permet de reculer les limites de cavitation. Il s'ensuit que la profondeur d'excavation est moins importante avec cette disposition qu'avec la disposition verticale.

En ce qui concerne le cas particulier des turbines marémotrices qui doivent pouvoir fonctionner soit en turbine soit en pompe dans les deux sens de l'écoulement de l'eau, il est évident également que la disposition à axe horizontal est beaucoup plus rationnelle.

À la suite de patientes recherches et de nombreux essais il a été possible de donner aux pales un profil spécial qui permet d'assurer les quatre fonctionnements dont nous venons de parler avec un débattement angulaire de l'ordre de 35°C seulement, ce qui simplifie beaucoup le mécanisme de commande de leur orientation.

Parallèlement aux recherches effectuées sur la turbine, d'import-

antes innovations ont été apportées à la conception des alternateurs car il fallait réduire suffisamment leur diamètre pour les placer à l'intérieur du conduit hydraulique en lui conservant un tracé logique. C'est ainsi que le système traditionnel de ventilation qui exige une carcasse ayant une hauteur radiale de couronne assez grande a dû être abandonné au profit d'une ventilation axiale. En outre, comme la vitesse de rotation est très basse en raison de la faible hauteur de chute, on a dû recourir à l'emploi d'un groupe moto-ventilateur séparé.

On a reconnu intéressant de faire fonctionner l'alternateur dans de l'air comprimé pour accroître la puissance que l'on peut tirer d'un alternateur de dimensions déterminées.

En contre-partie, le PD2 d'un tel alternateur est évidemment une fraction assez faible de celui d'un alternateur classique. Cette sujétion n'est cependant pas un inconvénient lorsqu'une telle centrale n'est pas appelée à fonctionner isolément, mais au contraire doit toujours être couplée avec un groupe de centrales classiques important.

La centrale marémotrice de La Rance, en cours de réalisation, sera équipée de 24 groupes de 10,000 kW à 94 t/mn, cette puissance unitaire pouvant être développée entre 5.75 et 11 m de chute.

Plusieurs pays étrangers se sont déjà intéressés à la technique originale des groupes bulbes: parmi eux, l'Écosse, l'Espagne, l'U.R.S.S.

En dehors de ces groupes de grande puissance, il existe un autre domaine d'application de groupes bulbes immergés destinés à équiper des centrales de faible puissance allant d'une centaine de kW à 1500 ou 2000 kW pouvant être aménagés sou-

vent en chaîne sur des rivières et pour des chutes qui sont comprises entre 2 et 6 m, tels les aménagements automatiques faits sur la Basse Maulde dans le Massif Central.

### Les transformateurs de grande puissance

À chaque étape de l'extension du réseau de transport d'énergie électrique en France, on trouve un nouvel échelon de dimensionnement des transformateurs, étroitement associés à ce développement.

C'est ainsi qu'en 1955 les premiers groupes turbo-alternateurs de 125 MW avaient provoqué l'apparition des grands transformateurs triphasés de 150 MVA; cinq ans plus tard, en 1960, avec les groupes turbo-alternateurs de 250 MW apparaissent les transformateurs triphasés de 312 MVA à 235 kV.

En même temps que se développait l'augmentation des puissances, le nouveau réseau à 400 kV reliant la région des Alpes à Paris était doté en 1958 de groupes d'auto-transformateurs monophasés de  $3 \times 100$  MVA. L'extension de ce réseau à très haute tension sur l'axe Sud-Ouest-Paris s'est faite avec des auto-transformateurs triphasés de 300 MVA.

La fabrication de très grands transformateurs a été rendue possible par l'utilisation de techniques nouvelles et la modernisation des moyens de production des Constructeurs Français.

Une des caractéristiques nouvelles est la tendance à l'acheminement par voie ferrée de tous les transformateurs actuels, malgré des puissances et des tensions en constante augmentation, et alors que le gabarit d'expédition des chemins de fer reste fixe.

De nombreux progrès ont dû être réalisés pour résoudre le problème de l'augmentation de la puissance dans un encombrement

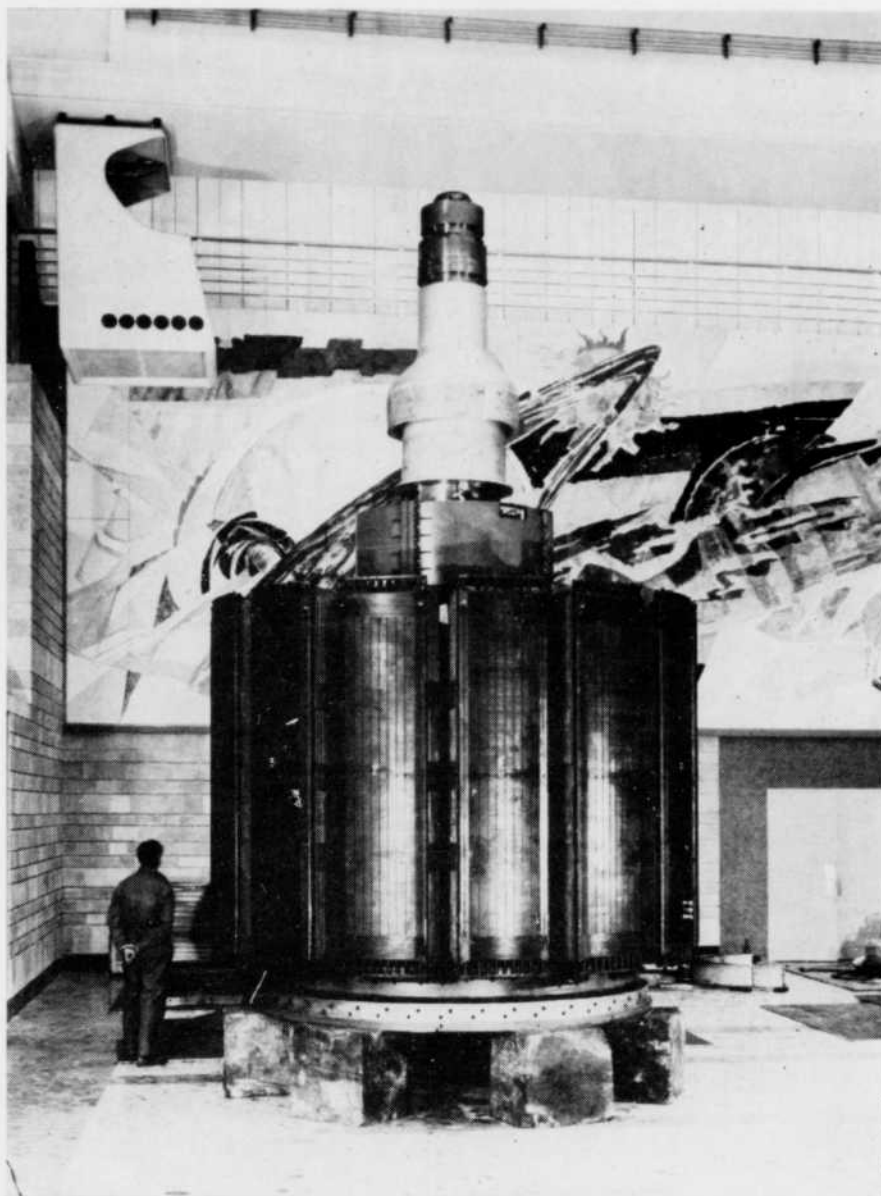


Fig. 2 — La centrale souterraine de La Bathie Roselend, en France, est l'une des plus puissantes centrales d'Europe (500,000 kW). Vue du rotor d'un des six alternateurs qui équipent cette centrale.

donné: l'utilisation des tôles à cristaux orientés dont les pertes spécifiques sont diminuées de moitié par rapport aux anciennes, la construction d'enroulements adaptés pour résister avec sécurité aux contraintes électriques et mécaniques, l'étude très poussée des isolements et l'utilisation de nouvelles techniques de refroidissement.

Simultanément, des dispositions judicieuses dans la construction des enroulements a permis d'assurer des répartitions régulières des surtensions dues aux ondes

de choc de la foudre. Ce résultat est réalisé dans la construction à colonnes en utilisant soit des bobines concentriques en longues couches, soit des armatures électrostatiques, ou enfin en entreliçant les spires entre bobines; dans la construction cuirassée un résultat semblable est obtenu avec les galettes alternées.

Les nouvelles méthodes utilisées pour le refroidissement de l'huile et des enroulements sont également intéressantes. L'utilisation des aéroréfrigérants s'est généralisée; ils remplacent les

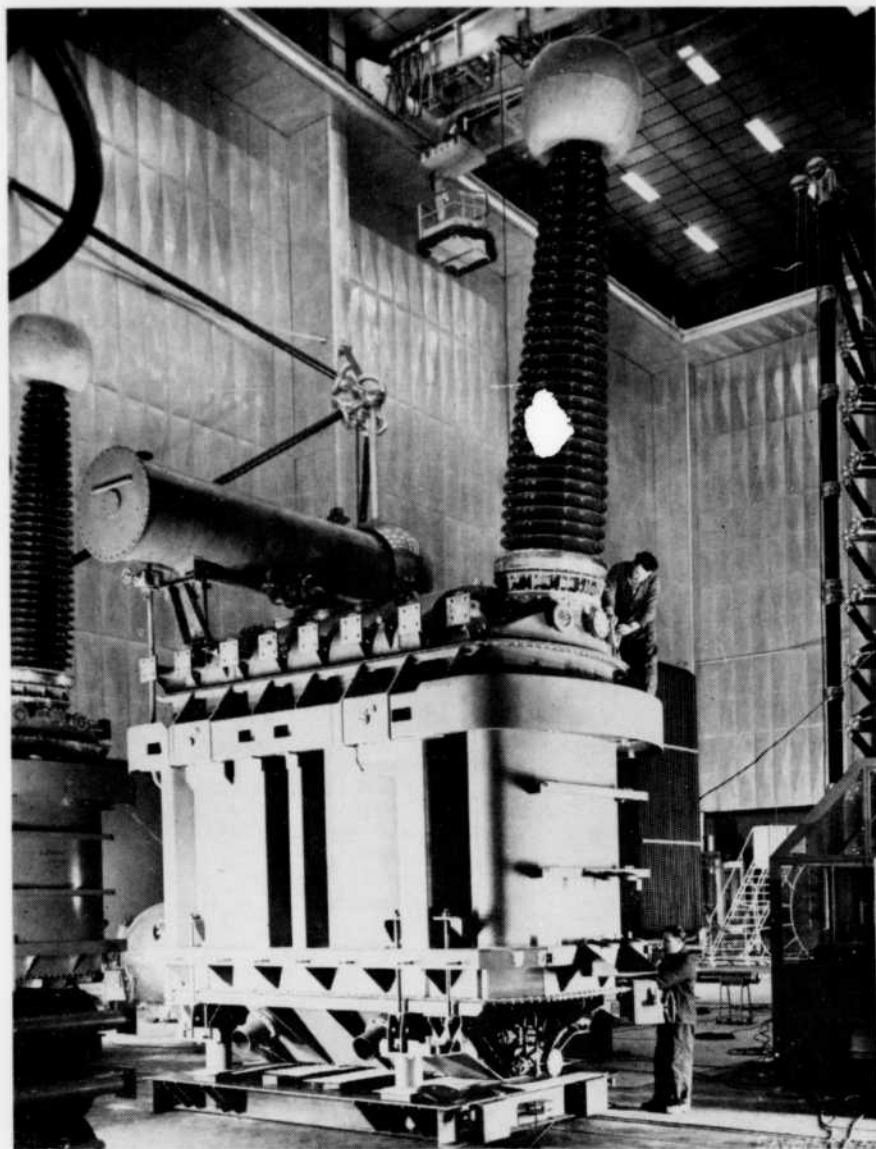


Fig. 3 — Essai en laboratoire d'un autotransformateur à 400,000 volts destiné à l'équipement de la ligne Infiernillo-Mexico, au Mexique.

batteries de radiateurs ventilés, qui ont l'inconvénient d'être très encombrantes.

La circulation forcée de l'huile, procurée par les groupes motopompes des aéroréfrigérants, est maintenant associée avec la circulation dirigée dans les enroulements, afin d'avoir une évacuation des pertes calorifiques plus efficace. Cette dernière méthode s'impose en particulier pour les grands appareils livrables par voie ferrée.

Les plus grands transformateurs expédiés par voie ferrée atteignent maintenant des poids de

250 tonnes. Les wagons de 150 tonnes, à longerons, qui servent pour l'expédition des appareils jusqu'à 150 MVA, ne conviennent donc plus. On utilise alors des cuves "wagons", dont la rigidité des renforts permet l'accrochage aux extrémités entre deux becs supportés par 10 essieux chacun.

#### L'appareillage à très haute tension

L'évolution technique de l'appareillage à très haute tension est caractérisée par une augmentation générale des performances, associée à une réduction parfois

spectaculaire des dimensions et des poids.

On trouve ce double aspect de l'évolution du matériel particulièrement marqué dans le cas des disjoncteurs.

En quelques années les tensions maximales des réseaux à très haute tension se sont élevées de 245 à 420, 525 kV ou 735 kV cependant que les courants de court-circuit calculés dans les postes passaient rapidement de 10 à 20 KA et même, dans certains cas, à 30 ou 40 KA.

Les intensités nominales de service les plus courantes sont actuellement de 800, 1250 A et jusqu'à 2000 A.

D'autre part, l'accroissement des puissances de court-circuit a eu pour conséquence un renforcement des impératifs d'exploitation et des exigences de fonctionnement des disjoncteurs.

Il est apparu d'autant plus nécessaire de réduire les temps de défaut que les courants de court-circuit étaient plus importants; pour cette raison les temps de coupures de tous les disjoncteurs sont aujourd'hui inférieurs à 5 périodes (ou  $1/10^{\circ}$  de seconde).

Afin d'assurer la continuité d'exploitation, le principe de la refermeture automatique semi-lente ou rapide, appliquée généralement en monophasé pour les très hautes tensions, a été généralisé, et les disjoncteurs modernes doivent pouvoir réaliser un cycle 0-0, 3s-FO-3mm-FO, qui correspond à un premier cycle de refermeture rapide en vue d'éliminer un défaut de caractère fugitif, suivi trois minutes après, d'une dernière tentative de réenclenchement avec déclenchement définitif si le défaut est persistant.

Les contraintes électriques en service du matériel de réseau en particulier des transformateurs, sont un élément important de la

durée de vie de ce matériel, elles sont d'autant plus sévères que la tension de service est plus élevée, du fait de la réduction relative du niveau d'isolement adopté; comme ces contraintes diélectriques proviennent en grande partie des surtensions de manoeuvre engendrées par les disjoncteurs pendant la coupure des transformateurs à vide ou des lignes à vide, un niveau de surtension limité est imposé aux disjoncteurs modernes pour ces deux conditions de coupure.

Une conséquence de l'accroissement des puissances de court-circuit a été la prise en considération de certains cas particuliers de défauts, qui peuvent devenir déterminants pour le dimensionnement des disjoncteurs, lorsque les courants de court-circuit dépassent une certaine valeur. L'importance accordée actuellement au défaut en ligne et au défaut consécutif justifie quelques précisions complémentaires.

Dans le calcul classique du courant de court-circuit on admet que le défaut se produit à la borne aval du disjoncteur; c'est l'hypothèse qui conduit au courant de court-circuit maximal; cependant si le défaut se produit en ligne à une faible distance du poste, l'intensité du courant de court-circuit n'est que légèrement diminuée, mais au moment du rétablissement de la tension après coupure, l'oscillation de fréquence propre (élevée) du tronçon de ligne entre disjoncteur et défaut, se superpose à l'oscillation transitoire de faible fréquence propre du réseau amont, ce qui se traduit aux bornes du disjoncteur par une très grande vitesse initiale de la tension de rétablissement particulièrement sévère pour les disjoncteurs à soufflage forcé, sensibles à cette vitesse de rétablissement.

L'intérêt croissant que présente ce cas de défaut provient du fait que la vitesse et l'amplitude ini-

tiales de l'oscillation de tension sont également proportionnelles au courant coupé.

Le défaut consécutif peut se produire au cours de la coupure d'un faible courant inductif ou capacitif, lorsqu'à la suite d'une surtension relativement élevée créée par le disjoncteur ou de l'existence d'un point diélectriquement faible dans l'isolation du réseau, un amorçage à la masse en aval du disjoncteur s'accompagne d'un réamorçage de ce dernier, qui transforme brutalement le faible courant en courant de court-circuit; il en résulte finalement pour le disjoncteur des contraintes mécaniques instantanées qui dépendent de la conception du dispositif de coupure et sont d'autant plus importantes que le courant de court-circuit est plus élevé.

