

L

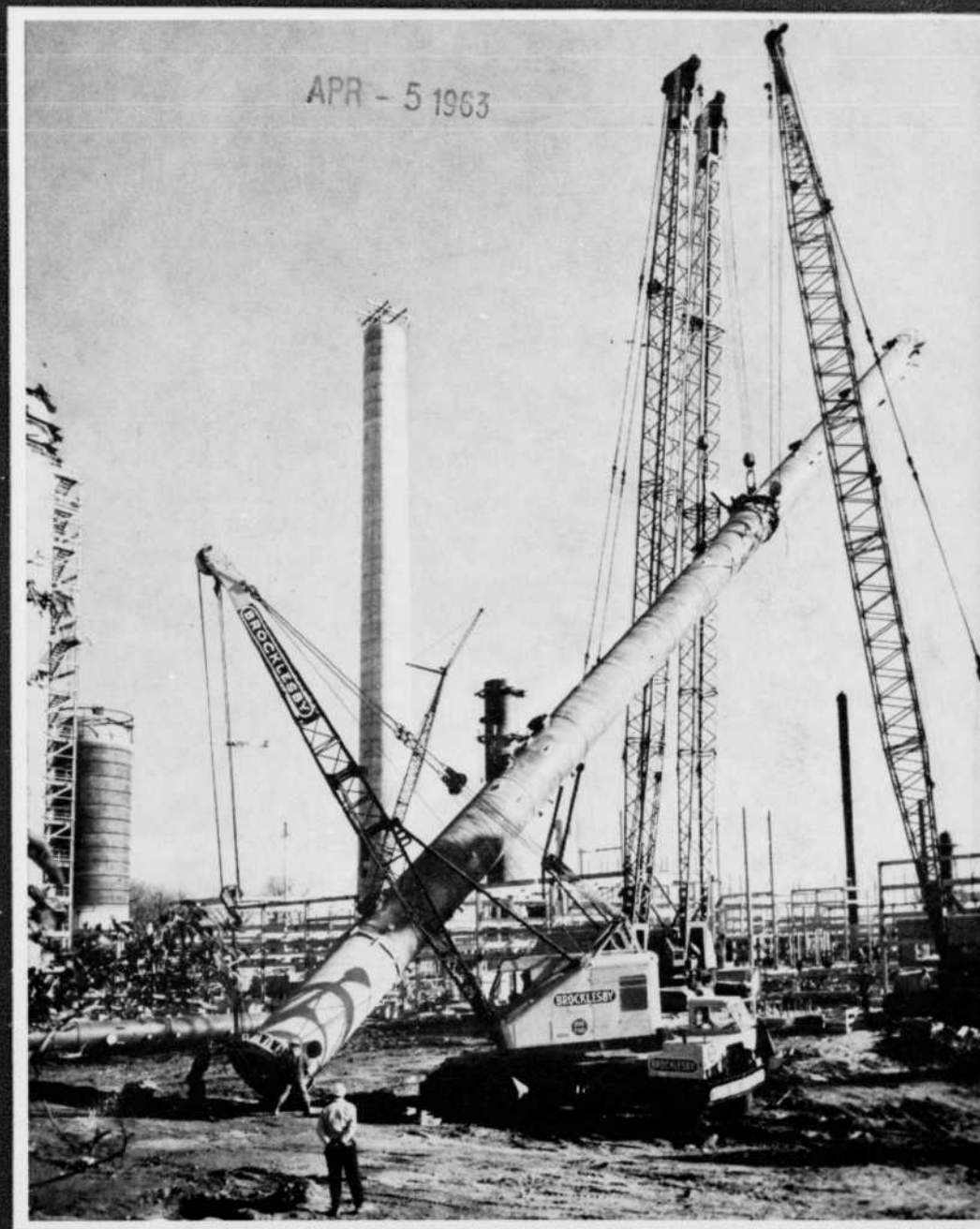
INGÉNIEUR

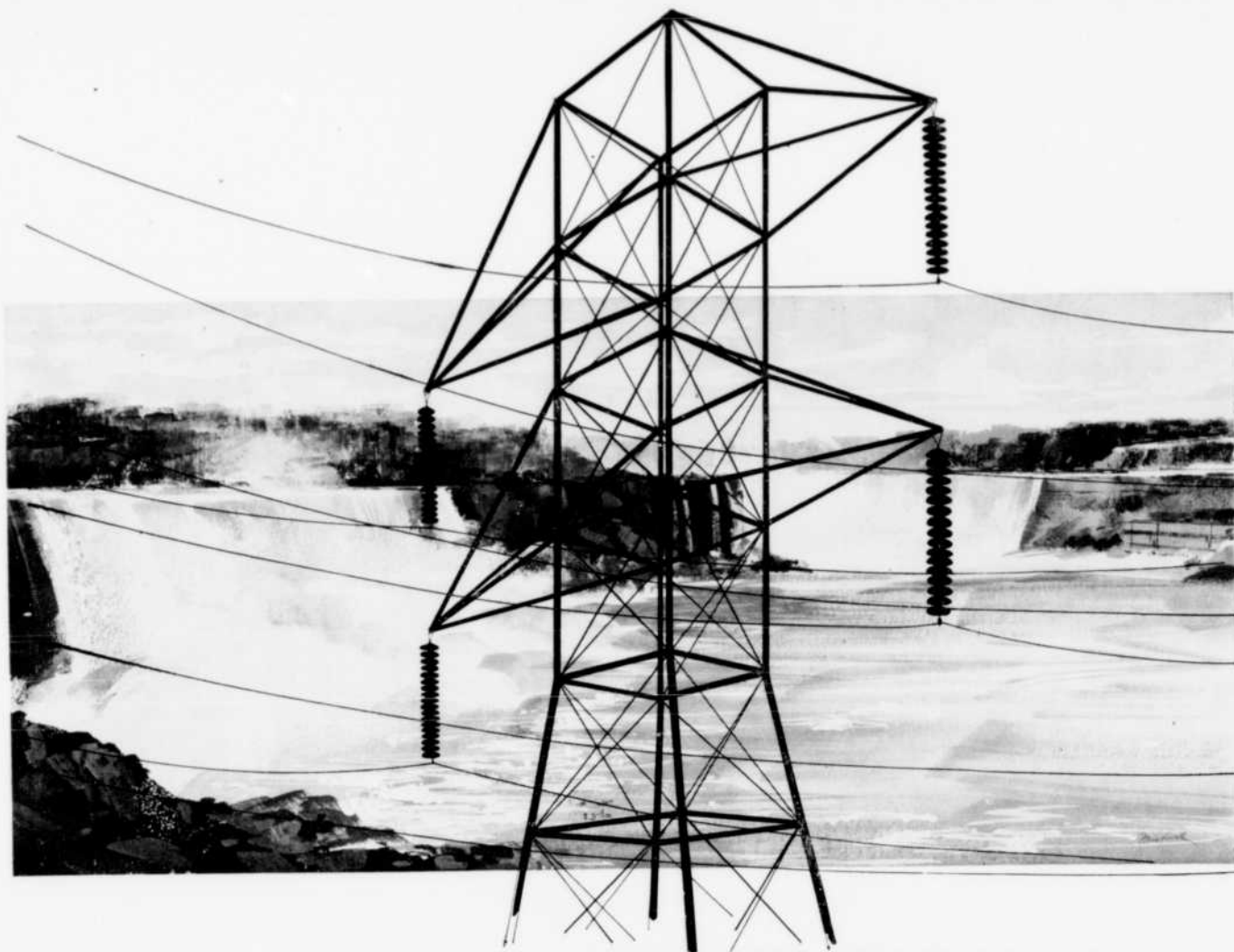
REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