Malgré ces exigences accrues imposées par l'exploitation des réseaux, on constate, chez tous les constructeurs de disjoncteurs,

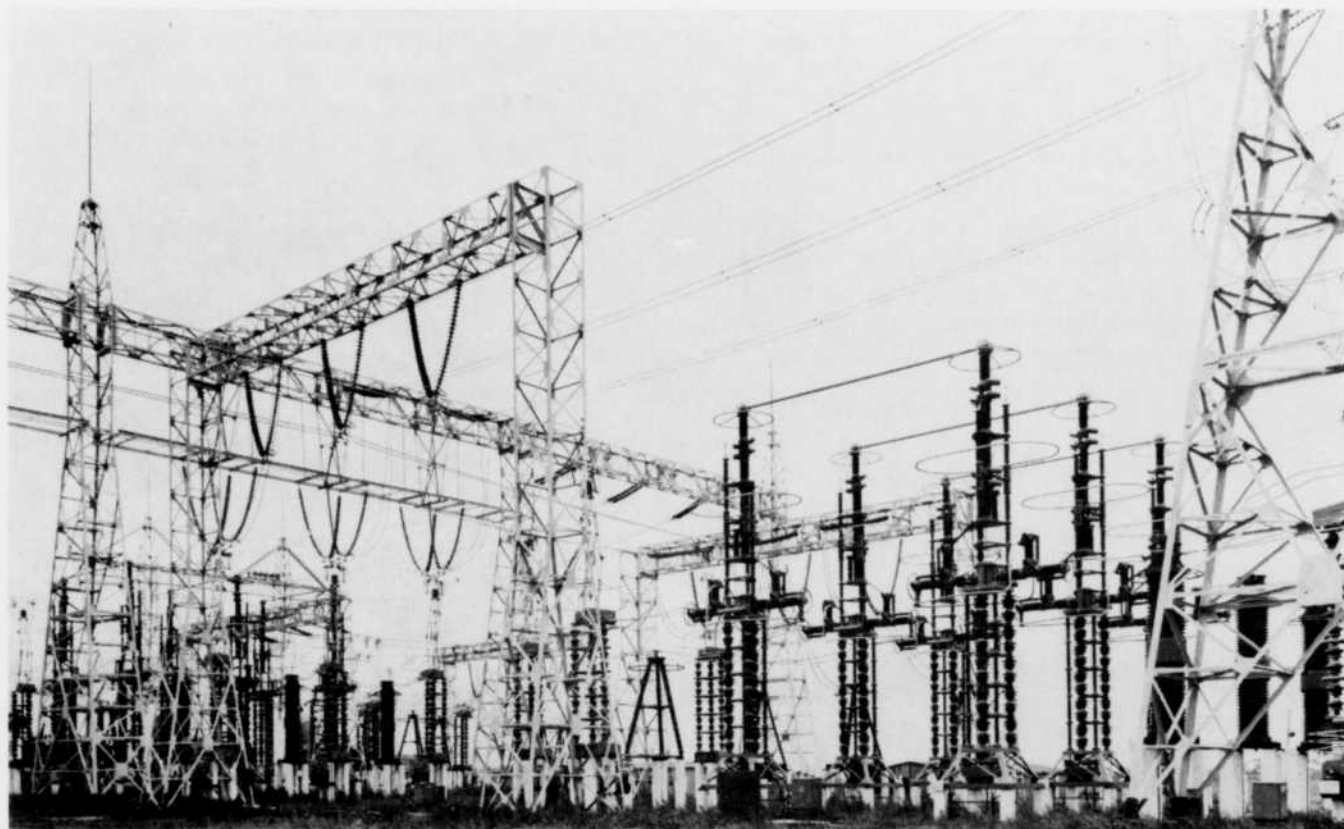


Fig. 4 — Vue du poste à 525,000 volts installé par les Constructeurs Français à Kountsevo dans la banlieue de Moscou.

une orientation très nette vers une réduction générale des dimensions et des poids des appareils.

En ne retenant qu'un ordre de grandeur, la valeur du rapport poids sur pouvoir de coupure des disjoncteurs était en 1960 environ le cinquième du chiffre de 1940.

Ce résultat n'a pas été obtenu par l'utilisation de principes de coupure nouveaux. Si de nouveaux fluides extincteurs, en particulier les gaz électro-négatifs ont été proposés, ils n'ont pas encore pénétré, pratiquement, le domaine des très hautes tensions. Les appareils mis récemment en service utilisent donc toujours l'air comprimé et l'huile, sous la réserve que les disjoncteurs à l'huile modernes sont essentiellement des disjoncteurs à faible volume d'huile, car les disjoncteurs à gros volume d'huile sont en voie de disparition totale.

Par contre, l'emploi de nouveaux matériaux électrotechniques, de nombreux progrès technologiques, notamment en matière de céramique, ont contribué à la réduction dimensionnelle des différents dispositifs de coupure.

Mais le facteur essentiel de l'évolution du matériel au cours de ces dernières années est sans doute le développement des stations d'essais à grande puissance qui permettent de réaliser des essais reproduisant les conditions réelles de service, et par suite de

déterminer avec certitude le dimensionnement optimal d'un dispositif de coupure.

Un aspect également caractéristique de l'évolution constructive des disjoncteurs réside dans leur adaptation poussée aux conditions d'installation : certaines conceptions économiques des postes exigeant la réalisation d'appareils pouvant être indifféremment posés sur des massifs ou suspendus aux charpentes des postes ont orienté la construction des disjoncteurs vers une forme architecturale compacte et contribué aussi indirectement à l'allègement des appareils.

Les disjoncteurs débouchables constituent un autre exemple d'adaptation aux conditions d'installation, en même temps qu'un exemple de matériel préfabriqué très haute tension. Leur emploi, d'usage courant en moyenne tension, commence à apparaître en très haute tension, grâce à la diminution d'encombrement des appareils.

Un dernier aspect intéressant de l'évolution du matériel est celui de la rationalisation de la construction. L'exemple en est fourni par l'extension de la coupure multiple, c'est-à-dire la mise en série de chambres de coupure identiques en nombre variable suivant la tension de service. La coupure multiple qui s'était imposée dès l'origine pour des nécessités techniques dans le cas

des disjoncteurs à air comprimé, tend maintenant à s'étendre à toutes les techniques de coupure.

Les efforts remarquables accomplis par les Constructeurs Français non seulement dans les domaines étudiés ci-dessus mais encore dans ceux de la traction électrique, des équipements d'usines ou des centrales nucléaires sont probablement à l'origine des succès spectaculaires de la technique française dans le monde. Et un peu plus d'une dizaine d'années, les Constructeurs Français de Matériel d'Équipement Électrique ont livré hors de France des matériels pour l'équipement de plus de 60 centrales hydrauliques ou thermiques et d'innombrables postes de distribution et d'interconnexion. Ils ont en outre équipé de multiples usines à l'étranger. Plus de 2000 locomotives électriques ou d'esel électriques ont été construites en France ou sous licence française pour être mises en service sur de nombreux réseaux ferroviaires dans le monde.

L'Exposition Technique Française de Montréal a permis aux ingénieurs canadiens d'être informés plus directement de la technique française.

Pendant l'Exposition des conférences techniques ont été données, et L'Ingénieur espère pouvoir publier quelques-uns de ces textes au cours des prochains mois.

# ANALYSE D'UN RÉSEAU D'AQUEDUC PAR CALCULATRICE ÉLECTRONIQUE

par  
**BERNARD-L. LANCTÔT et L. COURVILLE**  
*Assistants-professeurs au département de Génie Électrique  
 attachés au Laboratoire de Calcul Électronique  
 École Polytechnique de Montréal*

## Sommaire

Après avoir défini le problème que soulève l'étude d'un réseau d'aqueduc, nous expliquons brièvement la méthode nodale de solution et décrivons les équations à résoudre. Nous décrivons ensuite l'organisation d'un programme servant à résoudre ces équations par une calculatrice électronique et présentons les résultats d'un calcul représentatif.

## Définition du problème

Un aqueduc comprend essentiellement un certain nombre de tuyaux, de diamètres et de longueurs différents, et raccordés entre eux de façon plus ou moins complexe. A certains endroits du réseau on fournit de l'eau, à d'autres on en soutire (fig. 1). L'aqueduc devra satisfaire les besoins du consommateur en fournissant la quantité d'eau requise à une pression suffisante. Abstraction faite des différences de niveau, la pression à un point dépendra de la pression au(x) point(s) où on fournit l'eau et des pertes de pression dans les tuyaux. Les pertes de pression dans le tuyau dépendront de la longueur du tuyau qui est fixée par la position géographique des consommateurs et le tracé choisi, de la rugosité des tuyaux qu'on peut estimer d'après le type et l'âge de ces tuyaux, et finalement du débit et du diamètre du tuyau.

Le débit soutiré par chaque consommateur pouvant être estimé, le seul facteur que l'ingénieur peut ajuster est le diamètre des différentes conduites.

Le choix des diamètres se fait par essais successifs: en se basant sur son expérience et son jugement, l'ingénieur choisit un diamètre pour chaque conduite; utilisant une méthode de relaxation (Hardy-Cross) il peut ensuite calculer les pressions à chaque point d'intérêt et d'après ces résultats modifier les valeurs du diamètre de façon à améliorer la pression aux

points critiques. Le processus est répété jusqu'à ce que l'aqueduc soit satisfaisant.

Le calcul par la méthode de Hardy-Cross est très long surtout si l'aqueduc est un peu complexe. C'est donc cette partie du travail que nous avons cherché à automatiser.

## Critères

Lors de la conception du programme, les critères suivants furent jugés désirables:

- Vitesse: Le temps de calcul devrait être le plus court possible pour la précision désirée.
- Capacité: Le programme devra tenir compte de 107 noeuds ou jonction de deux ou plusieurs conduites, et jusqu'à 5 conduites par noeud, ou

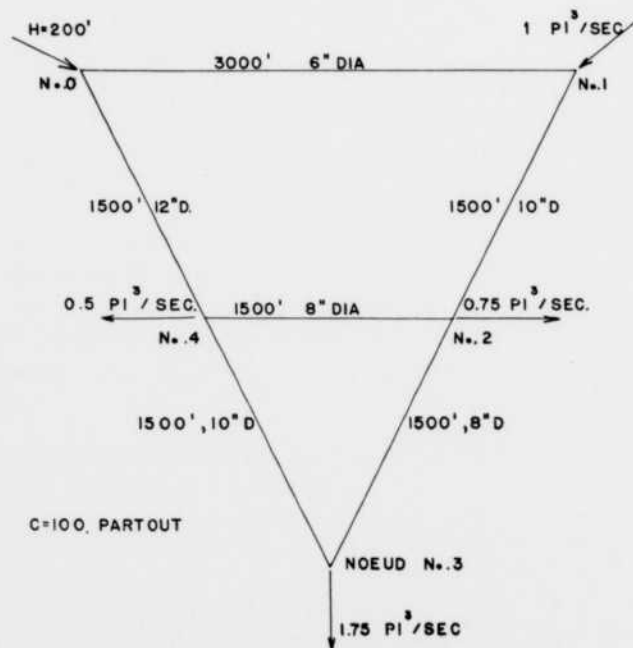


Fig. 1 — Aqueduc simple.

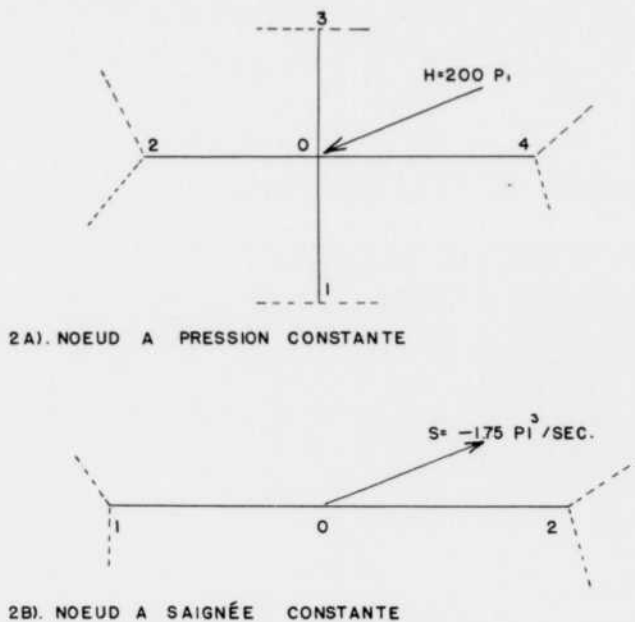


Fig. 2 — Types de noeuds.

217 conduites en tout puisque chaque conduite est comprise entre deux noeuds.

- c) Flexibilité: le programme devra pouvoir être utilisé pour tous les genres d'interconnexions.
- d) Entrée des données: il devra être facile de fournir les données à la machine et surtout de les modifier de façon à essayer plusieurs variantes d'un réseau.

### Méthode mathématique

#### a) Perte de pression dans une conduite:

On utilise la formule de Hazen William pour un écoulement en conduite fermée:

$$v = 1.318 \times c \times r^{.63} \times s^{.54}$$

- où:  $v$  est la vitesse d'écoulement en pi/sec  
 $c$  est un coefficient de rugosité  
 $r$  est le rayon hydraulique du tuyau  
 $s$  est la pente.

Lors du calcul de l'aqueduc on peut considérer que toutes les conduites sont horizontales et au même niveau, et ensuite corriger la pression pour tenir compte des différences de hauteur. Dans la formule de Hazen William on peut donc remplacer:

- $s$  par  $\Delta h/L$  ou  $\Delta h$  est la perte de pression en pi d'eau  
 $L$  est la longueur du tuyau

Si de plus on écrit:

$$r = d/4 \quad d \text{ est le diamètre en pi.}$$

$$V = Q/A = 4Q/\pi d^2 \quad \text{où } Q \text{ est le débit dans la conduite en pi}^3/\text{sec.}$$

On a successivement

$$4Q/\pi d^2 = 1.318 \times c \times \left(\frac{d}{4}\right)^{.63} \times \left(\frac{\Delta h}{L}\right)^{.54}$$

$$\Delta h^{.54} = \frac{4/Q}{\pi d^2} \times \frac{L^{.54}}{1.318 \times c} \times \left(\frac{4}{d}\right)^{.63}$$

$$\Delta h = \frac{4.64 L}{d^{4.87}} \frac{Q^{1.851}}{c^{1.85}}$$

Si on exprime les diamètres en pouces,  $D$ , on a:

$$\Delta h = \frac{836000 L}{D^{4.87}} \frac{Q^{1.851}}{c^{1.85}}$$

Pour une conduite de longueur, diamètre et rugosité donnés, on a donc:

$$\Delta h = K Q^n$$

$$Q = \left(\frac{\Delta h}{k}\right)^{\frac{1}{n}}$$

#### b) Méthode nodale.

Lorsqu'on utilise la méthode de Hardy-Cross, on estime au départ le débit dans chaque conduite, puis on vérifie que la somme des pertes de pression dans chaque circuit fermé du réseau est nulle. Sinon on améliore l'évaluation des débits et on recommence. Cette méthode n'est pas pratique lorsque le calcul se fait à la machine pour trois raisons:

- On doit considérer ensemble un grand nombre de conduites et de noeuds.
- Le choix de boucles indépendantes est difficile à faire faire à la machine tandis qu'un noeud peut être identifié par un seul nombre.
- Le choix des valeurs initiales de débits est également difficile.

Lorsqu'on utilise la méthode nodale, on évalue au départ la pression à chaque noeud, qui peut être égale à la pression d'alimentation de l'aqueduc. On examine ensuite chaque noeud tour à tour en vérifiant si l'équivalent hydraulique de la loi de Kirchoff est satisfaite: la somme des débits venant de et allant vers un noeud doit être nulle. Si la loi n'est pas satisfaite on corrige la pression à ce noeud et on passe au noeud suivant. Lorsqu'on a examiné tous les noeuds, on calcule la somme des corrections en valeur absolue; si elle est zéro le réseau est équilibré, sinon on recommence au premier noeud en utilisant les pressions corrigées.

#### c) Corrections de pression.

On appelle noeud tout endroit où plusieurs conduites (branches) se rejoignent (fig. 2a) ou

FEUILLE NO 1: DESCRIPTION DES CONDUITES

LONGUEUR		DIAMETRE	C	DU NOEUD NO.	CODE #	AU NOEUD NO.
PIEDS	1/10					

\*CODES: X= CONDUITE AJOUTEE  
Y= CONDUITE CHANGEE  
Z= CONDUITE ELIMINEE

FEUILLE NO 2: DONNEES DE PRESSION

V	O	O			
PRESSION DE DEPART COMMUNE A TOUS LES NOEUDS.					

PRESSIONS DE DEPART, NOEUDS INDIVIDUELS

NOEUD NO.	PRESSION
W	PI 1/10
W	
W	

NOEUDS A PRESSION CONSTANTE

NOEUD NO.	PRESSION
W	PI 1/10
W	
W	

FEUILLE NO 3: QUANTITES FOURNIES OU RETIREES

+	NOEUD NO.	S	
		PI <sup>3</sup> /S	FRAC
Y	O	O	O
Z			
Z			
Z			
Z			
Z			

→ REPLACE TOUS LES 'S' A ZERO

Fig. 3 — Feuilles de données.

tout endroit où l'on fournit ou retire de l'eau (fig. 2b).

On adopte comme convention qu'un débit vers un noeud est positif, un débit sortant d'un noeud est négatif. L'eau peut être fournie ou retirée soit à pression constante ou à débit constant. En général l'eau est fournie à pression constante et retirée à débit constant.

Si un noeud est maintenu à pression constante, la correction à appliquer lorsqu'on examine ce noeud est zéro. Lorsque le réseau aura été complètement équilibré, on devra calculer la quantité d'eau à fournir ou à y retirer.

Dans l'autre cas on fournit ou retire une quantité d'eau S pi<sup>3</sup>/sec et on devra corriger la pression. Si au moment où on examine un noeud (fig. 2a) il y existe une pression H<sub>o</sub>, on veut y appliquer une correction δ H<sub>o</sub> pour satisfaire la loi de Kirchoff.

Le débit dans une branche est:

$$Q_i = \left( \frac{H_i - (H_o + \delta H_o)}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Si on pose H<sub>i</sub> - H<sub>o</sub> = ΔH<sub>i</sub>

$$Q_i = \left( \frac{\Delta H_i - \delta H_o}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Par une expression en binôme et en négligeant les termes d'ordre supérieur on a:

$$Q_i = \left( \frac{1}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}} \left( \Delta H_i^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{n} \Delta H_i^{\frac{1}{n}-1} \delta H_o \dots \right)$$

La somme des débits de ou vers le noeud est donc

$$\sum_i Q_i + S = S +$$

$$\left[ \sum_i \left( \frac{1}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}} (\Delta H_i)^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{n} \delta H_o \sum_i \left( \frac{1}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}} (\Delta H_i)^{\frac{1}{n}-1} \right]$$

Cette somme doit être zéro. On peut donc en tirer:

$$\delta H_o = \frac{n \left[ S + \sum_i \left( \frac{\Delta H_i}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{\sum_i \left( \frac{\Delta H_i}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}-1} \frac{1}{K_i}}$$

Cette correction de pression n'est que partielle puisque les valeurs des pressions aux noeuds adjacents ont aussi été corrigées soit partiellement soit pas du tout. Cependant à mesure qu'on répète le processus de correction des noeuds, les valeurs de pressions convergent vers des valeurs finales vraies. On atteint ce point lorsque les corrections à tous les noeuds sont plus petites qu'une tolérance donnée.