PRINTEMPS 1963

49IÈME ANNÉE

NO 193





4 MILLIONS DE KILOWATTS D'ÉNERGIE

La puissance génératrice totale des grands complexes d'énergie américains et canadiens à Niagara Falls atteint presque les 4 millions de kilowatts et fait de cette ville la "capitale mondiale de l'énergie".

DÉBIT RÉGLÉ PAR TRENTE-CINQ RÉGULATEURS WOODWARD

Treize mécanismes de commande en coffret Woodward dans l'immense usine Robert Moses aux Etats-Unis et vingt-deux autres dans les usines géantes 2 et 3 Sir Adam Beck au Canada règlent le rythme de la turbine pour assurer un débit ininterrompu de courant électrique de cette énorme source d'approvisionnement. — Depuis plus de 92 ans les régulateurs Woodward assurent un contrôle sûr à des milliers d'autres installations hydro-électriques dans le monde entier. L'excellence traditionnelle de leur conception et la précision de leur fabrication sont sans égal. Ecrivez à Woodward pour obtenir une consultation de spécialistes sur vos problèmes de commande de moteur primaire.



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

WOODWARD GOVERNOR COMPANY
ROCKFORD, ILLINOIS

Fort Collins, Colorado
Schiphol, Pays-Bas

• Slough, Angleterre
• Tokyo, Japon



INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

PRINTEMPS 1963 • VOLUME 49 — No 193

ADMINISTRATION ET ABONNEMENTS

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

RÉDACTION

Louis Trudel rédacteur en chef

PUBLICITÉ

Représentants :

LES ÉDITIONS COMMERCIALES INC.
4621, rue de Salaberry, Montréal 9
Tél.: FÉdéral 4-3450

PHOTO DE COUVERTURE

On installe l'une des plus hautes tours de raffinage du Canada à la nouvelle raffinerie Shell d'Oakville (Ontario). La colonne de 202 pieds de haut a été fabriquée par la Dominion Bridge de Montréal et transportée à la raffinerie sur des wagons en plateforme étroitement accrochés. Cette colonne de distillation de 80 tonnes sert au fractionnement de l'isobutane. La raffinerie Shell de \$30 millions sera mise en service à l'été.

SOMMAIRE

ANALYSE ET CHOIX DES PAVAGES par J. Hode Keyser	23
INDICATEUR ÉLECTRO-MÉCANIQUE par Alain Breton et Maurice Poupard	34
CONTRIBUTION À LA THÉORIE DES CANAUX ALIMENTÉS PAR LE CÔTÉ par André-R. Gagnon	38
DÉTERMINATION DE COEFFICIENTS SEEBECK ET PELTIER par Rémi Tongas	42
PRODUCTION D'EAU LOURDE AU QUÉBEC par Jean-Marie Gagné	46
PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE CARILLON par Harold F. Abbott	48
COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE	57
VIE UNIVERSITAIRE	60
NOUVELLES DES ASSOCIATIONS	62
NOUVELLES DES INGÉNIEURS	64
REVUE DES LIVRES	68
INDEX DES ANNONCEURS	76

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.

Problèmes Hydrauliques ?



Hydro-Québec
Restitutions de fond
Manicouagan 5



Vue générale du laboratoire

Laboratoire d'Hydraulique

LASALLE

0250 Rue St. Patrick - VILLE LASALLE - Que.

ETUDES THEORIQUES ET EXPERIMENTALES

HYDRAULIQUE MUNICIPALE - Prises d'eau, raccordements, lignes d'eau, contrôle automatique...
HYDRAULIQUE MARITIME - Etudes de houle, propagation, digues, protection de plages, transports littoraux...
HYDRAULIQUE FLUVIALE - Hydrologie, crues, corrections de rivières, stabilisation de lits, canaux de navigation...
HYDRAULIQUE DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES - Batar dage, évacuateurs de crues, écluses...
HYDRAULIQUE INDUSTRIELLE - Transports solides en conduite, triage hydraulique des matériaux...
INSTRUMENTS DE MESURES HYDRAULIQUES ET CAMPAGNES DE MESURES - En mer et en rivière...



Jusqu'où poussons-nous la sécurité?

Nous y veillons longtemps avant que les livraisons d'explosifs ne quittent une usine de la C-I-L, et longtemps après que la fumée du tir s'est dissipée.

La sécurité est toujours une considération primordiale dès la conception et l'élaboration d'un nouvel explosif. Au Laboratoire de Recherche sur les Explosifs de la C-I-L, les formules sont étudiées attentivement pour assurer aux produits toute la sécurité que la technique moderne peut leur donner.

Sur le lieu d'utilisation, les membres du service d'assistance technique et de vente des explosifs C-I-L aident leurs clients à aménager des magasins d'explosifs sûrs; ils apprennent au personnel à manipuler les explosifs, à charger les trous de mine et à effectuer le tir en toute sécurité. Ces représentants de la C-I-L présentent aussi des causeries

illustrées pour aider les clients à organiser leur propre programme de sécurité, et ils fournissent la documentation la plus complète qu'on puisse trouver au Canada sur la sécurité du sautage.

Ces mesures pratiques assurent les normes de sécurité les plus élevées possible; elles comptent parmi les efforts constants de la C-I-L pour vous aider à tirer le maximum de rendement des explosifs et des agents et accessoires de sautage. *Canadian Industries Limited, C.P. 10, Montréal (P.Q.)*

Explosifs

"Explosifs à toutes fins... partout au Canada"

Un autre projet FORM-LOK:

LE BARRAGE DE CARILLON
DE L'HYDRO-QUEBEC

Système FORM-LOK de panneaux préfabriqués avec les ancrages RICHMOND.



CANADIAN **FORMWORK** LIMITED

CONTRACTORS' ENGINEERS

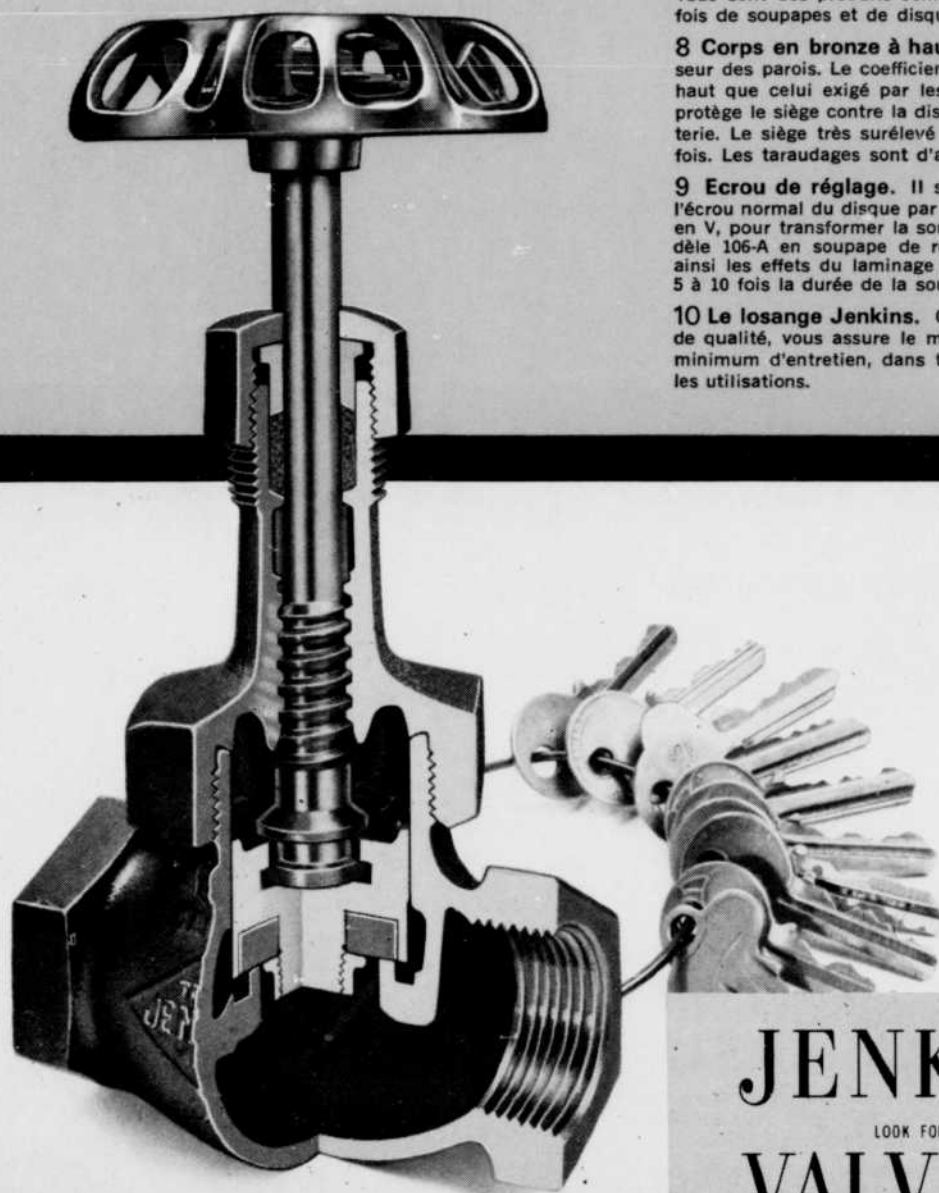
Construction Division: Francis Hughes & Associates Incorporated
4850 AMIENS ST., MONTREAL NORTH, CANADA

TOUTES REQUÊTES
SERONT CONSIDÉRÉES

Nous sommes intéressés dans toutes propositions de location, achats, ou agences. Un service d'ingénieur hautement expérimenté dans les problèmes de coffrage est à votre disposition.

Ces 10 points sont les clefs du succès des soupapes JENKINS en bronze

Les soupapes droites Jenkins en bronze, modèle 106-A, sont un excellent exemple des avantages de qualité et de performance offerts à tous les utilisateurs de soupapes Jenkins depuis près d'un siècle, quand Nathaniel Jenkins lança la première soupape à disque remplaçable synthétique. Conçues pour des pressions de 150 lb. de vapeur et de 300 lb. d'huile, d'eau ou de gaz, ces soupapes fabriquées avec la plus grande précision existent aussi dans le modèle droit à brides (No 107-A) et dans le modèle d'équerre taraudé (No 108-A). Documentation sur demande: écrire à Jenkins Bros. Limited, Lachine, Qué.



1 Volant "bien en main". Fonte malléable résistante. Forme très étudiée: ne glisse pas, ne s'échauffe pas.

2 Tige en bronze au silicium. Plus robuste. Filetage profond assurant un parfait engagement avec le chapeau. Tige à extrémité sphérique réduisant la friction sur le portedisque. Son prix de revient est plus élevé, mais elle diminue l'usure, protège la garniture et se manoeuvre plus facilement.

3 Ecrou et bague de presse-étoupe robustes. Notez l'épaisseur et la profondeur de l'écrou hexagonal en bronze. La bague de presse-étoupe refoule la garniture vers la tige.

4 Presse-étoupe profond. Plus d'espace pour la garniture, d'où son remplacement moins fréquent. La profondeur du presse-étoupe est égale à 1 fois $\frac{1}{2}$ le diamètre de la tige. Garniture en amiante lubrifié au graphite.

5 Chapeau vissé monobloc. Hexagonal et d'amples dimensions. Facile à enlever. Le joint conique entre le chapeau et le corps agit comme un renfort durant l'assemblage. Cette conception spéciale évite les déformations.

6 Porte-disque... se glisse en position et y demeure. Une création Jenkins! Sa profondeur soigneusement calculée protège le disque contre l'écaillage ou le fendillement.

7 Disque facilement remplaçable... la soupape restant dans la tuyauterie. Les soupapes sont normalement équipées de disques No 119A. D'autres disques synthétiques de composition différente sont disponibles pour divers fluides... Tous sont des produits Jenkins, le seul manufacturier à la fois de soupapes et de disques.

8 Corps en bronze à haute résistance. Notez l'épaisseur des parois. Le coefficient de sécurité est beaucoup plus haut que celui exigé par les normes. Le diaphragme arqué protège le siège contre la distorsion due aux efforts de tuyauterie. Le siège très surélevé peut être fraisé de nombreuses fois. Les taraudages sont d'ample longueur et sans bavures.

9 Ecrou de réglage. Il suffit de remplacer l'écrou normal du disque par cet écrou à fentes en V, pour transformer la soupape Jenkins modèle 106-A en soupape de réglage. Diminuant ainsi les effets du laminage et prolongeant de 5 à 10 fois la durée de la soupape.



10 Le losange Jenkins. Cette célèbre marque, symbole de qualité, vous assure le maximum de rendement avec un minimum d'entretien, dans tous les modèles et pour toutes les utilisations.