Le processus peut converger de façon asymptotique ou oscillatoire. Dans le cas de systèmes très sensibles ces oscillations peuvent devenir

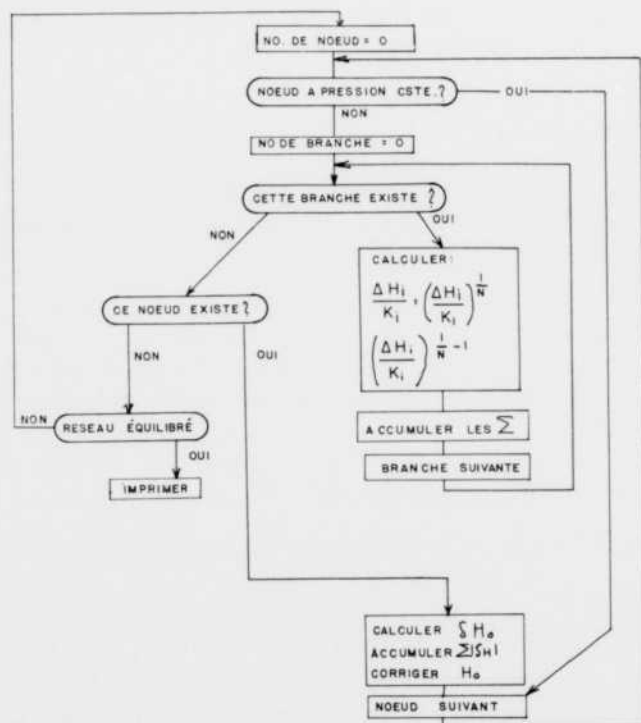


Fig. 4 — Diagramme de la partie "calcul".

. .x.001	3000.0	6.0...100
1.x.002	1500.0	10.0...100
2.x.003	1500.0	8.0...100
3.x.004	1500.0	10.0...100
4.x.000	1500.0	12.0...100
4.x.002	1500.0	8.0...100

.000...0001	.100
.000...0004	1.899
.001...0002	1.100
.002...0003	.588
.002...0004	- .237
.003...0004	-1.162

.000	199.9999	1.999
.001	198.7667	.999
.002	194.7309	- .749
.003	190.9710	- 1.750
.004	195.4348	- .499

Fig. 5 — Forme des résultats.

divergentes; nous avons déterminé expérimentalement qu'on pouvait éviter cette difficulté en n'appliquant que la moitié de la correction théorique à chaque itération.

### Organisation du programme

Le programme comporte quatre parties plus un sélecteur permettant à l'opérateur de mettre en jeu chaque partie à volonté.

La première partie permet de placer dans la mémoire, d'en effacer ou d'y changer les données décrivant la topologie de l'aqueduc. On numérote les noeuds consécutivement et pour chaque conduite on fournit:

- Les numéros des noeuds à l'un et l'autre bout.
- La longueur de la conduite en pieds et dixièmes.
- Le coefficient de rugosité
- Le diamètre en pouces et dixièmes.

La deuxième partie permet de placer dans la mémoire les pressions de départ évaluées et, pour des noeuds individuels, soit une pression fixe soit une quantité fixe d'eau fournie ou retirée. La fig. 3 donne une idée des feuilles de données pouvant être utilisées.

La troisième partie effectue les calculs nécessaires pour équilibrer le réseau. Ces calculs sont détaillés sous forme de diagramme à la fig. 4.

La quatrième partie termine les calculs et imprime les résultats qui sont de deux types:

- pour chaque conduite, on imprime l'écoulement dans cette conduite.
- pour chaque noeud, on imprime la pression à ce noeud ainsi que la valeur recalculée de la quantité d'eau fournie ou retirée.

### Exemple de calcul

Comme exemple nous avons calculé le réseau de la fig. 1. On fournit de l'eau à deux endroits, au noeud zéro à pression constante et au noeud 1 à débit constant. Aux autres noeuds on retire de l'eau. Les résultats sont présentés à la fig. 5.

Le premier paragraphe répète la description des conduites.

Le deuxième paragraphe donne les débits dans chaque conduite. Un signe négatif indique que l'eau s'écoule du deuxième noeud vers le premier.

Le troisième paragraphe donne les réponses de noeud.

Le temps de calcul a été de 8 minutes. Au tarif normal de location de la calculatrice utilisée, le coût aurait été de \$3.50.

### Conclusion

De plus en plus et dans toutes les branches du génie on découvre l'utilité de la calculatrice électronique. Comme le montre cet exemple, même des problèmes qui à première vue semblent n'être traitables qu'à la main peuvent être résolus. De cette façon l'ingénieur passe moins de temps à effectuer des calculs répétitifs et plus à exercer son jugement et à faire profiter son client de son expérience.

### REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier MM. André Leclerc et Roger Labonté de la collaboration qu'ils ont apportée à la réalisation de ce travail.

# ENFIN, L'INDUSTRIE MINIÈRE SE RÉVEILLE!

par

P. E. RIVERIN

*Directeur du Département des Mines, École Polytechnique; vice-président du Comité de l'Éducation de la Conférence des Ministres des Mines (Halifax, septembre 1963); membre du Comité sur l'Éducation, Canadian Institute of Mining and Metallurgy; membre et représentant de l'École Polytechnique (chairman) de l'American Society for Engineering Education.*

L'industrie minière canadienne, ce géant endormi depuis plusieurs décennies, s'est subitement réveillée. Elle ouvre enfin les yeux sur le vide qui se fait autour d'elle. Mais ses pieds sont ankylosés et si on ne vient pas à sa rescousse, elle s'effondrera. Bien que croissant continuellement, notre industrie minière commence à montrer des défaillances, faute de personnel technique qualifié.

## La situation est critique

En 1962, moins de 300 ingénieurs des mines recevaient leurs diplômes des quelque 50 institutions de l'Amérique du Nord. Si l'on considère seulement le Canada, la situation n'est guère plus brillante : le Comité sur l'Éducation du "Canadian Institute of Mining and Metallurgy" a fait, avec la collaboration de 21 universités canadiennes, un relevé du nombre de diplômés en mines prévu pour les années 1962-1965. On obtint les résultats suivants :

1962 .....	52 diplômés
1963 .....	37 diplômés
1964 .....	35 diplômés
1965 .....	25 diplômés

Si cette tendance continue, tant au Canada qu'aux États-Unis, plusieurs grandes écoles renommées dans le domaine des mines devront fermer leurs portes en 1970 et l'industrie devra s'accommoder d'un personnel plus ou moins qualifié qui la dirigera vers un déclin.

En 1963, les mines canadiennes produiront pour près de trois billions de dollars. Et les deux tiers de ces produits seront exportés,

représentant environ un tiers de nos exportations totales. Il saute aux yeux que toute atteinte à une industrie de cette envergure ne peut que grever l'économie de notre pays.

Le Canada, et particulièrement notre province, traversent en ce moment une période d'expansion extraordinaire : le manque de compétence peut sérieusement retarder ce développement.

## À qui la faute ?

Doit-on jeter tout le blâme d'une telle situation sur le dos des jeunes ? Existerait-il parmi eux un manque d'esprit d'aventure ? L'esprit de clocher qui leur est tant reproché prévaudrait-il chez eux ? Je n'en crois rien. Je crois qu'un étudiant sérieux, qui entrevoit une carrière intéressante, ne s'attarderait pas à ces considérations.

La grande responsable est l'industrie minière : à mon avis, elle n'a pas évolué.

L'Honorable Robert Winters disait, lors d'une conférence donnée récemment à l'Association des Ingénieurs Professionnels de l'Ontario : "Pourquoi un jeune homme passerait-il une grande partie de sa vie comme ingénieur des mines, une profession que l'on associe à la vie de pionnier, dans des endroits éloignés, travaillant au pic et à la pelle, dans la noirceur et le danger, quand la science nucléaire et la technique des fusées lui offrent des privilèges si attrayants ?" Il ajoutait : "Dans plusieurs facultés, le nombre d'étudiants ne fait que décroître,

même dans des disciplines aussi importantes que les mines, la géologie et la métallurgie. Cet état de chose est plutôt angoissant."

La publicité tapageuse, dramatisée à outrance lors des accidents de mines, crée une impression si mauvaise que le jeune homme qui se dirige vers ce domaine prend figure de héros. La vérité est toute autre : la sécurité dans les mines canadiennes se compare favorablement à celle de plusieurs autres industries.

## À la rescousse

Devant cette situation déplorable, le C.I.M. a pris l'initiative de reformer son Comité sur l'Éducation. La tâche à accomplir est énorme et délicate car il ne s'agit pas seulement d'éveiller l'intérêt des jeunes vers cette carrière mais il faut aussi tirer de leur léthargie les employeurs et les éducateurs.

Lors de la Session du Comité sur l'Éducation à la Conférence des Ministres des Mines à Halifax, nous avons exposé une partie de notre programme. Un administrateur d'une de ces grandes entreprises fit remarquer qu'il ne suffit pas seulement d'inciter les jeunes gens à se diriger vers les mines, mais qu'il faut surtout leur créer des postes intéressants. Tous les membres de ce comité comprenaient pour la première fois la portée du problème qui leur était soumis. La réaction fut unanime : un redressement s'impose. Le temps du pic et de la pelle pour le jeune diplômé est révolu. Il faut offrir aux jeunes un travail leur

permettant dès l'embauche d'employer à bon escient leurs connaissances spécialisées et ainsi fournir l'occasion de se tailler une carrière enviable.

Or, la mise en circulation de ces idées produira une révolution dans l'industrie minière qui donnera au jeune diplômé du travail d'ingénieur avec une rémunération adéquate.

Les universités doivent emboîter le pas. Avec la collaboration des sociétés minières, il sera possible de former des ingénieurs compétents qui fourniront un apport déterminant à cette industrie.

### La recherche

A la conférence des Ministres des Mines, le docteur G. W. Holbrook, Président du "Nova Scotia Technical College", suggéra un autre champ d'action pour l'ingénieur de mines: la recherche dans les universités. Il prétend que chaque dollar que l'industrie dépense en recherches dans les universités lui rapporte 4 et même 10 dollars. En effet, les universités disposent de facilités dont l'industrie peut bénéficier: laboratoires, outillage, personnel technique, etc. Il est certain que ces recher-

ches pourraient apporter des résultats très intéressants et rémunérateurs.

L'industrie peut aider d'une façon tangible le jeune diplômé à poursuivre des études de maîtrise. Si une société minière octroyait une bourse à un finissant, celui-ci s'engagerait à prendre comme sujet de thèse un travail proposé par cette société. Le jeune homme se familiariserait donc tôt avec une des phases de l'exploitation, se rendant ainsi rapidement utile à cette société si elle le prenait à son service. Cette collaboration serait profitable aussi bien à l'industrie qu'au jeune ingénieur.

Il est de plus en plus évident que, devant le développement rapide de l'industrie minière, l'ingénieur des mines devra se spécialiser dans des domaines bien définis.

Citons par exemple:

- 1 — Exploration du minerai par des méthodes modernes et appropriées aux différents types de gisements.
- 2 — Application à l'industrie minière d'équipement moderne et améliorations possibles de cet équipement.

3 — Mécanique des roches, nouvelle science permettant de calculer d'une façon assez précise les efforts que subissent les parois d'ouvertures souterraines et à ciel ouvert.

4 — Sciences connexes au génie minier telles que climatisation de l'air, sécurité, études de temps et de rendements, analyses de l'économie, recherches opérationnelles, méthodes de contrôle, etc.

5 — Traitement des minerais, études sur les améliorations à apporter aux différents procédés de concentration employés dans l'industrie minière.

6 — Planification et construction d'usines de concentration, mise en plan de futurs travaux d'exploitation, etc.

7 — Administration et relations ouvrières.

Il semble donc que l'avenir de nos jeunes ingénieurs de mines s'avère des plus intéressants. L'industrie et les universités devront collaborer pour créer des postes d'avenir et former des ingénieurs compétents aptes à les remplir. Le mouvement est déclenché: aux jeunes d'emboîter le pas.

# LE CHAUFFAGE RADIANT PAR INFRATHERMES

par GERMAIN FERLAND, Ing. P.  
Gérant, Produits Spéciaux  
Hupp Canada (1961) Ltd., L'Assomption, P.Q.

Le chauffage des bâtisses industrielles a toujours créé un problème important à cause de la hauteur du toit. Par nature, l'air chauffé tend à monter au plafond où il n'est certes pas aussi utile qu'au niveau du plancher.

Les moyens mécaniques employés dans les fournaies à air chaud et dans les aérothermes ne parviennent pas à combattre économiquement cette tendance qu'à l'air chaud de monter au plafond. En pratique, on parvient à obtenir une température acceptable au niveau de l'ouvrier mais c'est au prix d'une dépense accrue de combustible; du même coup, on surchauffe inutilement la zone supérieure de la bâtisse, augmentant ainsi les pertes de chaleur.

Planchers froids et plafonds torrides, voilà un problème commun à la grande majorité de nos usines, en plus des gymnases, églises, piscines, etc. L'ingénieur avisé sait qu'un chauffage rayonnant offre une solution logique. Et, parmi les divers types de chauffage rayonnant, le chauffage par infrathermes convient le mieux aux bâtisses industrielles.

Le mot "infratherme" est nouveau dans le vocabulaire de l'ingénieur. Il sert à désigner les appareils de chauffage conçus de façon à convertir une grande partie du combustible en énergie électro-magnétique de type infra-rouge. On sait que la quantité de rayons infra-rouges dégagés par un corps est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue de ce corps.

Les infrathermes sont donc conçus pour créer une température très élevée. Présentement, il existe des infrathermes à gaz et à électricité. Les infrathermes électriques sont très peu répandus à cause du coût élevé de l'électricité.

## Infrathermes à gaz

Par contre, les infrathermes à gaz connaissent actuellement aux Etats-Unis et au Canada une vogue grandissante. Beaucoup d'ingénieurs-conseils seront surpris d'apprendre qu'il existe en Amérique au-delà de 75,000 installations d'infrathermes à gaz.

D'une façon générale on peut classer les infrathermes à gaz en deux grandes catégories :

- 1 — à utilisation partielle
- 2 — à utilisation totale

Les infrathermes à utilisation partielle sont ceux où les produits de la combustion non transformés en énergie radiante sont rejetés directement à l'extérieur de la bâtisse. Il s'agit donc dans ce cas de pourvoir une grande surface de chauffe capable de rayonner une partie importante de la chaleur de combustion. Ces appareils fonctionnent à basse température, i.e. en dessous de 1000°. Ce ne sont ni plus ni moins que des échangeurs de chaleur.

Les infrathermes à utilisation totale sont ceux où les produits de combustion sont utilisés à 100% à l'intérieur même de la bâtisse. Il n'y a donc aucune cheminée qui relie l'infratherme à l'extérieur de la bâtisse.

C'est cette caractéristique qui rend l'infratherme à gaz si popu-

laire. On conçoit facilement qu'une efficacité de 100% soit un attrait très puissant pour l'ingénieur et surtout pour le propriétaire de la bâtisse.

Les principaux avantages inhérents de l'infratherme à gaz sont :

- 1 — Consommation électrique négligeable; aucun moteur.
- 2 — Utilisation rationnelle des produits de combustion: 100%.
- 3 — Distribution positive de la chaleur aux endroits requis, i.e. sur le plancher, sur les personnes, sur les machines.
- 4 — Frais d'entretien négligeables parce qu'il n'y a pas de pièces mobiles.
- 5 — Zonage idéal, même sans cloison; il suffit d'ajouter des thermostats.
- 6 — Mouvements d'air éliminés.
- 7 — Uniformité de température du plancher au plafond.
- 8 — Degré d'humidité très confortables grâce à la vapeur d'eau des produits de combustion.
- 9 — Pas de bruit: aucun moteur, ni souffleur.
- 10 — Flexibilité d'installation et d'expansion de la bâtisse.
- 11 — Chauffage localisé et partiel.
- 12 — Pas de chaudière à vapeur: pas de mécanicien.

Fig. 1 — Coupe du brûleur. Un orifice calibré (1) laisse pénétrer juste la bonne quantité requise de gaz dans le Venturi (2). La vitesse du gaz crée un vide partiel dans l'ouverture et ce vide aspire l'air requis pour la combustion. (3). Le mélange de l'air et du gaz se fait dans le venturi et se répand ensuite dans l'espace (4). Le mélange brûle à la surface de la plaque en céramique (5). Une petite flamme presque invisible se produit à chaque trou de la plaque. La température de la plaque atteint 1600°F et émet des rayons infra-rouges.

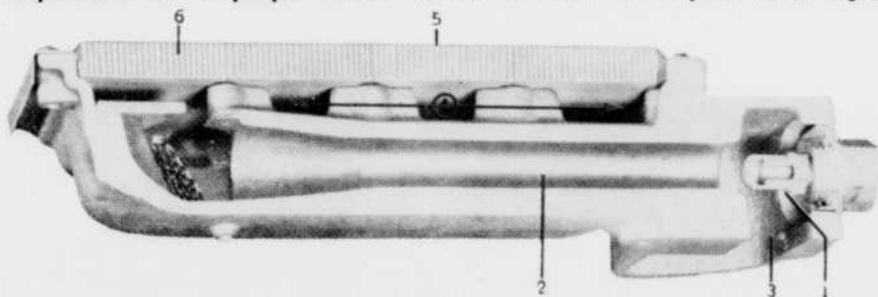
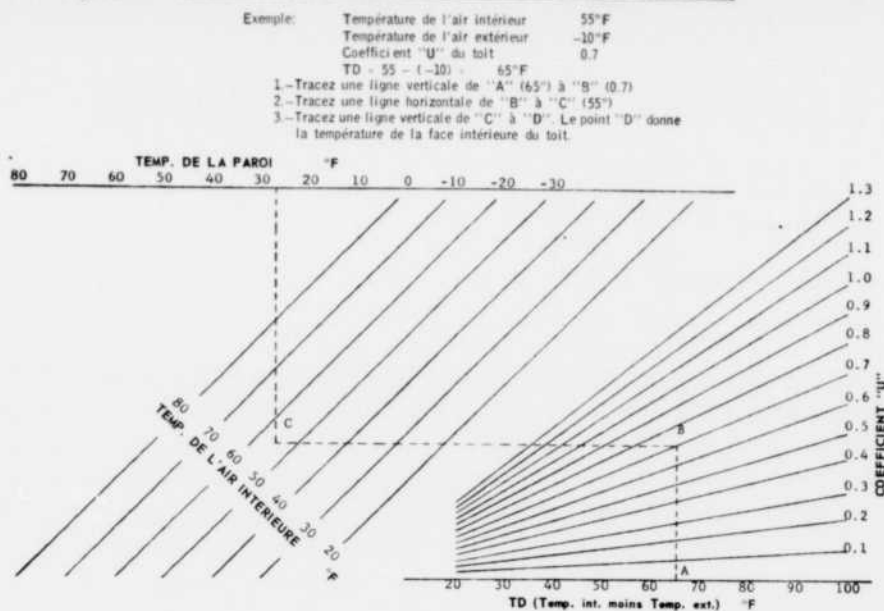


Fig. 2 CALCUL GRAPHIQUE DE LA TEMPERATURE DES PAROIS MURALES D'UN EDIFICE



Toutes ces caractéristiques apparaîtront peut-être au lecteur comme un feuillet publicitaire. Pourtant, il n'en est rien puisque chacun des avantages mentionnés est bel et bien réel; ils représentent des améliorations concrètes qu'on peut difficilement passer sous silence.