EN VENTE PARTOUT CHEZ LES PRINCIPAUX DISTRIBUTEURS

JENKINS
LOOK FOR THE JENKINS DIAMOND
VALVES





Photomicrographie communiquée par le Service de recherches sur les produits forestiers du ministère des Forêts, à Ottawa, montrant les filaments creux d'aspect inoffensif appelés hyphes (dont la masse forme le mycélium) qui causent la pourriture du bois. Ils représentent un type de végétation d'ordre très inférieur transporté par l'air.

La pourriture du bois ronge-t-elle

VOTRE REPUTATION?

Tous les objets en bois — même peints — exposés à l'air peuvent être gravement endommagés par la pourriture en l'espace de 5 ans, surtout s'ils sont en contact avec le sol ou exposés à l'humidité. Votre réputation pourrait en souffrir inutilement. Nous disons bien "inutilement" parce qu'on peut aujourd'hui protéger le bois contre la pourriture d'une manière scientifique. Chaque fois que vous employez du bois, protégez votre travail et vous-même en prenant les précautions suivantes:

1. Le bois vert peut être protégé, au chantier, contre la pourriture par trempage ou badigeonnage à l'OSMOSE.
2. Les piquets, poteaux et bois de construction en contact avec le sol peuvent être badigeonnés avec l'OSMO-CREO, d'une efficacité supérieure.
3. Le bois sec (portes et fenêtres) peut toujours être traité en le badigeonnant ou en le trempant dans du PENTOX.

4. Il existe également des bois de construction de qualité, peints, résistant au feu et imprégnés sous pression d'OSMOSALTS.

PENTOX et OSMOSALTS sont conformes aux normes de la CSA. Tous deux prolongeront de 3 à 5 fois la durée normale du bois dont vous vous servez. Pour obtenir des renseignements complets, consultez notre Service d'assistance aux clients.

OSMOSE
WOOD PRESERVING COMPANY

OF CANADA LTD.
1080 AVENUE PRATT MONTRÉAL, P.Q.
TRURO • TORONTO • WINNIPEG • EDMONTON • VANCOUVER

VOTRE RÉPUTATION SERA PROTÉGÉE PAR NOTRE EXPÉRIENCE DE PLUS DE 25 ANS

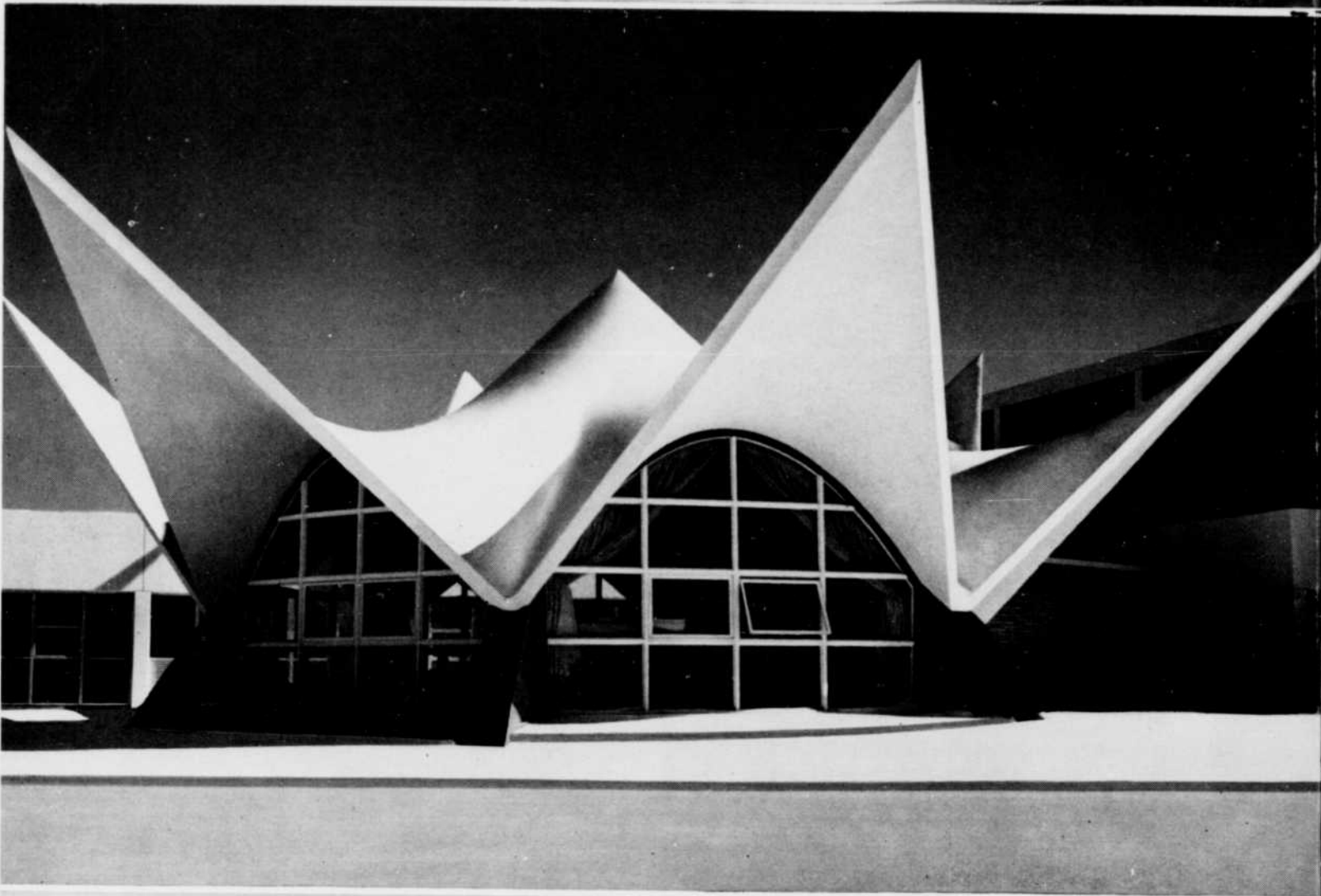
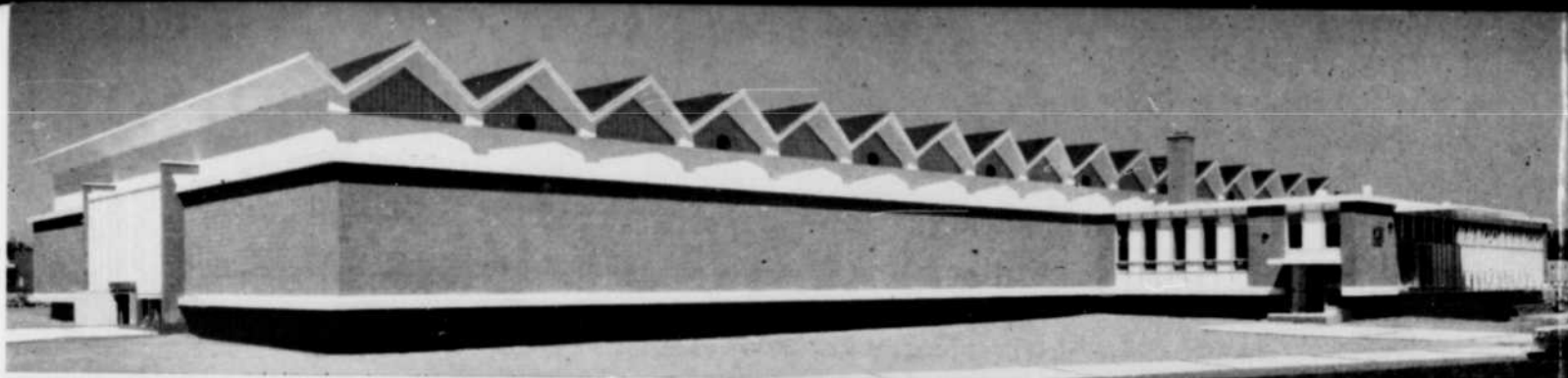


Spécifiez
les produits Standard:
il n'y a pas
d'«équivalent»

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.

STANDARD



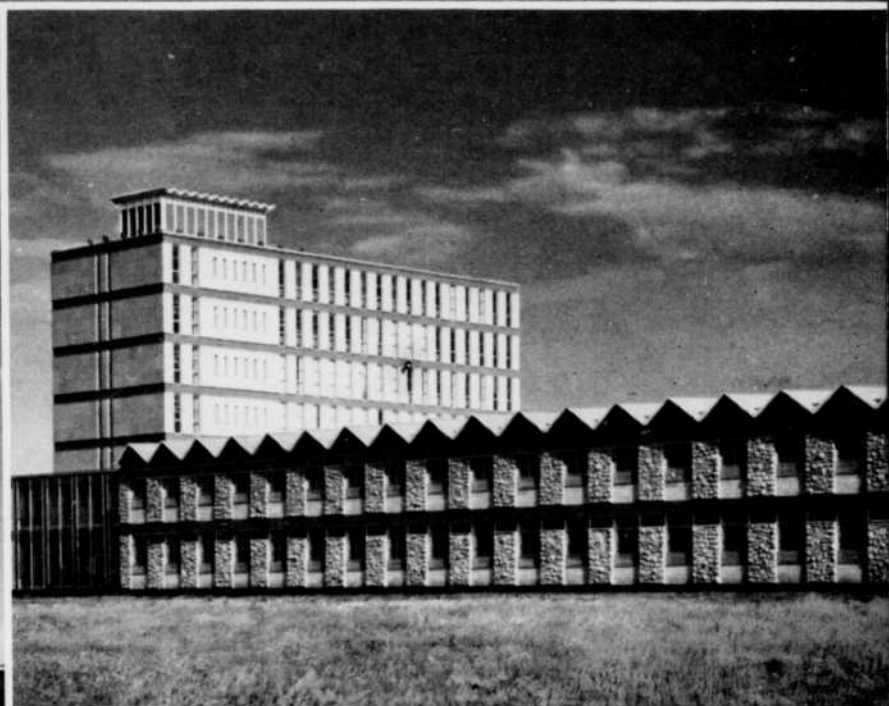
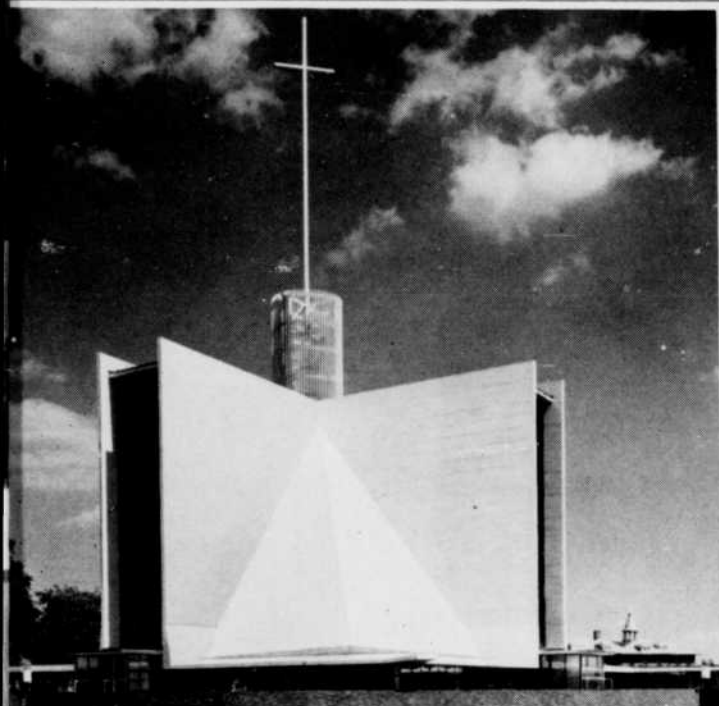
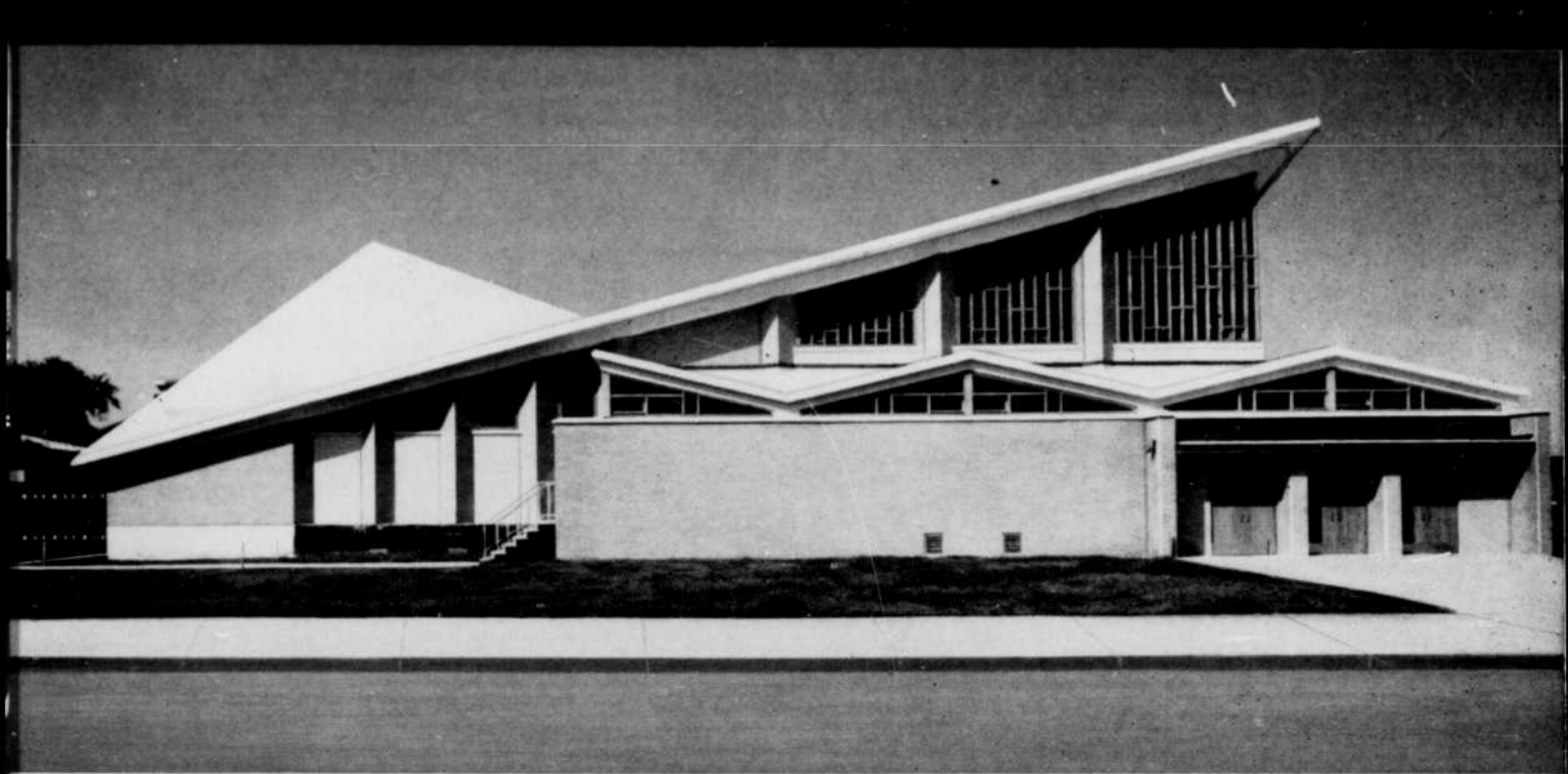
1 (en haut)