L'infratherme à gaz à utilisation totale qui est le plus en vogue actuellement est celui qui fut inventé il y a une vingtaine d'années par l'ingénieur allemand Guenther Schwank. La fig. 1 montre une section du brûleur qui engendre les rayons infra-rouges. Le cœur du brûleur est la plaque en céramique perforée de 200 trous par pouce carré où brûle le gaz. La température de cette plaque atteint 1650° F. et, dans ces conditions, l'énergie radiante est très considérable.

La plaque céramique possède un avantage considérable sur les autres types de brûleurs constitués de treillis métalliques car ces derniers se détériorent rapidement sous l'effet des expansions et contractions répétées. L'expérience a prouvé que les plaques de céramique ont survécu à 10 ans d'utilisation sans être le moindre endommagées par ce même phénomène parce que le coefficient d'expansion de la céramique est très faible.

Les infrathermes modernes sont des appareils complètement auto-

matiques. Le débit du gaz est calibré par le régulateur de pression et un orifice d'une précision extrême. L'air requis pour la combustion est aspiré invariablement par l'effet mécanique du Venturi. Ce débit constant est calibré de façon à produire moins de 0.04% de monoxyde de carbone; donc, aucun danger d'asphyxie, même si les gaz de combustion sont jetés dans la bâtisse. Enfin, l'allumage des brûleurs se fait mécaniquement, soit par la bougie d'allumage, soit par résistance électrique et veilleuse. Un mécanisme de sécurité arrête complètement

Fig. 3

CALCUL GRAPHIQUE DU POINT DE ROSÉE - °F

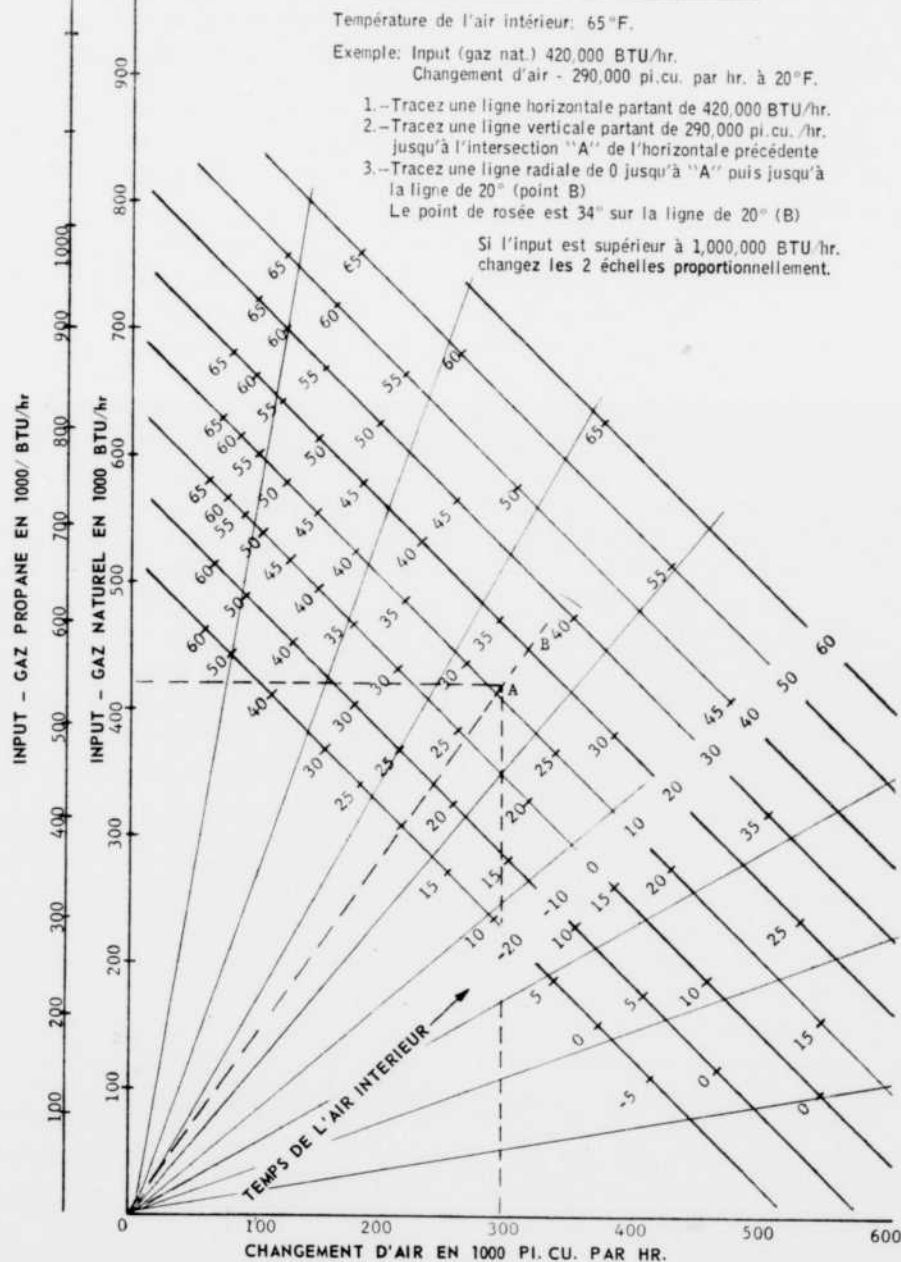


Tableau I

**FACTEURS DE DILUTION**  
Système périmétrique et réduction de 15% des pertes de chaleur

GAZ NATUREL											
Temp. Int. — Temp. Ext.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
CFH/1000 BTUH	211	219	228	238	248	260	273	287	302	319	339
CFM/1000 BTUH	3.52	3.65	3.80	3.97	4.14	4.34	4.55	4.79	5.04	5.31	5.65
GAZ PROPANE											
Temp. Int. — Temp. Ext.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
CFH/1000 BTUH	254	266	279	294	310	328	349	372	399	430	466
CFM/1000 BTUH	4.24	4.44	4.65	4.90	5.16	5.46	5.81	6.20	6.65	7.16	7.77

le débit du gaz si le brûleur devient défectueux ou s'éteint sous l'effet d'un courant d'air violent.

De plus, grâce à 10 années d'expériences, les manufacturiers du brûleur Schwank ont déterminé une méthode scientifique de contrôler l'utilisation des produits de combustion.

### Fonctionnement

Tout gaz qui brûle engendre de l'eau, du dioxyde de carbone et du monoxyde de carbone. La vapeur d'eau est utilisée pour augmenter le degré d'humidité dans la bâtisse; toutefois cette humidité peut devenir un handicap si les parois intérieures des murs et surtout du toit sont à une température trop basse; il peut en résulter de la condensation. Les ingénieurs ont donc établi des graphiques qui, tenant compte de la composition du mur, des degrés de température, de l'apport d'air extérieur soit par infiltration soit par ventilation, permettent de déterminer si l'isolation des murs est suffisante ou si la ventilation doit être augmentée. Ces graphiques apparaissent aux figs. (2) et (3); ils permettent de déterminer rapidement et scientifiquement si le point de rosée est supérieur à la température des parois internes des murs.

Quant aux gaz CO et CO<sup>2</sup>, il faut les diluer de façon à diminuer leur concentration en dessous des quantités permises par la loi (soit 5000 ppm pour le CO<sup>2</sup>). Aucune dilution n'est requise pour le CO, puisque le pourcentage de 0.04 est très faible et en-dessous des normes de danger. Une étude quantitative détaillée des produits de combustion a permis aux ingénieurs de déterminer les normes de ventilation requises. Ces normes apparaissent au tableau I. Lorsqu'on désire obtenir une ventilation contrôlée mécaniquement on raccorde les ventilateurs mécaniques dans le circuit électrique du thermostat. Un relais fait donc fonctionner les ventilateurs dès que le thermostat allume des infrathermes.

Il est évident que les ventilateurs doivent être placés aussi loin que possible des infrathermes pour permettre aux gaz chauds de circuler longtemps à l'intérieur de la bâtisse et d'y laisser tout leur contenu calorifique avant d'en sortir.

Un autre des avantages exceptionnels de l'infratherme consiste à utiliser les rayons infra-rouges pour chauffer un endroit précis, soit dans une grande bâtisse que l'on ne désire pas chauffer au

complet, soit à l'extérieur. L'application la plus courante se retrouve dans les arénas où l'on chauffe uniquement les spectateurs; dans ce cas, l'action des rayons sur les spectateurs est immédiate et il suffit d'allumer les infrathermes seulement lorsque les spectateurs arrivent. On se sert également des infrathermes pour chauffer les estrades des pistes de courses, les rampes de chargement, pour la fonte de la neige et enfin pour prévenir la corrosion dans les entrepôts d'acier.

Il est presque incroyable de découvrir le nombre incalculable d'applications pour ces merveilleux appareils. Malheureusement il semble que les ingénieurs du Québec soient très peu familiers avec cet appareil relativement nouveau. Nul doute que cette situation se corrigera d'elle-même car un appareil de chauffage possédant d'aussi grandes qualités ne peut manquer de faire sa marque et de devenir très en demande.

L'appareil a passé le stade de la période expérimentale; près de 10 années d'expérience ont permis de corriger les erreurs du début et d'établir des données scientifiques solides qui s'avèreront très utiles aux ingénieurs progressifs.

# OBSERVATIONS SUR L'INFLUENCE D'UN COURANT ÉLECTRIQUE SUR LA SÉGRÉGATION

par  
RÉMI TOUGAS et ANDRÉ HONE

Cet article est en partie extrait de la thèse soumise par M. Rémi Tougas, en février 1962, comme condition partielle à l'obtention du grade de docteur ès sciences appliquées à l'Ecole Polytechnique de Montréal.

Reproduit avec la gracieuse permission des rédacteurs de Canadian Metallurgical Quarterly, où il a paru dans le no juillet-sept. 1963.

M. Rémi Tougas est assistant-professeur au département de Génie métallurgique de l'Ecole Polytechnique, Université de Montréal. M. André Hone, Chef du Département, a dirigé les travaux.

## Résumé

L'efficacité des méthodes de purification des métaux par solidification peut être augmentée par le passage d'un courant continu au travers de l'interface solide-liquide au cours d'une solidification progressive. Dans le cas du système étain-plomb, par exemple, en utilisant un courant continu comme méthode de chauffage au lieu de l'induction haute fréquence, il est possible de multiplier la vitesse de solidification par environ cinq tout en obtenant un même degré de purification.

## Introduction

Décrite pour la première fois par Pfann en 1952(1), la méthode de la zone fondue a été employée pour la purification ultime d'un grand nombre de substances. L'abondance des études publiées sur le sujet au cours des dix dernières années témoigne de la puissance et de l'efficacité de la méthode, en particulier pour l'ultra-purification des métaux. La méthode consiste essentiellement à déplacer lentement une zone liquide le long d'un barreau de métal; cette zone liquide entraîne les solutés vers l'une ou l'autre des extrémités du lingot.

L'efficacité de la méthode de la zone fondue pour une impureté donnée est liée au coefficient de partage  $k_0$  entre la solution solide et la solution liquide. Le coefficient de partage  $k_0$ , qualifié souvent de théorique, est le rapport

d'équilibre de la concentration du soluté dans la phase solide à la concentration du soluté dans la phase liquide (Fig. 1).  $k_0$  est plus petit que l'unité si le soluté abaisse le point de fusion du solvant (c'est le cas illustré sur la Fig. 1).  $k_0$  est plus grand que l'unité si le soluté élève le point de fusion du solvant.

Les conditions de solidification des procédés de zone fondue ne sont évidemment pas les conditions de solidification à l'équilibre. En conséquence, le coefficient de partage **effectif**  $k$ , qui se rattache aux procédés pratiques de zone fondue, est différent du coefficient de partage d'équilibre  $k_0$ . Pour le cas où  $k_0$  est plus petit que l'unité, le coefficient de partage effectif  $k$  est compris entre  $k_0$  et 1; plus la valeur de  $k$  est petite, plus le partage du soluté entre le liquide et le solide est marqué, c'est-à-dire plus l'efficacité du procédé de purification est élevée. Le coefficient de partage  $k$  d'un soluté peut donc être considéré comme étant un indice de l'efficacité d'un procédé de zone fondue.

Au cours d'une étude préliminaire sur les méthodes susceptibles d'augmenter le rendement du procédé de purification des métaux par la méthode de la zone fondue (2), nous avons observé qu'un courant continu circulant au travers d'un interface de solidification pouvait influencer d'une façon utile la valeur de  $k$ . Nous avons alors entrepris des travaux

de recherche afin de préciser l'influence d'un courant électrique sur le coefficient  $k$ . Le présent article fait état des travaux accomplis jusqu'aujourd'hui.

## Méthode expérimentale

La solidification normale d'un lingot allongé permet de déterminer expérimentalement le coefficient de partage effectif d'un soluté. Par solidification normale on entend une solidification progressive et dirigée dans le sens de la longueur du lingot (Fig. 2). Cette méthode a l'avantage d'être simple et de reproduire les conditions de solidification présentes en zone fondue.

La relation suivante, sous la forme donnée par Pfann (3), décrit analytiquement la ségrégation survenant lors de la solidification normale d'un lingot allongé :

$$C_s = kC_0(1-g)^{k-1}$$

où  $C_s$  est la teneur en soluté du solide,  $C_0$ , la teneur initiale en soluté,  $k$ , le coefficient de partage

Fig. 1 — Portion du diagramme d'équilibre A-B.

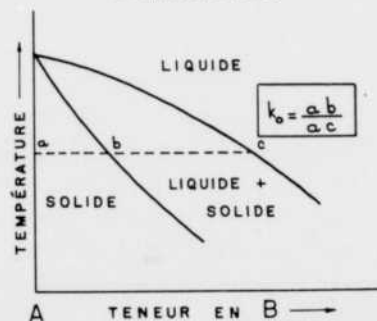
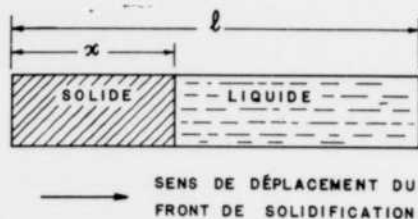


Fig. 2 — Solidification normale d'un lingot.



effectif, et  $g = x/l$ , la fraction solidifiée (Fig. 2).

Cette méthode de solidification normale a été utilisée au cours du présent travail pour la détermination expérimentale des coefficients de partage effectif. Elle nous a permis de comparer l'efficacité de différents procédés de purification basés sur la répartition d'un soluté lors de la solidification d'un alliage.

Les essais de solidification normale ont été réalisés en utilisant les montages expérimentaux décrits schématiquement à la Fig. 3. Pour un courant  $I > 180$  ampères/cm<sup>2</sup> circulant dans le lingot, la chaleur générée par effet Joule était suffisante pour maintenir liquide à tout instant la partie fondue du lingot. Par le réglage du refroidissement, le taux d'avancement du front de solidification se trouvait fixé.

Les teneurs en soluté ( $C_s$  et  $C_o$ ) ont été déterminées par spectrofluorescence de rayons X. Des tranches d'environ cinq millimètres d'épaisseur ont été prélevées perpendiculairement à la direction de déplacement du front de solidification. La surface complète a été balayée par les rayons X pour donner une teneur moyenne en soluté pour chaque section.

### Résultats

La variation du coefficient de partage effectif d'un soluté en fonction du taux de déplacement du front de solidification, d'une part, et de la polarité du courant continu circulant dans le lingot, d'autre part, a été étudiée au moyen de trois groupes d'essais de solidification normale :

- un premier groupe d'essais a été réalisé en utilisant l'induction haute fréquence (450,000 cycles/seconde) comme méthode de chauffage. Les essais ont été faits à des vitesses variant de 5 à 47.5 centimètres/heure (Fig. 3A).
- un deuxième groupe d'essais a été réalisé en faisant circuler un courant continu d'intensité constante (de l'ordre de 225 ampères/cm<sup>2</sup>) dans les lingots (Fig. 3B). La partie solide du lingot était reliée à la borne positive de la source de courant continu (les électrons passaient du liquide au solide). Vitesses, de 5 à 47.5 centimètres/heure.
- enfin un troisième groupe d'essais, semblable au précédent sauf que la partie solide du lingot était alors reliée à la borne négative de la source de courant. Vitesses, de 5 à 47.5 centimètres/heure.

Pour tous ces essais, les conditions suivantes ont été maintenues constantes :

- alliage étain-plomb contenant nominale 2% Pb
- longueur du lingot : 20 centimètres
- section du lingot : constante pour chacun des lingots, et de l'ordre de 1.70 cm<sup>2</sup>
- intensité du courant continu, pour les essais des groupes b) et c) :  $\sim 225$  ampères/cm<sup>2</sup>

La valeur du coefficient de partage effectif correspondant à chacun des essais a été déterminée au moyen de l'équation (1), utilisée sous la forme suivante :

$$\log(C_s/C_o) = \log k + (k-1) \log(1-g)$$

La Fig. 4 montre la variation de  $\log(C_s/C_o)$  en fonction de  $\log(1-g)$  pour un essai de solidification normale pour lequel un courant continu circulait dans le lingot; la régression linéaire calculée, de même que le coefficient de corrélation "r" y sont indiqués. Sont rapportées au Tableau 1 les valeurs de k pour différentes vitesses de solidification normale.

On notera l'effet utile, au point de vue purification, d'un courant continu circulant dans un lingot de solidification normale.

Cet effet d'un courant continu circulant dans un lingot de solidification normale sur le coefficient de partage effectif du soluté n'est pas exclusif au système étain-plomb. Les systèmes Bi-Sn, Sn-Bi, Pb-Cd, Sn-In, Sn-Sb, Sn-Tl (le premier métal nommé indique le solvant), ont été soumis à des essais de solidification normale comparables aux précédents, et des effets utiles semblables ont été observés (4, 5).

### Discussion

A partir des résultats pour le système étain-plomb donnés au Tableau 1, on peut faire les observations suivantes :

- quand un courant continu d'intensité de l'ordre de 225 ampères par centimètre carré circule dans un lingot de solidification normale, la ségrégation est plus poussée (c.-à-d. k est plus petit) que dans le cas où l'induction haute fréquence est utilisée; et ceci, quelle que soit la polarité du courant continu. Toutefois, quand la partie solide du lingot est reliée à la borne négative de la source

Fig. 3 — Description schématique des montages expérimentaux utilisés pour les essais de solidification normale.

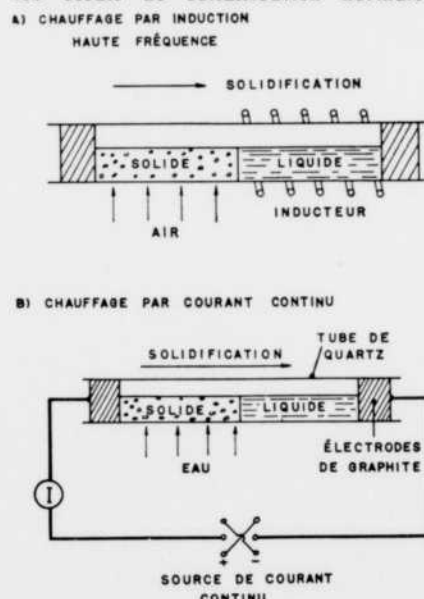
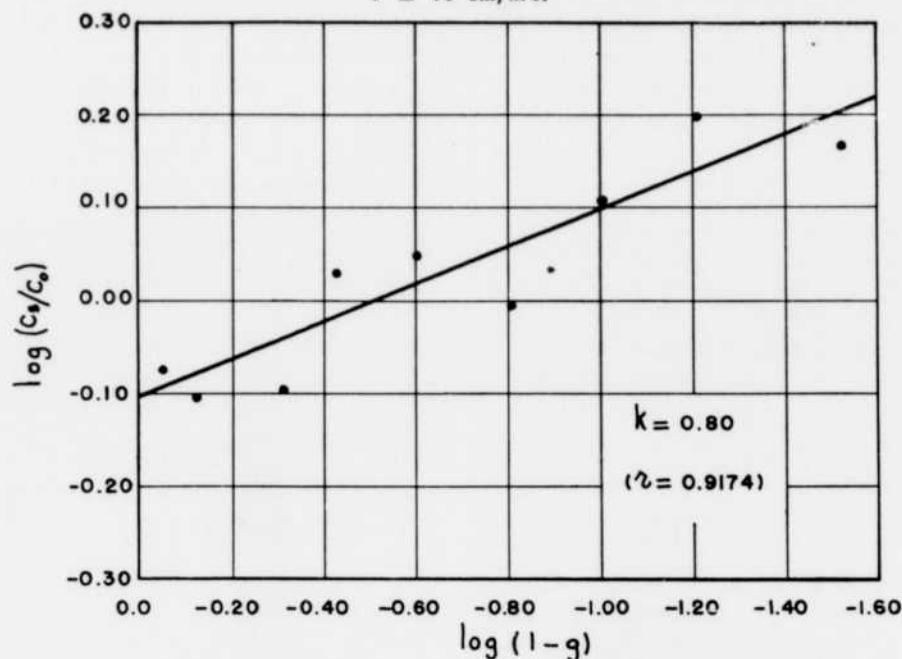


Fig. 4 — Essais de solidification normale :  $\log (C_s / C_0)$  en fonction de  $\log (1-g)$ .  
Alliage Sn-Pb;  $C_0 = 2\%$  Pb; longueur du lingot : 20 cm;  $I = 225$  ampères/cm<sup>2</sup>;  
 $V = 10$  cm/hre.



de courant, le coefficient de partage  $k$  est plus petit que celui obtenu dans le cas de polarité contraire.

- b) pour le cas où la partie solide du lingot est négative,  $k$  s'approche de l'unité pour une vitesse d'à peu près 50 centimètres à l'heure. Pour le cas du chauffage par induction,  $k$  s'approche de l'unité pour une vitesse à peu près égale à 20 centimètres à l'heure.

Les vitesses de solidification que nous avons choisies sont relativement élevées comparativement aux vitesses généralement utilisées en purification zonale. Ce choix intentionnel a été fait dans le but principal de mettre en évidence le fait qu'un courant continu circulant dans un lingot permet d'atteindre des vitesses auxquelles d'autres méthodes de chauffage rendent les procédés inefficaces. Ou, sous un autre aspect, pour une valeur de  $k$  donnée, il est possible d'augmenter considérablement le taux de déplacement du front de solidification; par exemple, pour  $k = 0.85$ ,  $V = 5$  cm/hre pour l'induction haute fréquence, et  $V = 20-25$  cm/hre pour un courant continu

circulant dans le lingot alors que le solide est négatif.

Les causes exactes des effets observés au cours des présents essais ne sont pas encore connues. Nous étudions présentement certains facteurs, comme par exemple le fait que le courant continu circulant dans le lingot causerait une certaine agitation du liquide, ce qui aurait pour effet de modifier l'empilement du soluté à l'interface de solidification. En outre, puisque les effets observés dépendent du sens du courant continu, nous examinons l'influence possible de l'effet Peltier à

l'interface de solidification; des mesures récentes (6) ont indiqué que le coefficient Peltier pour l'étain solide en présence de son liquide, à son point normal de fusion, est de l'ordre de 0.0012 volt.

Enfin, il est intéressant de noter qu'un effet semblable a été rapporté aux États-Unis pour le cas de la purification zonale du germanium (7).

#### Remerciements

Nous avons pu réaliser le présent travail grâce à des subventions du Conseil national de recherches et de la Northern Electric Company Limited.

Les analyses par rayons X de fluorescence et les calculs statistiques ont été exécutés grâce à la collaboration respective de MM. G. Perrault et B. Lanctôt, tous deux professeurs à l'École Polytechnique de Montréal.

#### Bibliographie

- (1) W. G. Pfann; *J. Met.*, 4, 747 (1952).
- (2) R. Tougas : Compte rendu présenté au Conseil national de recherches. Montréal, le 9 janvier 1961.
- (3) W. G. Pfann : *Zone Melting*, Wiley & Sons, 1958.
- (4) R. Tougas : Compte rendu présenté au Conseil national de recherches. Montréal, le 5 janvier 1962.
- (5) P. Nagy : Thèse de maîtrise, École Polytechnique, Montréal, 1961.
- (6) R. Tougas : *L'Ingénieur*, 49, no 193, 42 (1963).
- (7) Anonyme : Breakthrough (Newsletter, United Carbon Products Company), 3, 6 juin 1962.

TABLEAU I  
Coefficients de partage effectif déterminés à partir d'essais de solidification normale

— alliage Sn-Pb contenant initialement 2% Pb  
—  $I = 225$  ampères/cm<sup>2</sup>

	Taux de déplacement du front de solidification (cm/hre)					
	5	10	15	20	25	47.5
Chauffage par induction HF	0.87	0.92 0.91	0.99 0.95	≈1	≈1	≈1
Courant continu : solide positif	0.85	0.84	0.87	≈1	≈1	≈1
Courant continu : solide négatif	0.63	0.80	0.83	0.77 0.80	0.95	≈1



APPROUVÉES  
PAR LES  
ASSUREURS

APPROUVÉES PAR  
LES ASSUREURS

**Vous êtes probablement  
ASSURÉ  
contre le feu...**

**mais en êtes-vous PROTÉGÉ?**

Les pompes à incendie Darling vous offrent cette protection... une sûreté de rendement issue de 75 années d'expérience technique!

Vous profitez aussi, avec l'équipement Darling, de performances inégalées. Par exemple, la pompe à incendie centrifuge Darling à double succion et à volute sectionnée, classe 'B' (illustrée), est agencée de manière à ce que sa performance satisfasse aux exigences des assureurs, soit un débit d'au moins 150% du débit demandé avec une tête totale d'au moins 65% de la tête totale demandée. La tête maximum, avec débit nul, ne dépasse pas 120% de la tête totale demandée.

En plus, avant leur livraison, les pompes à incendie Darling, classe 'B', sont vérifiées dans nos laboratoires d'essais hydrauliques.

Ainsi, si vous désirez joindre la protection à l'assurance... fiez-vous à Darling pour des installations neuves ou de rechange. A la longue, l'équipement Darling coûte bien moins cher.

**DARLING BROTHERS LIMITED**

140, RUE PRINCE, MONTRÉAL, QUÉBEC.  
Succursales et représentants par tout le Canada.





# UNIVERSITAIRE

## UNIVERSITÉ LAVAL

**Monsieur le professeur Fernand Bonenfant**, du département de Physique a été nommé président des bibliothèques de l'Université Laval.

Lors du congrès de l'Union Internationale des Sciences pures et appliquées tenu récemment à Varsovie, **Monsieur le professeur Larkin Kerwin**, directeur du département de Physique, a été nommé membre du comité des bourses du Conseil National de Recherches à Ottawa.

**Monsieur Paul Marmet**, professeur du département de Physique de l'Université Laval, a assisté à Paris, à la 6e conférence internationale sur les phénomènes d'ionisation dans les gaz et à la 3e conférence internationale de physique, d'électronique et de collision atomique. À cette dernière conférence il a présenté une communication intitulée: "Comparison of collision cross sections associated with excited and ground state ions".

Au début du mois d'octobre, cinq nouveaux professeurs agrégés furent nommés à la faculté d'arpentage et de Génie forestier de l'Université Laval. Ce sont **MM. Paul Bousquet** (physique), **Miroslav Grandtner** (botanique), **André Fréchette** (photogrammétrie), **Gilles Ladouceur** (dendrométrie et photogrammétrie), et **Yvon Laflamme** (chimie).

Les Presses de l'Université Laval viennent de publier l'ouvrage intitulé "Travaux pratiques de Chimie générale" par **Monsieur le docteur Rodrigue Savoie**. Il est un diplômé de l'Université Laval et il se trouve présentement à l'Université Princeton, comme boursier post-doctoral, où il poursuit des travaux de recherche en spectroscopie moléculaire.

## ÉCOLE POLYTECHNIQUE

**Le Dr Roger-A. Blais**, professeur agrégé de géologie économique, a été nommé

membre du Comité de Géologie de l'Institut Canadien des Mines et de Métallurgie. Il a également été nommé membre du Comité de la Médaille Barlow du même Institut. Le professeur Blais sert également au Comité des Projets Spéciaux de l'Association des Géologues du Canada.

**Monsieur Paul Riverin, Poly '36**, a été nommé vice-président du Comité sur l'Éducation à la dernière Conférence des Ministres des Mines qui eut lieu à Halifax du 15 au 18 septembre.

En mars 1953, **le professeur Choquet** était nommé président d'un comité du Camp No 2 du Cérémonial d'Accueil dans la Profession d'Ingénieur. C'est l'organisation qui reçoit l'engagement des nouveaux diplômés et leur remet en gage l'anneau de fer. A ce titre, le professeur Choquet, qui est un des gardiens du Camp No 2, a pris part aux discussions qui ont résulté dans la préparation d'une traduction française du rituel.

## UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

# ÉCOLE POLYTECHNIQUE

## Service de l'extension de l'enseignement

PENDANT LA SESSION 1963-64 DES COURS DU SOIR SERONT DONNÉS SUR LES SUJETS SUIVANTS :

Evaluation foncière — Contrôle de la qualité des produits industriels par la méthode statistique — Statistiques industrielles — Manutention des matériaux — Entreposage — Béton précontraint — Résistance des matériaux — Théorie de la plasticité appliquée aux constructions — Charpentes — Constructions métalliques — Théorie orthotropique appliquée aux calculs des constructions — Théorie de l'élasticité appliquée aux constructions — Arpentage — Photogrammétrie — Technique routière — Principes de chauffage — Ventilation et air climatisé — Réfrigération — Mécanique — Calculs d'éléments de machines — Dynamique des machines — Dessin industriel — Simplification du travail industriel — Analyse des circuits linéaires — Technique des mesures en ultra haute fréquence — Programmation des calculatrices électroniques — Programmation avancée des calculatrices électroniques — Traitement électronique des informations — Instrumentation électronique — Les mathématiques de l'électronique — Eléments de la combustion — Principes de combustion et applications — Contrôle automatique — Soudage — Galvanoplastie — Principes de métallurgie — Diffraction et spectrofluorescence des rayons X — La radioactivité et ses applications.

DES RENSEIGNEMENTS PLUS COMPLETS SONT CONTENUS DANS LE PROSPECTUS DES COURS DU SOIR

FAITES-EN LA DEMANDE À

# ÉCOLE POLYTECHNIQUE

2500, ave Marie-Guyard,

Montréal 26

Tél. : RE. 9-2451

N.B. GRANDS TERRAINS DE STATIONNEMENT À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

à vos problèmes de pompage



il y a la solution F-M



Si vous avez un problème de pompage, examinez les énormes avantages que vous offre la gamme complète F-M—une grande diversité de pompes conçues pour répondre aux besoins de chaque industrie, de chaque municipalité. Grâce à des années d'expérience et de perfectionnements techniques, Fairbanks-Morse vous offre la *meilleure* pompe que vous puissiez obtenir. Une lettre ou un simple appel téléphonique vous apportera tous les détails—sans retard.



**POMPES FAIRBANKS - MORSE**

Fabriquées et mises en marché par

**Canadian Locomotive Company**

Toronto — 36 Park Lawn Road, Code régional 416 — 255-0175

Kingston — Ontario Street, Code régional 613 — 548-7731

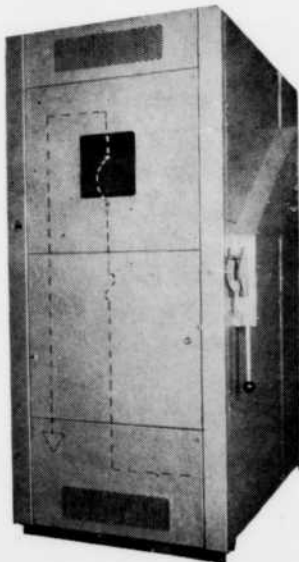
Vente, service et pièces dans tout le Canada.

**CELLULE D'ENTRÉE  
"STOP'ARC"  
TYPE "ISA"**

**DISJONCTEUR  
DANS L'AIR  
"STOP'ARC"**

**600 A. 7.5 & 15 KV. 3P.**

Déclenchement automatique des 3 phases. Capacité de rupture : 600 MVA. Rapidité : Circuit dégagé en  $\frac{1}{8}$  de période. Verrouillage intégral. Commande manuelle ou électrique. Stationnaire ou débrochable.



MONTMAGNY  
C.P. 1300  
Tél. 235 & 236

MONTREAL  
170 Dorchester est  
Tél. 861-7445

**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.**

**1275, Hodge — Montréal 9 — 744-2866**

*Propositions préparées sur demande*

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

*Si vous cherchez  
un appareil à enregistrer...*



*est le Rendez-vous des grandes marques :*

**AMPEX • SONY • ROBERTS • WEBCOR**

*Dépliants et catalogues vous seront gratuitement  
envoyés sur demande.*

**PAYETTE RADIO LIMITÉE**

730 ouest, rue Saint-Jacques — UN. 6-6681

**Montréal 3**

# Nouvelles des Ingénieurs

Ces nouvelles nous sont communiquées par les correspondants de l'Ingénieur dans les régions suivantes : Ottawa - M. Roger Saint-Denis, Faculté des Sciences Pures et Appliquées, Université d'Ottawa; Québec - M. Raymond Côté, 547 av. Royale, Beauport; Sherbrooke - M. Michel Normandin, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke. Les ingénieurs de ces régions voudront bien transmettre leurs nouvelles à ces correspondants. Ceux de la région de Montréal peuvent communiquer avec M. Ernest Lavigne à l'École Polytechnique.

**Anton, Marc Alain, Poly '62**, revenu il y a quelque temps de Boston où, après une année d'études post-universitaires au M.I.T., il a obtenu la maîtrise en hydraulique, est maintenant au service de l'étude conseil Cartier, Côté, Boulva, Wermerlinger & Associés, à Montréal.

**Arpin, Jean-Victor, Poly '38**, a été récemment nommé Directeur du Service de la Voie publique, par le Comité Exécutif de la Cité de Montréal. Monsieur Arpin était directeur-adjoint du service depuis 1955.

**Beauregard, André Jacques, Poly '63**, autrefois au service de la Voirie provinciale, est maintenant ingénieur municipal à Drummondville.

**Berthiaume, Normand, Poly '61**, ingénieur au Service des immeubles de la Banque Canadienne Nationale, a été élu directeur de la "Building Owners and Managers Association".

**Bisson, Raymond, Poly '57**, a été récemment promu Assistant exécutif au Service des ventes de la Canada Cement Co., Ltd., au siège social de la société, à Montréal.