2

- 1 LE STADE DE VILLE LASALLE, P.Q.
Architectes: Rioux & Morin
Ingénieurs-conseils: Gagnon et Associés
Entrepreneurs généraux: Desaulnier Construction Ltd.
Entrepreneur en erection: Lift Slab of Eastern Canada Ltd.
- 2 ÉCOLE À TABER, Alberta, avec toit hyperbolique à voile mince
Architecte: N. Fooks
Ingénieur d'étude: J. R. Milne
Entrepreneur général: Chronik Construction
Entrepreneur en béton sous pression: Canada Gunite Co. Ltd.
- 3 ÉGLISE DU CHRIST-ROI, Moncton, N.-B.
Architectes: LeBlanc, Gaudet & Associés, Moncton
Architecte de chantier: Jacques Roy
Ingénieurs-conseils: Adjeleian and Associates Ltd., Ottawa
Entrepreneur général: Modern Construction Limited
- 4 ÉGLISE STE-GERMAINE-COUSIN, Pointe-aux-Trembles, Montréal, P.Q.
Architecte: Gérard Notebaert
Ingénieurs-conseils: Lalonde & Valois
Entrepreneur général: Paul Desormeaux Ltée.
- 5 UNIVERSITÉ DE LA SASKATCHEWAN, Saskatoon (nouveau pavillon des arts)
Architecte: Shore & Moffat, Toronto
Entrepreneur général: W. C. Wells Construction Co. Ltd.
Entrepreneur général: (pour la partie élevée de l'immeuble):
Bird Construction Co. Ltd.
- 6 Fournisseur de béton préfabriqué: Precast Concrete Ltd., Edmonton
ÉGLISE ANGLICANE ST. HILDA'S, Toronto
Architecte: Philip C. Johnson, London, Ont.
Ingénieur-conseil: Raimond Miniats
Entrepreneur général: Fassel Construction Co. Ltd.

6

CIMENT CANADA



3 (en haut)

4

5

TOITS À VOILE MINCE EN BÉTON, DE CONCEPTION ULTRA-MODERNE, PERMETTANT DE LONGUES PORTÉES LIBRES

Toutes ces formes architecturales audacieuses reflètent une nouvelle liberté d'expression dans les plans d'églises, d'écoles, d'immeubles commerciaux et de centres sportifs. Les élégants toits à voile mince en béton unissent la légèreté à la résistance structurale, ce qui entraîne d'importantes économies: économie de matériaux, gain d'espace (moins de colonnes) et gain de temps.

Pour obtenir des renseignements et consultations techniques sur ces toits ou tout autre type de construction en béton, adressez-vous au plus proche bureau de vente de la compagnie Canada Cement. Pour recevoir la documentation la plus récente, utilisez le coupon ci-contre.

Veillez m'envoyer

vos brochures:

- Roofs With a New Dimension
- Design Of Barrell Shell Roofs
- Analysis Of Folded Plates
- Elementary Analysis of Hyperbolic Paraboloid Shells
- Coefficients For Design Of Cylindrical Concrete Shell Roofs
- Curvilinear Forms in Architecture

Malheureusement ces brochures ne sont pas disponibles en français pour le moment.

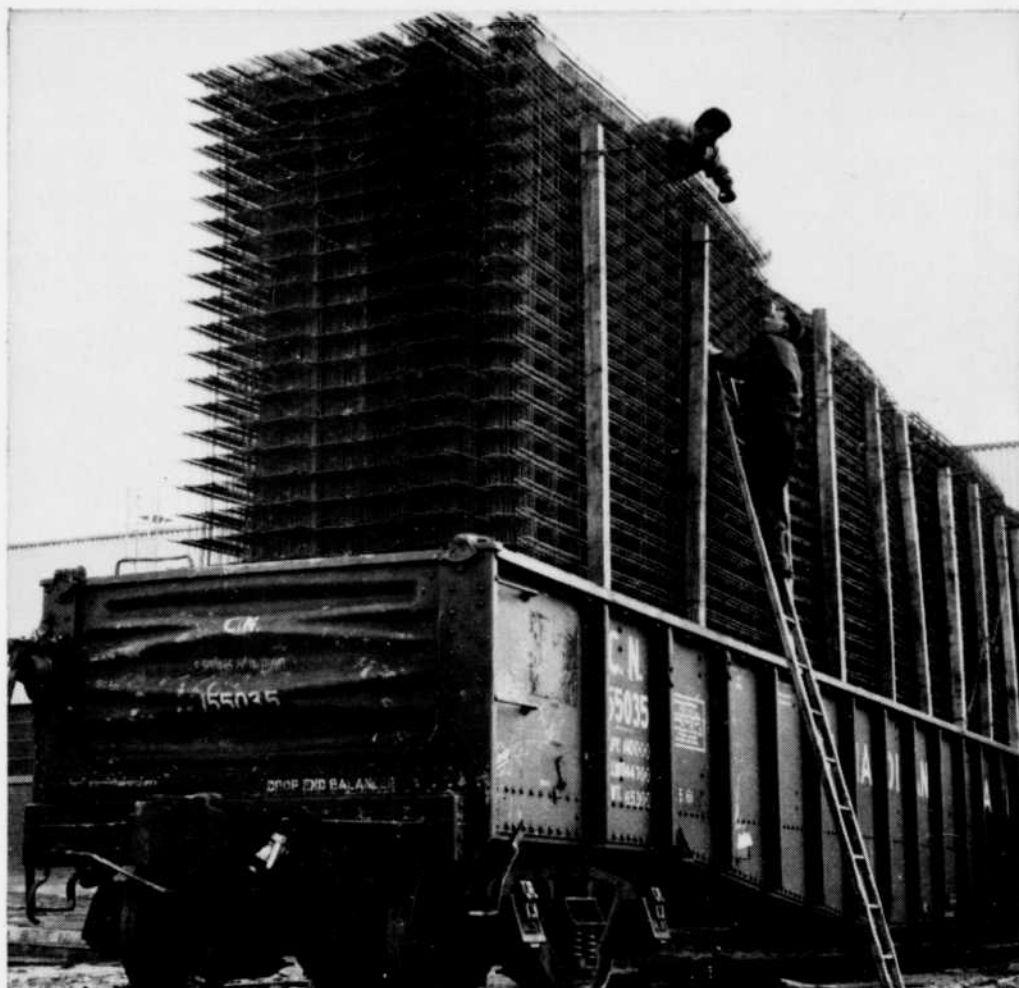


CANADA CEMENT COMPANY, LIMITED

IMMEUBLE CANADA CEMENT, SQUARE PHILLIPS, MONTRÉAL, P.Q.

BUREAUX DE VENTE: Moncton • Québec • Montréal • Ottawa • Toronto

Winnipeg • Regina • Saskatoon • Calgary • Edmonton



GRILLAGES D'ARMATURE SOUDÉS **DOSCO**

Choix de grandeurs et de formes
JUSQU'À 17 PIEDS DE LARGEUR,
en rouleaux ou en feuilles

Spécifications: **CSA G30.5 et ASTM A185-58T**

AUCUN DÉLAI DE LIVRAISON

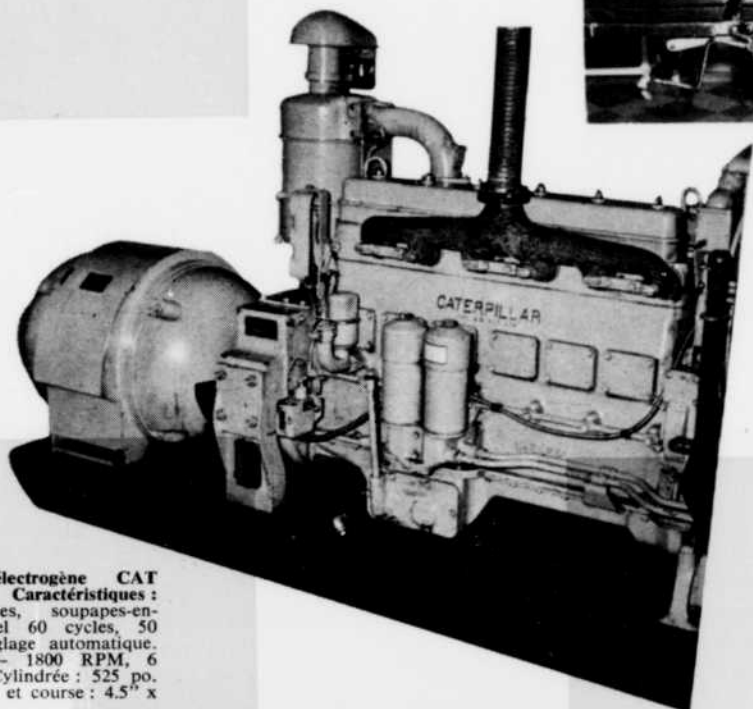
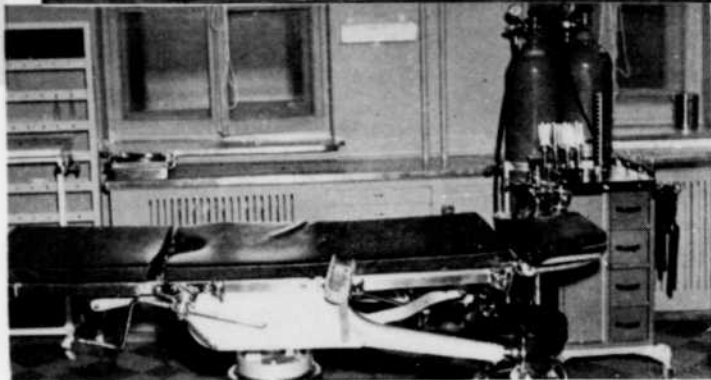
Ecrivez-nous pour demander la nouvelle brochure gratuite
"REINFORCED CONCRETE PAVEMENTS AND THE AASHO ROAD TEST",
publiée par le "Wire Reinforcement Institute".

DOMINION STEEL AND COAL CORPORATION, LIMITED

C. P. 249, Montréal, P. Q. • Tél.: HU. 9-3461

POUR L'ÉNERGIE D'URGENCE

*Le Caterpillar à la puissance
toujours prête
à l'Hôtel-Dieu de Gaspé situé à
Hâvre-de-Gaspé, Qué.*



Groupe électrogène CAT D318 — Caractéristiques :
Quatre-phases, soupapes-entêtes, diesel 60 cycles, 50 cycles... réglage automatique, 60 KW — 1800 RPM, 6 cylindres. Cylindrée : 525 po. cu. Alésage et course : 4.5" x 5.5"

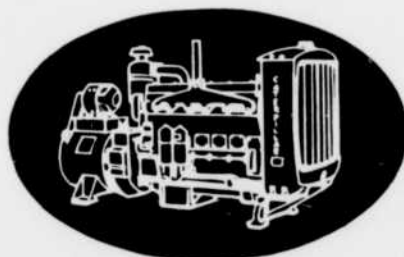
Dans le cas d'une panne de courant, cette unité électrique CAT D318 peut faire face à toutes les difficultés, en alimentant la puissance voulue pour le maintien d'un service normal pour la salle d'opération, les incubateurs, les salles de stérilisation, le laboratoire, les systèmes de réfrigération et de ventilation, les cuisines, la chaufferie, l'atelier d'entretien, etc.

L'Hôtel-Dieu de Gaspé est un hôpital de 150 lits qui dessert la péninsule de Gaspé et ses environs — subvenant aux services médicaux d'une population d'environ 30,000 âmes. L'hôpital a aussi une école d'entraînement pour les infirmières. Les navires qui sillonnent le fleuve St-Laurent s'accommodent des services de l'hôpital au besoin, puisqu'il est le premier hôpital complètement équipé sur leur route.