**Boire, Georges-A., McGill '49**, autrefois au "Retail Sales-Marketing Department", de la société Imperial Oil Ltd., a été nommé vice-président et directeur général de la compagnie Champlain Oil Products Ltd.

**Boivin, Louis-G., Poly '49**, qui était gérant de la région du sud, au service de la Compagnie d'Électricité Shawinigan (Service de la distribution), a été nommé adjoint provisoire, au service de la distribution, au siège social de l'Hydro-Québec, à Montréal.

**Bonneau, Louis-Philippe, Laval '42**, Vice-recteur et professeur de thermodynamique appliquée à l'Université Laval, a été nommé au Conseil National de Recherches pour un terme de trois ans.

**Bourget, Maurice, Poly '32**, Président du Sénat, a été récemment élu membre du Conseil d'administration de British Newfoundland Corporation Ltd. M. Bourget est aussi membre associé de l'étude conseil Demers, Bourget, Lemieux & Roy, dont les bureaux sont à Québec et à Montréal.

**Bournival, Pierre, Laval '48**, secrétaire général de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, a été élu membre du conseil d'administration de l'American Society of Association Executives à la dernière assemblée annuelle de cette société tenue à Dallas, au Texas. Monsieur Bournival est le premier et le seul canadien-français à être élu au conseil de cette société qui groupe les directeurs permanents de plus de 2000 associations professionnelles et industrielles des États-Unis et du Canada.

**Brouillet, Ignace, D.Sc.A., Poly '29**, a été élu récemment à la présidence du Conseil de l'Alliance, compagnie mutuelle d'assurance-vie, société dont il faisait déjà partie de l'exécutif.

**Brunelle, Jean, Poly '60**, qui s'occupait autrefois d'entretien du matériel lourd pour la société Iron Ore, à Schefferville, occupe depuis le début de septembre le poste de Surintendant de l'entretien à la Division Howard Smith de la compagnie Domtar, à Beauharnois, P.Q.

**Brunelle, Pierre, Poly '62**, autrefois au service de la Cie de Téléphone Bell du Canada, est maintenant Ingénieur des projets pour Westminster Paper Co. Ltd., à Crabtree Mills, P.Q.

**Cabana, Léo-Paul, Poly '31**, a pris sa retraite récemment, après avoir été Directeur du Service de la Voie publique, pour la Cité de Montréal pendant 10 ans. Il était, depuis janvier 1932, au service de la Cité qui l'envoya se spécialiser à l'Université Harvard, en 1935. À son retour, il fut nommé ingénieur sanitaire au Département de la Santé, dont il devint ingénieur surintendant, en 1951. On lui confia la direction du Service de la voie publique, nouvellement établi, en 1953.

**Canac-Marquis, Yvan, Laval '60**, a été nommé ingénieur attaché à la compagnie L-P. Gagnon Limitée, entrepreneurs généraux et marchands de béton préparé, de Lévis.

**Carbonneau, Côme, '48**, chargé des cours de géomorphologie à Polytechnique, vient d'accéder au poste de vice-président administrateur de la société

St. Lawrence Columbian and Metals Ltd., qui exploite les gisements d'Oka.

**Caron, Yvan, Poly '62**, qui était au service du Ministère fédéral des Travaux Publics depuis l'obtention de son diplôme, est maintenant au Département des Travaux Publics de la Cité de Montréal.

**Carrière, Jean-P., vice-président exécutif et directeur général de la société Franki of Canada Ltd.**, a été nommé membre du Conseil d'administration de Turnbull Elevator of Canada Ltd., le 1er octobre 1963.

**Cartier, Jacques, Poly '62**, autrefois au service de la Coopérative d'Habitations de Montréal est, depuis quelque temps, au service du bureau conseil Bégin, Charland & Valiquette, spécialistes en évaluation.

**Chauret, Edmour, Poly '24**, qui fut, jusqu'à sa retraite, chef des Laboratoires d'Essai et d'Inspection de la Cité de Montréal, et qui agissait comme Conseiller technique de la société Laboratoire de Béton Inc. depuis sa fondation, est maintenant attaché à l'étude conseil Lalonde, Valois, Lamarre, Valois et Associés, à titre de spécialiste en matériaux.

**Cordeau, François, Poly '61**, a quitté l'emploi de Marine Industries Limited pour la compagnie Chantier Maritime de Saint-Laurent (Québec) Inc. en qualité de vice-président et de gérant général.

**Cristel, Jean-Paul, Virginia Poly. Inst. '49**, qui était directeur de la vente, domiciles et fermes, au Service de la Distribution de la Compagnie d'Électricité Shawinigan, est passé au siège social de l'Hydro-Québec, à Montréal, à titre d'adjoint provisoire, vente.

**Dauphinais, Ernest, Poly '41**, de l'étude Dauphinais & Bélanger, ingénieurs conseils de Chicoutimi, a été récemment élu au Conseil d'administration de la compagnie d'assurances La Sauvegarde.

**Delisle, Claude, Laval '58**, est parti pour Rochester en septembre dernier afin de poursuivre des études post-doctorales.

REgent 1-8521

## BEAUCHEMIN, BEATON, LAPOINTE

*Ingénieurs-conseils*

J.-A. BEAUCHEMIN  
W. H. BEATON

H. LAPOINTE  
R.-O. BEAUCHEMIN  
PAUL BEAUCHEMIN

6655, Côte des Neiges (suite 410) Montréal 25

REgent 3-8264

## LEBLANC & MONTPETIT

*Ingénieurs-conseils*

*Spécialistes : PLANS et DEVIS*

Electricité, Plomberie, Chauffage, Ventilation  
Electrification rurale, Air climatisé.  
Egouts et Aqueducs Municipaux

6655, Côte des Neiges (Ch. 470) Montréal, Qué.

## Lalonde, Girouard & Letendre

*Ingénieurs-conseils*

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

Tél. : AV. 8-1246-7

## LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

*Bureau fondé en 1928*

LABRECQUE, GAGNON & NEUGEBAUER

*Ingénieurs-conseils*

10 ouest, rue St-Jacques  
MONTRÉAL

## 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

## ÉTUDE C.-E. GRAVEL

*Ingénieurs-Conseils*

J.-B. Nobert, Ing. P.  
Y. Girard, Ing. P.  
F. Côté, Ing. P.  
A. Lamarre, Ing. P.  
G.-P. Lemieux, Ing. P.  
E. Bélanger, Ing. P.  
R. Trottier, Ing. P.

**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

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

J.-René Lalancette, Ing. P., B. Sc. A.,  
Pierre-G. Beaulieu, Ing. P., B. Sc. A.,  
Chargé du cours de constructions  
métalliques à Polytechnique.

## 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

## GOULET, ST-PIERRE, BERTRAND, CHARRON & SAVOIE

INGÉNIEURS-CONSEILS

Génie Municipal, évaluation scientifique  
Charpente et fondation,  
Traitement d'eau et d'égouts

**ARMAND SAINT-PIERRE ET ASS.**

ARPENTEURS-GÉOMÈTRES

11 ave des Châtaigniers, Drummondville-Ouest GR. 8-0808  
82 rue King Ouest, Sherbrooke LO. 9-7022  
117 rue Notre-Dame Est, Victoriaville 752-5989

**Demers, Pierre, McGill '52**, ingénieur conseil de Montréal a été élu président de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, lors de la 44e assemblée annuelle de la Corporation, tenue à Québec.

**Donato, Georges, Poly '51**, autrefois adjoint administratif à la Commission de transport de Montréal, a été promu au poste de Directeur du Service du génie et entretien des propriétés.

**Drouin, Paul-Émile, Poly '47**, ingénieur hydraulicien à l'Hydro-Québec, a été élu vice-président de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, à la 44e Assemblée annuelle de la Corporation.

**Ducharme, Gaétan, Poly '49**, vice-président de la société de constructions générales J.-R. Robillard Ltée, a été récemment élu au Conseil d'administration de la compagnie d'assurances La Sauvegarde.

**Dufresne, Alphonse-Olivier, D.Sc., Poly '11**, autrefois sous-ministre des Mines du Québec, a été décoré de la médaille Archambault, au cours de l'automne en reconnaissance de sa contribution à l'organisation de l'exploitation minière au Québec.

**Dufresne, Cyrille, Laval '43**, qui était autrefois ingénieur en chef du projet Carol de la société Iron Ore Co. of Canada, occupe maintenant le poste de Directeur adjoint du Projet de sidérurgie du Québec.

**Dumas, Claude, Poly '63**, qui était ingénieur industriel à la société Ralston Purina, depuis l'obtention de son diplôme, est maintenant à l'emploi de P. A. Management Consultants, société affiliée à Riddell, Steel, Graham & Associates, de Montréal.

**Dupont, Jean, Poly '56**, autrefois ingénieur à la section "électricité" de l'étude conseil Leblanc & Montpetit s'est joint à deux confrères pour fonder la société Dupont, Larose & Perrault, ingénieurs conseils à Montréal.

**Filiatrault, Roméo, Poly '47**, est depuis quelque temps membre associé du bureau conseil Surveyer, Nenniger & Chênevert, à Montréal.

**Filteau, Paul-A., Queen's '41**, autrefois Directeur des Relations extérieures de la société Quebec Cartier Mining Co., à Port Cartier, P.Q., a été nommé récemment secrétaire général de la Quebec Asbestos Mining Association, dont le bureau est à Québec.

**Gagné, Gérard-Marie, Laval '62**, fait maintenant partie du bureau de André Gilbert, ingénieur-conseil, de Québec.

**Girard, Gilles-M., Poly '58**, assistant professeur au Département de Génie civil, à l'École Polytechnique, a fondé récemment l'Institut Côte des Neiges Enrg., école du soir donnant, pour adultes, des cours du soir depuis la 8ème jusqu'à et y compris la 12ème année, et conduisant au Diplôme du Département de l'Instruction Publique.

**Godbout, Adolphe-G., McGill '41**, autrefois directeur général pour l'est

du Canada, de Weldwood Plywood Ltd., a récemment été nommé Directeur des opérations de la société Enlèvement Sanitaire des Rebutis Inc. (Sanitary Refuse Collectors Inc.), à Montréal.

**Godbout, Pierre, Poly '60**, qui était au service de la Compagnie de Téléphone Bell depuis l'obtention de son diplôme, en Génie physique, fait maintenant partie du personnel enseignant aux départements de Génie électrique et physique à l'École Polytechnique de Montréal.

**Hediger, Louis, Zurich '22**, qui était ingénieur des sous-stations, au Service de la Distribution de la Compagnie d'Électricité Shawinigan, aux Trois-Rivières, a pris sa retraite à la fin d'octobre dernier.

**Huard, Jean-Pierre, Poly '61**, autrefois au service de la Division Wire & Cable de la Northern Electric, à Lachine, est depuis quelque temps au Service de l'Hygiène industrielle du Ministère provincial de la Santé à Montréal.

**Laberge, K.-G., Sask. '36**, spécialisé depuis plusieurs années dans l'industrie canadienne de la pulpe et du papier, a été nommé vice-président, Division Cellulose, de la société Rayonier Canada Ltd.

**Lafontaine, Yvon, Poly '58**, qui était représentant technique à la Division des Explosifs de la C.I.L. à Montréal depuis l'obtention de son diplôme, a été nommé gérant de l'usine de la West African Explosives and Chemicals Ltd., à Harbel, en Libérie, Afrique de l'ouest. Cette société africaine est une filiale de la Canadian Industries Limited.

**Laliberté, Roger, Laval '61**, a été élu président de la Fédération des Jeunes Chambres de Commerce du Québec. M. Laliberté est géologue à l'emploi de la Canadian Johns-Manville Co. Ltd. à Asbestos.

**Lambert, Pierre, Poly '62**, qui était conseiller technique au Ministère des Richesses naturelles du Québec depuis l'obtention de son diplôme, fait maintenant partie du groupe des ingénieurs des projets, au bureau de Québec, de la société The Master Builders Co., Ltd.

**Larose, Maurice-B., Poly '52**, s'est associé récemment à deux confrères pour former l'étude Dupont, Larose, & Perrault, ingénieurs conseils, à Montréal.

**Lavigne, Jacques, Poly '63**, qui travaillait aux installations extérieures pour la Cie de Téléphone Bell, depuis l'obtention de son diplôme, est maintenant ingénieur municipal au service de la Cité de Saint-Laurent, près de Montréal.

**Legault, Jean-Charles, Poly '63**, autrefois du bureau conseil Lalonde, Girouard & Letendre, est maintenant assistant ingénieur municipal, à Pierrefonds, sur l'Île de Montréal.

**Leroux, Georges-G., McGill '40**, autrefois vice-président de Foundation of

Canada Engineering Corporation Ltd., est maintenant gérant du bureau, au siège social de General Engineering Co. Ltd. (GECO), société d'ingénieurs conseils dont les opérations sont internationales.

**Marchessault, Claude, Poly '62**, qui était au service de Spancrete Ltd., est ingénieur résident au chantier des approches du pont Champlain, pour le compte du bureau conseil Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés, depuis la mi-octobre 1963.

**Martineau, Jean-Clément, Laval '61**, autrefois au service de la Shell Oil Co. of Canada Ltd., a été récemment nommé au poste de chef du Technical Advisory Service de la société de construction Blackwood Hodge Quebec Limited.

**Matte, Gérard, Laval '47**, faisait partie de la délégation canadienne à une Conférence Quadripartite des Armées A.B.C.A. pour la Normalisation Électronique à Londres en octobre 1963. Il assistait à titre d'avisur technique en rapport avec les contremesures tactiques. M. Matte est maintenant chef de section à l'Army Equipment Engineering Establishment à Ottawa.

**Mercier, Jules, Poly '40**, autrefois ingénieur à la société Canadian General Electric, est maintenant président de la société Fishback & Moore of Quebec Ltd., entrepreneurs électriciens à Montréal.

**Miller, Roger-E., Poly '61, Stanford '62, M.Sc.**, est de retour de Paris où il fit un stage à la Chambre Syndicale de la Sidérurgie Française. M. Miller étudia l'organisation et la direction industrielle des entreprises sidérurgiques.

**Mongeau, Claude, Poly '57**, autrefois ingénieur de la Cité de Chateauguay Centre, est maintenant au service de l'étude conseil Lalonde, Girouard & Letendre, à Montréal.

**Nenniger, Émile jr., Ph.D., Queen's '50**, a été récemment nommé membre associé de la firme Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs conseils, à Montréal.

**Perrault, Guy, Poly '60**, autrefois au bureau conseil Leblanc & Montpetit, s'est associé récemment à deux confrères pour fonder l'étude Dupont, Larose & Perrault, ingénieurs conseils, à Montréal.

**Pomerleau, Eugène, Laval '56**, autrefois du bureau de Paquet & Dutil, est maintenant associé au bureau de Cimon et Pomerleau, ingénieurs-conseils, de Québec.

**Prieur, Jean, Poly '49**, autrefois vice-président de Frank Lapan Ltd., entrepreneurs généraux, est maintenant président de la société Service forestier de Montréal.

**Proulx, Jacques, Laval '62**, vient d'obtenir une maîtrise en structures à l'Université de Stanford. Boursier de cette université, il poursuit présentement ses études pour l'obtention d'un doctorat.

**Riel, Jean-Pierre, Poly '60**, autrefois spécialiste en structures de béton, au

EDOUARD DESLAURIERS, Ing. Prof.  
C. EDOUARD MERCIER, Ing. Prof.

## DESLAURIERS & MERCIER

*Ingénieurs-conseils*

ÉDIFICE MEDICO DENTAL

Montréal 25

1396 ouest, rue Ste-Catherine      Tél. : UN. 6-4984

## LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS

*Ingénieurs-conseils*

615, rue Belmont

Montréal 3

## DESJARDINS & SAURIOL

INGÉNIEURS-CONSEILS

- TRAVAUX PUBLICS
- BÂTIMENTS
- TRAVAUX MUNICIPAUX

400, boul. Labelle, Chomedey      MU. 1-9221

Ingénieurs adjoints :  
PHIL. LEMIEUX - JACQUES ROY

## Geo. Demers

*Ingénieur-conseil*

845 ouest, rue St-Cyrille

Québec

## Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés

*Ingénieurs-conseils*

366, ave Lafleur, Lasalle

Montreal 32, P.Q.

DOMinic 6-2870

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

Gabriel Cloutier, A.G.I.F.M.F.      J. Adrien Chalifour, A.G.  
Gilbert Simard, A.G.I.F.

86, Côte de la Montagne

Québec 2

HENRI-JULIEN LEMIEUX, Ing.P., A.G.  
JEAN TÉTREAU, Ing.P., A.G.

## LEMIEUX, TÉTREAU & Associés

INGÉNIEURS-CONSEILS  
ARPENTEURS-GÉOMÈTRES

François Lalande, Ing. P. M.Sc.      Anthony H. Roy, Ing.P.

Génie municipal et sanitaire  
Béton, structure, mécanique

2, boul. Désaulniers, St-Lambert  
105 ouest, rue St-Jacques, Montréal

ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE - AIR CLIMATISÉ  
RÉFRIGÉRATION - PLOMBERIE

## BOUTHILLETTE & PARIZEAU

INGÉNIEURS-CONSEILS

9825, rue VERVILLE  
MONTREAL  
DU. 7-3747

R. Bouthillette, Ing.P., M.S.  
M. Parizeau, B.A., Ing.P.  
J. Houle, B.A., Ing.P.  
J.-C. Hébert, Ing.P.  
M. Pouliot, Ing.P.  
J.-G. Gagné, Ing.P.

bureau conseil Claude Lanthier, est maintenant au bureau Desjardins & Sauriol, à Chomedey.

**Sarault, Gilles, McGill '34**, ingénieur conseil de Québec et ancien président de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, a été élu président du Conseil Canadien des Ingénieurs Professionnels. Il vient également d'être appelé à la direction du service de Génie de l'EXPO 1967.

**Séguin, Maurice-J., McGill '56**, ingénieur conseil, s'est récemment associé à d'autres bureaux d'ingénieurs pour acquérir un intérêt majoritaire dans General Engineering Co. Ltd., (GECO), société d'ingénieurs conseils qui fonc-

### INGÉNIEUR EN RADIO

Une Compagnie de téléphone située dans la région du Bas St-Laurent requiert les services d'un ingénieur en radio.

Très bon salaire et bonnes conditions de travail. Semaine de 5 jours, deux semaines de vacances, plans de sécurité sociale.

Les intéressés devront adresser leur application en mentionnant le salaire désiré à Case Postale 15, L'Ingénieur, 2500, ave Guyard, Montréal 29.

À VOTRE SERVICE

BANQUE

CANADIENNE

NATIONALE

tionne à l'échelle nationale et internationale.

**Simard, Pierre, Laval '53**, qui était autrefois ingénieur de distribution, à la compagnie Quebec Power, a été récemment promu au poste d'ingénieur-surintendant pour la transmission et la distribution, dans le Québec métropolitain.

**Torrealba, Jorge, Poly '62**, autrefois ingénieur au département de structure de Montreal Engineering Co. Ltd., est maintenant ingénieur en chef au service de la société de charpentiers en fer Abitibi Steel Inc., à Val d'Or, P.Q.

**Tremblay, Jean-Marc, Poly '63**, qui faisait partie du service technico-commercial de la société Canadian Blower & Forge, depuis l'obtention de son diplôme, est maintenant au département de plomberie, chauffage et ventilation de l'étude conseil Pageau & Morel, à Montréal.

**Trépanier, Gérard, Poly '62**, ancien président de l'A.E.P., qui était ingénieur industriel au service de la société Domtar, à Red Rock, Ont., est revenu à Montréal depuis le début d'octobre. Il travaille maintenant pour les Laboratoires Industriels & Commerciaux, dont M. Lucien Perrault, Ing.P., Poly '27, est président et gérant général.

### NÉCROLOGIE

**Asselin, Roger, Poly '63**, est mort accidentellement, le 17 octobre 1963. Né à Verdun, P.Q., le 27 janvier 1939, il fit ses études secondaires à l'École St-Henri et son cours d'ingénieur à l'École Polytechnique où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et Ingénieur civil, avec distinction, au printemps 1963. Il était à l'emploi de la société J.-E.-A. Levasseur Construction Ltée, au moment de l'accident dont il fut victime.

**Baudoin, Oscar, Poly '07**, est décédé le 2 octobre 1963. Né à St-Jean d'Iberville en 1885, il fit ses études secondaires au Mont-St-Louis et son cours d'ingénieur à l'École Polytechnique où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et Ingénieur civil, en 1907. Plus tard, il obtint son diplôme d'arpenteur-géomètre de la faculté des Sciences de l'Université Laval. Sa carrière professionnelle se partagera entre le génie municipal et l'arpentage. Ingénieur de la ville

de Pointe-Claire pendant un quart de siècle, il fut, en même temps, ingénieur conseil pour plusieurs municipalités. Versé dans les problèmes de circulation, il avait présenté, en 1945, un projet de voies élevées à la Cité de Montréal.

**Crépeau, Louis, McGill '26**, est décédé à Québec, le 14 février dernier. Il fut ingénieur de la Cité de St-Hyacinthe pendant une dizaine d'années, puis ingénieur conseil dans la région de Montréal pendant une autre décennie, avant d'entrer au Service Civil provincial, où il détenait le poste d'ingénieur en chef adjoint au Ministère des Travaux publics, au moment de son décès.

**Langelier, J.-Napoléon, Poly '10**, est décédé tragiquement le 24 septembre 1963, au cours d'une excursion au club de pêche Minomagan, près de La Tuque, dont il était membre fondateur.

Né à l'Islet, le 26 mars 1885, monsieur Langelier fit ses études classiques au collège Ste-Anne-de-la-Pocatière, où il obtint son B.A. Il vint ensuite à Polytechnique où il reçut les diplômes de Bachelier ès Sciences Appliquées et Ingénieur Civil en 1910. Il débuta dans la carrière comme assistant de l'ingénieur municipal à la Cité d'Outremont. En 1915, il passa au service de la ville de Pointe-aux-Trembles comme ingénieur de la Cité. En 1922, il fut engagé comme Gérant municipal, par la ville de La Tuque. Trois ans plus tard, en 1925, il revint dans la région métropolitaine à titre de Gérant de la ville de Montréal-Est, poste qu'il cumula avec celui d'assistant de l'ingénieur en chef de la Commission Métropolitaine de Montréal. Quinze ans plus tard, en 1940, il fut nommé ingénieur en chef de la Commission Métropolitaine, poste qu'il occupa jusqu'au moment de sa retraite, il y a deux ans.

À titre d'ancien président de l'Association des Diplômés de Polytechnique, monsieur Langelier reçut son parchemin de Gouverneur de l'Association, au cours du banquet annuel de février 1963.

**Lepage, Michel, Laval '58**, est décédé, à Québec, le 28 juillet à l'âge de 30 ans. Il faisait partie du bureau de Piette, Audy, Lepinay et Bertrand, ingénieurs-conseils, de Québec.

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.

## BEAUDRY, BEAULIEU, DUPUIS, MORIN

*Ingénieurs-conseils*

TRAVAUX PUBLICS — TRAVAUX MUNICIPAUX  
STRUCTURE GÉOTECHNIQUE

9666, ave Pelouin — Montréal 12 Tél. 387-3763

## LABORATOIRE DE BÉTON INC.

INSPECTION DES AGRÉGATS — CONTRÔLE DES MÉLANGES  
SURVEILLANCE

Sous la direction d'ingénieurs professionnels

André Bisailon, Ing. P. Gilles E. Buteau, Ing. P.  
Jean Chartrand, Ing. P. Jean-Guy Larocque, Ing. P.  
Edmour Chauret, Ing. P. Roger Leduc, Ing. P.

3800 est, boul. Métropolitain  
Montréal 38

Tél. : 729-6394  
(Code régional 514)

## LABORATOIRE D'ESSAIS UNIVERSEL INC.

Gaétan Couture, Ing. P.  
Jean-Guy Paquette, Ing. P.  
J. A. Guy Sicard, Ing. P.

EXPERTISE EN SOL — BÉTON — ASPHALTE

*"Un essai vaut l'opinion de mille experts"*

1948 ouest, boul. Dorchester — Montréal — 935-7487

JEAN DOUCET, Ing. P.  
Secrétaire-trésorier

AUGUSTE DOUCET  
Président

## DOUCET & DOUCET LTÉE

ENTREPRENEURS

CHAUFFAGE — PLOMBERIE

1640 ave North, coin Rockland  
MONTRÉAL

CR. 4-5426

## Collet Frères, Limitée

*Entrepreneurs généraux*

1978 rue Parthenais,  
MONTRÉAL, Qué.

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

VI. 4-3451

## Les Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée

INSPECTION — ESSAIS — ANALYSES

1449, rue Crescent

Montréal

## T. TOUZIN

*Ingénieur-Conseil*

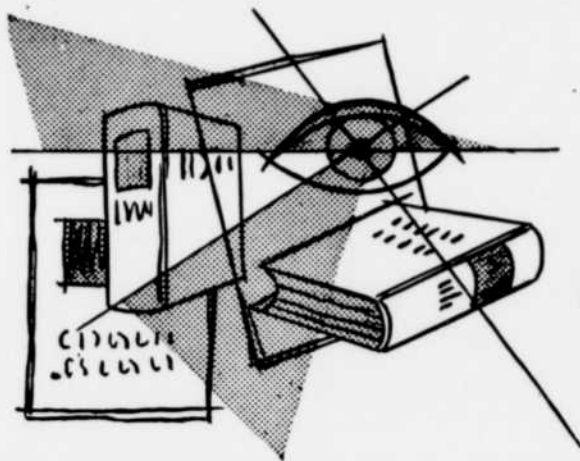
Recherche et localisation des pertes d'eau.  
Mesure des pertes de charge, débits, pressions, etc.  
Détermination des caractéristiques de pompes : débit, puissance, rendement.  
Etude de projets d'aqueduc.  
Analyse des réseaux d'aqueduc à l'aide de calculatrices électroniques.

1925 Bord du Lac, Dorval, P.Q.

631-1517

## DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

*Le Prêt d'Honneur  
des Diplômés de Polytechnique  
compte sur vous!*



## Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

**Calcul plastique des constructions, Tome II, structures spatiales,** par CH. MASSONNET, et M. SAVE. Un volume, éd. 1963, 9½ x 6¼, 473 pages, 340 figures, broché : 580 FB. Bruxelles, Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier.

Le calcul en plasticité des ossatures métalliques est maintenant d'usage officiel dans de nombreux pays. Il s'avère plus simple que le calcul en élasticité et plus rationnel, car il fournit la charge de ruine avec une bonne précision ; en outre, il permet une économie appréciable d'acier par un dimensionnement direct qu'il est possible d'optimiser.

Ce deuxième volume expose la théorie générale qui permet d'appliquer le calcul en plasticité à d'autres types de structures et à divers matériaux ductiles. Le développement est rigoureux tout en utilisant le minimum de mathématiques. Les concepts nouveaux sont introduits progressivement et appliqués ensuite tant aux structures en acier (plaques, coques, pièces planes, disques en rotation, tubes épais) qu'aux plaques et coques en béton armé.

**Structures laminaires en béton armé,** par G. VINACCIA. Un volume, éd. 1963, 9½ x 6, 122 pages, 80 figures, broché : 19 F. Paris, Dunod.

Dans le domaine du béton armé, des perspectives sont offertes par l'emploi de nouvelles structures laminaires, conçues par l'auteur. Construites et expérimentées pendant de nombreuses années, elles peuvent être fabriquées de façon artisanale avec un outillage très modeste. Nécessitant peu de fer et de béton, ainsi qu'une main d'œuvre réduite, ces structures sont de ce fait économiques. Ces avantages, ainsi qu'une plus grande résistance aux charges externes, résultent de la mise à profit des sollicitations internes que provoque le retrait du béton. Ainsi, la force du retrait, considérée jusqu'ici statiquement négative, est de ce fait utilisée.

Une autre particularité de ces structures, qui accroît leur intérêt, est l'utilisation, non seulement des armatures métalliques, mais aussi des éléments préfabriqués de béton et céramiques.

**Un, deux, trois... l'infini,** par G. GAMOW. Un volume, éd. 1963, 2ème édition, 8½ x 6¼, 300 pages, 116 figures, broché : 13 F. Paris, Dunod.

... Atomes, étoiles et nébuleuses, l'entropie et gènes, comment l'espace est courbe, et pourquoi une fusée se raccourcit, tels sont quelques-uns des sujets pris dans ce livre du Professeur GAMOW, père spirituel du célèbre M. TOMPKINS, dont une nouvelle édition vient d'être publiée chez DUNOD.

En effet, GAMOW, toujours avec humour, met à la fois son lecteur en présence des faits et des théories les plus passionnantes de la science moderne, en dressant, à ce sujet, un tableau général de l'Univers dans ses manifestations microscopiques et macroscopiques, tel qu'il se présente actuellement aux yeux des savants.

Mais l'auteur, bien entendu, a dû choisir ses sujets, qui l'ont été avec le souci d'embrasser rapidement tout le champ de la connaissance scientifique, et aussi selon leur degré d'intérêt.

Ainsi, en une sorte d'abrégé, avec GAMOW, le lecteur simplement curieux jongle avec les nombres, découvre le monde à quatre dimensions et la relativité de l'espace et du temps, parcourt l'échelle des dimensions, bute sur l'énigme de la vie, explore les horizons en expansion, autant de problèmes fondamentaux, largement mais scientifiquement traités, en une fresque qui vaut le meilleur des romans.

**Guide de l'agglomération des sables silicieux par le procédé silicate de soude - gaz carbonique,** par MICHEL JEANCOLAS et XAVIER VIROLLE. Un volume, éd. 1963, 10½ x 8, 46 pages, broché : 18 F. Paris, Editions Techniques des Industries de la Fonderie.

Près de 25% des noyaux réalisés en fonderie le sont maintenant à partir de sable silicieux lié au silicate de soude durci par action du gaz carbonique.

C'est dans le but de faire connaître ce procédé que le CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES DE LA FONDERIE vient de mettre au point un guide qui, sous une forme condensée, apporte

tous les renseignements utiles à une mise en oeuvre convenable.

**Génie chimique. Tome I. Techniques - Opérations fondamentales - Cinétique chimique - Calcul des réacteurs,** par K. WINNACKER et L. KUCHLER. Un volume, éd. 1963, 9¾ x 6, 450 pages, 152 figures et 32 tableaux, relié. 89 F. Paris, Editions Eyrolles.

Le "Traité de chimie appliquée" de MM. WINNACKER et KUCHLER tient une place de premier plan dans la littérature technique mondiale. L'édition française a donc été accueillie avec la plus grande faveur par les ingénieurs francophones et de langue latine.

Il se situe entre un cours de technologie chimique et une encyclopédie.

Ce tome premier est consacré à deux domaines réunis sous le titre de "Génie chimique". C'est ce qui a conduit les auteurs à diviser le volume en deux parties.

Dans la première partie, intitulée *Techniques des procédés*, il a été particulièrement tenu compte des conditions opératoires et des problèmes de l'industrie chimique.

La seconde partie concerne la *Cinétique chimique*, présentée sous son aspect général, avec des applications industrielles.

**Étude critique des bases de l'interprétation actuelle de la mécanique ondulatoire,** par Louis de BROGLIE. Un volume, éd. 1963, 9½ x 6¼, 98 pages, broché : 28 F. Paris, Gauthier-Villars.

**Mécanismes électroniques en chimie organique,** par MARC JULIA. Un volume, éd. 1963, 2e édition, 9½ x 6, 113 pages, broché : 16 F. Paris, Gauthier-Villars.

**Catalogue général : Éditions scientifiques. Diffusion littéraire et artistique.** Un volume, éd. 1963, 8½ x 6¼, 268 pages, broché : 5 F. Paris, Hermann.

**Facteurs, conditions et mécanismes de la croissance de l'entreprise,** par E. TILTON PENROSE. Un volume, éd. 1963, 10 x 6, 224 pages, relié : 44 F. Paris, Editions Hommes et Techniques.

**Les prévisions de vente** (compte rendu des journées d'études de la Cégos). Un volume, éd. 1963, 10 x 6, 212 pages, relié 34 F. Paris, Editions Hommes et Techniques.

Le mérite de cet ouvrage est de ne pas se limiter aux indications méthodologiques mais de présenter des expériences réellement menées dans des entreprises de taille et de caractère différents. Les exemples concrets cités montrent le parti que chaque entreprise tire de ses prévisions de vente dans les domaines les plus divers.

**Rémunération objective des cadres et du personnel**, par ELLIOTT JAKUES. Un volume, éd. 1963, 10 x 6, 320 pages, 30 figures, relié : 40 F. Paris, Editions Hommes et Techniques.

L'intérêt du livre d'E. Jaques est de présenter une théorie qui permet :

— de mesurer objectivement le niveau d'un poste de travail.

— de déterminer la rémunération équitable de chaque poste et d'élaborer l'échelle des salaires de l'entreprise.

**Petite histoire d'une grande industrie**, par ANDRÉ A. GARANGER. Un volume, éd. 1960, 11 x 8 1/4, 287 pages, relié. Neuilly-sur-Seine, Société d'Édition pour la Mécanique et la Machine-Outil.

**The Wright Brothers. A brief account of their work 1899-1911**, by CHARLES A. GIBBS-SMITH. One book, ed. 1963, 8 1/4 x 5 1/4, 30 pages, 2 shillings and sixpence. London, Her Majesty's Stationery Office.

**Analysis Instrumentation - 1963. Proceedings of the Ninth National Analysis Instrumentation Symposium held April 29 - May 1, 1963 at Houston, Texas**, edited by Dr. L. FOWLER, R.D. EANES and T. J. KEHOE. One book, ed. 1963, 11 x 8 1/2, 261 pages, bound : \$12.50. New York, Plenum Press.

**Contribution à l'étude de l'écoulement giratoire dans les divergents**, par CAHIT OZGUR. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 394. Un volume, éd. 1963, 10 1/2 x 7, 161 pages, broché. Paris, Edité par le Service de Documentation d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Etude structurale de l'alliage ZTI. Phénomènes d'hydruration et d'oxydation**, par GUY BRONOEL. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: Bulletins des services techniques 129. Un volume, éd. 1963, 10 1/2 x 7, 76 pages, broché. Paris, Le Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Nouveaux compléments d'hydraulique (quatrième partie)**, par L. ESCANDE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: no 395. Un volume, éd. 1963, 10 3/4 x 7 1/4, 219 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Sur l'obtention des hautes températures au moyen des métaux et de leurs dérivés minéraux et organiques**, par M. AUBERT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: notes techniques 125. Un volume, éd. 1963, 10 1/2 x 7, 38 pages broché: Paris, édité par le Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Tour d'horizon sur la magnétohydrodynamique**, par H. LACAZE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, bulletins des services techniques 128. Un volume, éd. 1963, 10 1/2 x 7, 167 pages, broché. Paris, édité par le Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

## INGÉNIEUR-CONSEIL À L'ÉCHELON EXÉCUTIF

MONTREAL

### La situation ...

Ingénieur de premier plan au service d'une des maisons canadiennes les plus importantes dans le domaine des ingénieurs conseils, dont les activités s'étendent au pays et à l'étranger. Il représentera la maison dans la province du Québec, tout en demeurant en rapport à l'échelon administratif, avec l'industrie et le gouvernement. Il participera à toutes les activités de la compagnie, y compris les projets, la construction et l'administration. Salaire au début jusqu'à \$18,000., en plus d'une participation au capital social.

### L'homme ...

Ingénieur professionnel bilingue, de 35 à 47 ans d'âge, possédant au moins 10 ans d'expérience dans l'élaboration de projets importants, et en administration. Energique et persuasif, il cherche à mettre en pleine valeur ses qualités personnelles et à s'élever au sommet de la profession en dépassant les limites de ses premières responsabilités. Son excellence au point de vue technique et moral est hors de tout doute.

*Vous référant au numéro C41, veuillez répondre en toute confiance à :*



**P. S. ROSS ET ASSOCIÉS**  
CONSEILLERS EN ADMINISTRATION  
PLACE VILLE-MARIE, MONTREAL

## ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

### TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

#### OUVERTURE DES COURS

le deuxième mardi de septembre

#### DEUX ANNÉES DE FORMATION ÉCONOMIQUE ET COMMERCIALE GÉNÉRALE UNE ANNÉE DE SPÉCIALISATION

Section générale des affaires — Section d'économie appliquée  
Section contrôle — Section de mathématiques appliquées  
Section finance —

**Demandez notre prospectus**

**535 ave Viger, Montréal**

# INDEX DE L'ANNÉE 1963

## Index des Auteurs

(Le premier chiffre désigne le numéro de la revue, le second la page)

ABBOTT, Harold F. Principales caractéristiques de l'équipement hydro-électrique de Carillon .....	193	48	GAUDEFROY, Henri L'étudiant-ingénieur à Polytechnique ....	194	27
BRETON, Alain (en collaboration avec Maurice Poupard) Indicateur électro-mécanique .....	193	34	HOULE, Maurice Le cheminement critique .....	195	53
BRUNELLE, P.-E. Solution graphique du mouvement oscillatoire avec amortissement .....	194	45	JEANNIOT, Pierre La recherche opérationnelle .....	195	56
CARDELLA, Orlando (en collaboration avec L. D'Auteuil, R. Fournier, D. T. McGillis et G. Monty) Le réseau 735 KV de l'Hydro-Québec ....	195	35	HONE, André (en collaboration avec Rémi Tougas) Observations sur l'influence d'un courant électrique sur la ségrégation .....	196	36
CASHMORE, W. P. Utilisation des combustibles dans une usine sidérurgique .....	195	44	KEYSER, J. Hode Analyse et choix des pavages .....	193	23
COURVILLE, L. (en collaboration avec B.-L. Lanctôt) Analyse d'un réseau d'aqueduc par calculatrice électronique .....	196	27	LADANYI, B. Mobilisation de la poussée des terres ....	194	53
D'AUTEUIL, L. (en collaboration avec O. Cardella, R. Fournier, D. T. McGillis et G. Monty) Le réseau 735 KV de l'Hydro-Québec ....	195	35	LANCTOT, B.-L. (en collaboration avec L. Courville) Analyse d'un réseau d'aqueduc par calculatrice électronique .....	196	27
DURAND, P.-H. La photogrammétrie dans le tracé des routes .....	194	47	LE POTTIER, Jean La base d'Air-Canada .....	194	39
FERLAND, Germain Le chauffage radiant par infrathermes ..	196	33	McGILLIS, D. T. (en collaboration avec O. Cardella, L. D'Auteuil, R. Fournier et G. Monty) Le réseau 735 KV de l'Hydro-Québec ....	195	35
FOURNIER, R. (en collaboration avec O. Cardella, L. D'Auteuil, D. T. McGillis et G. Monty) Le réseau 735 KV de l'Hydro-Québec ....	195	35	MONTY, Guy (en collaboration avec O. Cardella, L. D'Auteuil, R. Fournier et D. T. McGillis) Le réseau 735 KV de l'Hydro-Québec ..	195	35
GAGNÉ, J.-M. Production d'eau lourde au Québec .....	193	46	NOËL, Henri Le matériel d'équipement électrique français .....	196	19
GAGNON, André-R. Contribution à la théorie des canaux alimentés par le côté .....	193	38	POUPARD, Maurice (en collaboration avec Alain Breton) Indicateur électro-mécanique .....	193	34
GARON, Léopold Calcul de la pente maximale des courbes verticales dans les routes .....	195	49	RIVERIN, Paul Enfin, l'industrie minière se réveille .....	196	31
			TOUGAS, Rémi Détermination de coefficients Seebeck et Peltier .....	193	42
			(en collaboration avec André Hone) Observations sur l'influence d'un courant électrique sur la ségrégation .....	196	36

# Index Analytique des matières

(Le premier chiffre désigne le numéro de la revue, le second la page)

## DIVERS

194	27	La base d'Air-Canada par Jean Le Pottier .....	194	39
195	53	La recherche opérationnelle par Pierre Jeannot .....	195	56
195	56	Le cheminement critique par Maurice Houle .....	195	53
194	27	L'étudiant-ingénieur à Polytechnique par Henri Gaudefroy .....	194	27

## GÉNIE CIVIL

196	36	Analyse et choix des pavages par J. Hode Keyser .....	193	23
193	23	Analyse d'un réseau d'aqueduc par calculatrice électronique par L. Courville et B.-L. Lanctot .....	196	27
194	53	Calcul de la pente maximale des courbes verticales dans les routes par Léopold Garon .....	195	49
196	27	Contribution à la théorie des canaux alimentés par le côté par André-R. Gagnon .....	193	38
194	39	La photogrammétrie dans le tracé des routes par P.-H. Durand .....	194	47
195	35	Mobilisation de la poussée des terres par B. Ladanyi .....	194	53
195	35	Solution graphique du mouvement oscillatoire avec amortissement par P.-E. Brunelle .....	194	45

## GÉNIE ÉLECTRIQUE

193	34	Indicateur électro-mécanique par Alain Breton et Maurice Poupard ....	193	34
196	31	Le matériel d'équipement électrique français par Henri Noël .....	196	19
193	42	Le réseau 735 KV de l'Hydro-Québec par Orlando Cardella, L. D'Auteuil, R. Fournier, D. T. McGillis et G. Monty ....	195	35
196	36	Principales caractéristiques de l'équipement hydro-électrique de Carillon par Harold F. Abbott .....	193	48

## GÉNIE MÉCANIQUE

196	33	Le chauffage radiant par infrathermes par Germain Ferland .....	196	33
195	44	Utilisation des combustibles dans une usine sidérurgique par W. P. Cashmore .....	195	44

## GÉNIE MÉTALLURGIQUE

193	42	Détermination de coefficients Seebeck et Peltier par Rémi Tougas .....	193	42
196	36	Observations sur l'influence d'un courant électrique sur la ségrégation par Rémi Tougas et André Hone .....	196	36

## GÉNIE DES MINES

196	31	Enfin, l'industrie minière se réveille par Paul Riverin .....	196	31
-----	----	--	-----	----

## COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

193 (57), 194 (16), 195 (16), 196 (10).

## NOUVELLES DES INGÉNIEURS

193 (64), 194 (66), 195 (66), 196 (42).

## REVUE DES LIVRES

193 (68), 194 (74), 195 (72), 196 (48).

## VIE DES ASSOCIATIONS

193 (57), 195 (70).

## VIE UNIVERSITAIRE

193 (60), 194 (64), 195 (62), 196 (40).

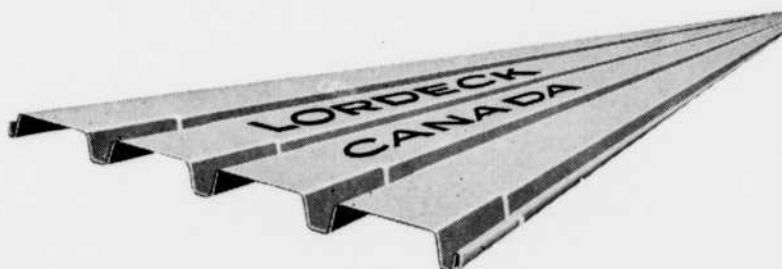
## Index des annonceurs

American Air Filter of Canada Ltd. ....	16	Hewitt Equipment Ltd. ....Couv.	2
Ames Crosta Mills (Canada) Ltd. ....Couv.	3	•	
Atlas Steels Company .....	13	Ingénieurs Associés, Les .....	43
•		•	
Babcock Wilcox & Goldie McCulloch Ltd. ....	5	Jenkins Bros. Ltd. ....	14
Banque Canadienne Nationale .....	46	•	
Beauchemin, Beaton, Lapointe .....	43	KeepRite Products Ltd. ....	12
Beaudry, Beaulieu, Dupuis & Morin .....	47	•	
Beaulieu, Trudeau & Associés .....	43	Laboratoire de Béton Inc. ....	47
Bélanger & Bourget .....	45	Laboratoire d'Essais Universel Inc. ....	47
Bouthillette & Parizeau .....	45	Lalonde, Girouard & Letendre .....	43
•		Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés .....	45
Canada Cement Co. Ltd. ....	4	Leblanc & Montpetit .....	43
Canadian Allis Chalmers Ltd. ....	17	Lemieux & Tétreault .....	45
Canadian Blower & Forge Co. Ltd. ....	11	Les Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée .....	47
Canadian Formwork Ltd. ....	2	Lord & Cie .....	52
Canadian Locomotive Co. Ltd. ....	41	•	
Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés .....	45	Ministère de la Défense Nationale .....	15
Collet Frères Ltée .....	47	•	
•		National Borin & Sounding Inc. ....	46
Darling Bros Ltd. ....	39	•	
Demers Geo. ....	45	Payette Radio Ltée. ....	41
Desjardins & Sauriol .....	45	•	
Deslauriers & Mercier .....	45	Recordak of Canada Ltd. ....	3
Dominion Steel & Coal Corporation .....	6	Rockwell Mfg Co. of Canada Ltd. ....	8
Doucet & Doucet .....	47	•	
•		Smith & Loveless, Division Procor Ltd. ....	7
Ecole des Hautes Etudes Commerciales .....	49	Standard Electric Time Co. of Canada Ltd. ....	9
Ecole Polytechnique .....	40	Surveyer, Nenniger & Chênevert .....	43
Electrical Mfg. Ltd. ....	41	•	
•		Touzin T. ....	47
Foundation Testing Inc. ....	41	•	
•		Volcano Ltée. ....Couv.	4
Goulet, Saint-Pierre, Bertrand, Charron & Lavoie .....	43	•	
Gravel, C. E. ....	43	Woodward Governor Company .....	18

**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.

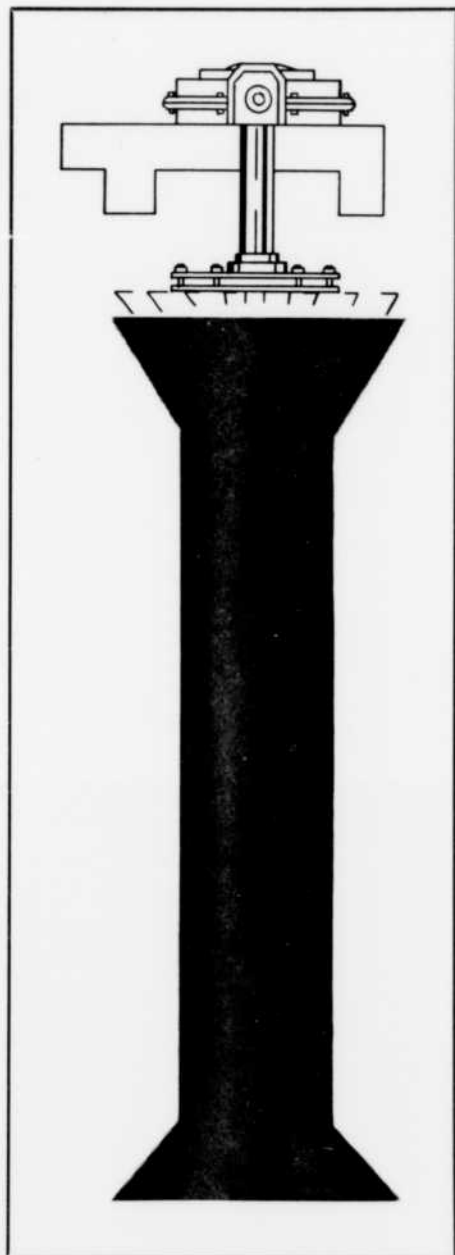
**LORD & COMPAGNIE**      **LIMITÉE**

**CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES**

Président : J. H. Lord, Ing. P.

4700 Iberville, Montréal — LA. 4-3048

# AÉRATION MÉCANIQUE EN SURFACE SIMPLEX



*Le procédé Simplex d'intense aération allie avec le maximum de rendement 2 fonctions fondamentales du procédé des boues activées:*

- (1) une provision abondante d'oxygène pour aider le processus bactériologique,
- (2) une circulation rapide du contenu des bassins qui produit un mélange intime des boues et des eaux d'égouts.

Le cône d'aération Simplex est une pompe à basse hauteur de levage très puissante qui produit, de concert avec le tube de montée fixe, un mélange parfait du contenu du bassin. Des tests indépendants avec des traçoirs radio-actifs ont fait la preuve de ce mélange parfait. Un retour complet du contenu s'accomplit à environ toutes les cinq minutes.

L'aubage particulier du cône simplex déverse le liquide en circulation d'une façon qui provoque une forte absorption d'oxygène lorsque le liquide traverse l'atmosphère et une intense aération de la surface du bassin lorsque le liquide diffusé frappe la surface avec force.

**Voici une liste d'installations au Canada :**

BOWMANVILLE, ONT.	KITCHENER, ONT.
BURWASH, ONT.	NEPEAN TOWNSHIP, ONT.
CEDAR SPRINGS, ONT.	PARIS, ONT.
CONISTON, ONT.	PORT COLBORNE, ONT. (est)
FERGUS, ONT.	PORT COLBORNE, ONT. (ouest)
GALT, ONT.	PRESTON, ONT.
GEORGETOWN, ONT.	URBANDALE, ONT.
HIGHLAND CREEK, ONT.	

- Tamis et vannes
- Désableurs
- Clarificateurs
- Équipement d'aération mécanique

- Épurateurs à régime lent
- Digesteurs de boues
- Pompes et éjecteurs
- Vannes d'écluse, robinets-vannes et raccords



## AMES CROSTA MILLS (CANADA) LTD.

1454, rue de la Montagne, Montréal, VI. 4-1160 - 1169 • 90 Eglinton Ave. East, Toronto 12, 481-7288

MEMBRE DU GROUPE DE COMPAGNIES WOODALL-DUCKHAM

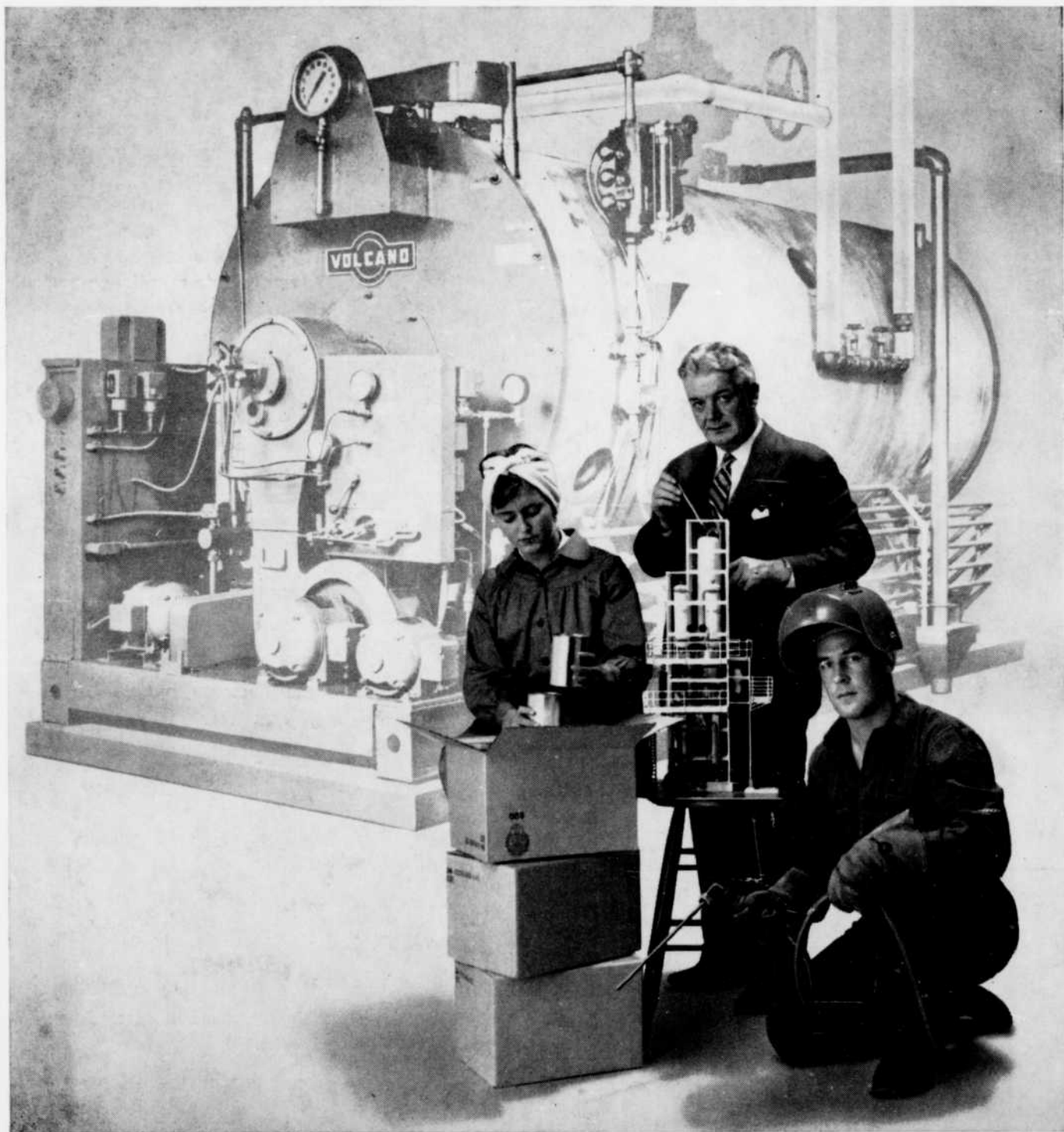
L'expérience de la maison Volcano est la garantie de satisfaction qu'on recherche quand vient le temps de choisir des appareils de chauffage automatiques. Le rendement des chaudières Volcano installées dans des usines et immeubles de tous genres résulte, de fait, de la supériorité acquise par cette compagnie 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

est complet, prêt à être raccordé. Des techniques perfectionnées assurent un rendement sûr, efficace et économique, année après année. Vous pouvez en outre faire appel à nos spécialistes pour l'étude de tous vos besoins en chauffage. Communiquez avec le 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.