Votre Concessionnaire CATERPILLAR au Québec

Hewitt
Equipment Limited



Modèles récents — Les groupes électrogènes Caterpillar sont compacts; ils sont de faible encombrement. L'installation est simple et facile et les faits en sont comparativement très peu élevés. Un autre facteur additionnel: les moteurs diesel sont actionnés au moyen d'un carburant de toute sécurité.

MONTRÉAL
5550, Ferrier
Tél. : RE. 1-3911

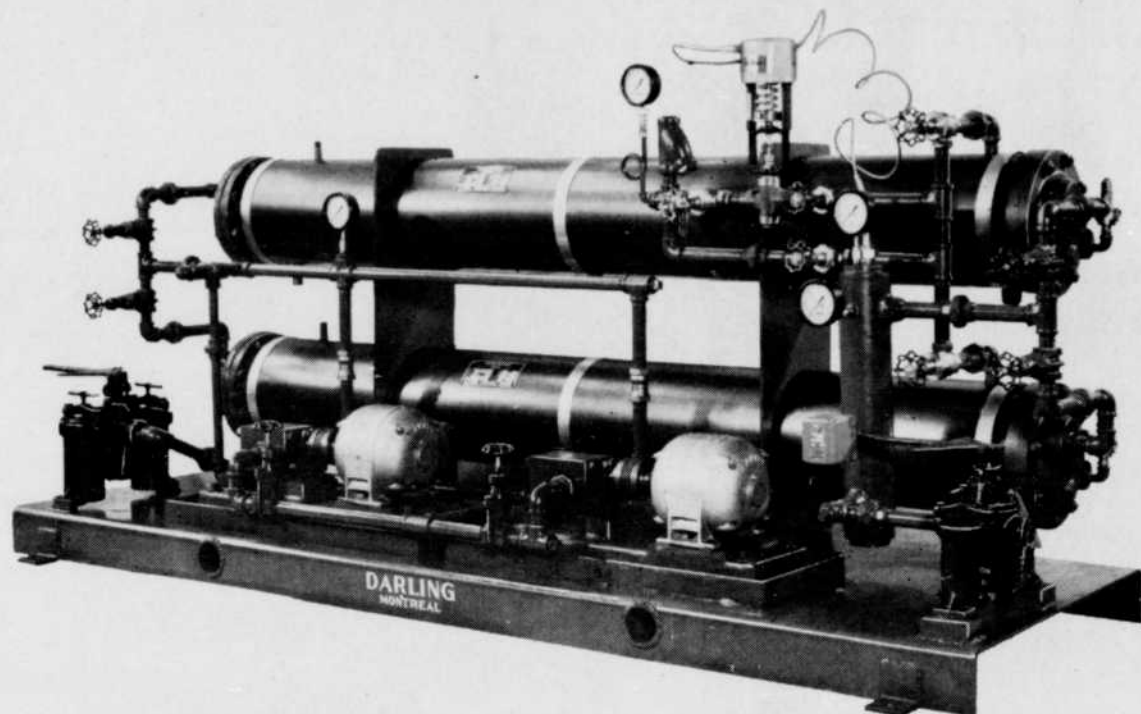
QUÉBEC
1125, Canardière
Tél. : 529-1381

SEPT-ÎLES
400, Laure
Tél. : 942-3848

VAL D'OR
400, Lamaque
Tél. : 824-2783

L'INGÉNIEUR

PRINTEMPS 1963 — 11



Groupe de pompage et de réchauffage
d'huile Darling, modèle Duplex #2GM-2V

**AUX USAGERS DE
L'HUILE!**

**Le groupe autonome
pompage et chauffage de**

DARLING

**simplifie l'installation...
minimise les frais...**

Cet équipement à l'huile, tout comme les autres matériels de marque Darling, est conçu en vue d'un coût modique d'installation et d'entretien, et aussi d'un fonctionnement sûr et efficace. Parmi les nombreux avantages de ce groupe Darling de pompage et de chauffage d'huile, mentionnons—les réchauffeurs facilement démontables pour fins d'inspection et de nettoyage—les soupapes aisément rodées par l'avant de l'ensemble—les pompes à ras de bâti pour diminuer la hauteur de succion—un agencement simplifié de la tuyauterie de succion et de décharge—et tous les organes fixés à la base d'acier et prêts à une mise en route immédiate par le raccordement des canalisations de vapeur, d'huile et de condensat.

Ces ensembles Darling de pompage et de chauffage d'huile sont construits sur mesure en plusieurs variations d'assemblage des pompes et des réchauffeurs, à compter des groupes "singlex" avec une seule pompe et un seul réchauffeur, jusqu'aux modèles "duplex" et "triplex". Disponibles: pompes rotatives, commandées par vapeur ou électricité, ou pompes alternatives à vapeur. Tous les groupes peuvent être pourvus d'un tableau de régulation de température et de pression, et aussi d'un réchauffeur électrique destiné au départ de la chaudière.

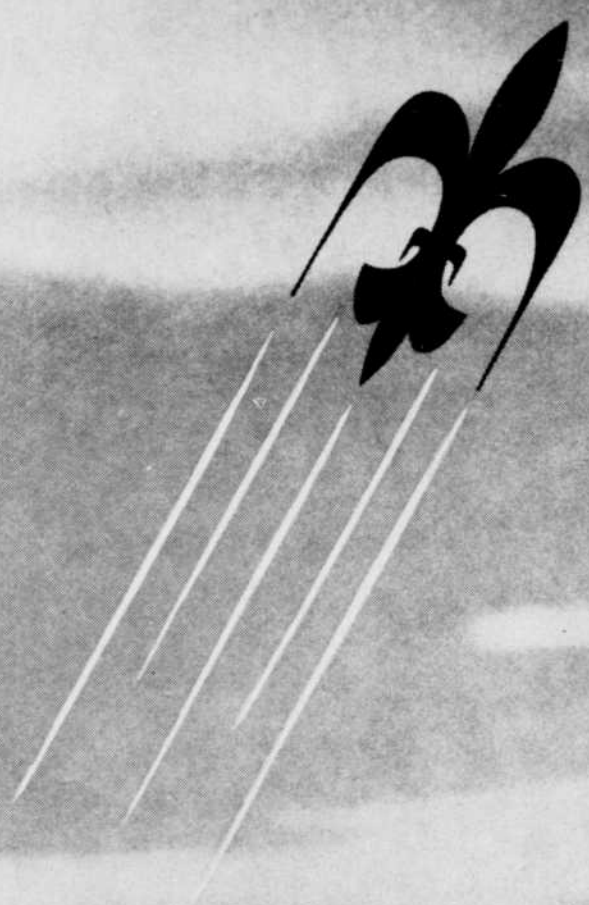
Pour obtenir de plus amples détails et des renseignements complets, veuillez consulter votre représentant local de Darling, ou demandez par écrit le bulletin no 60-A.

DARLING BROTHERS LIMITED

140 rue Prince, Montréal, Qué.

Succursales et représentants par tout le Canada.

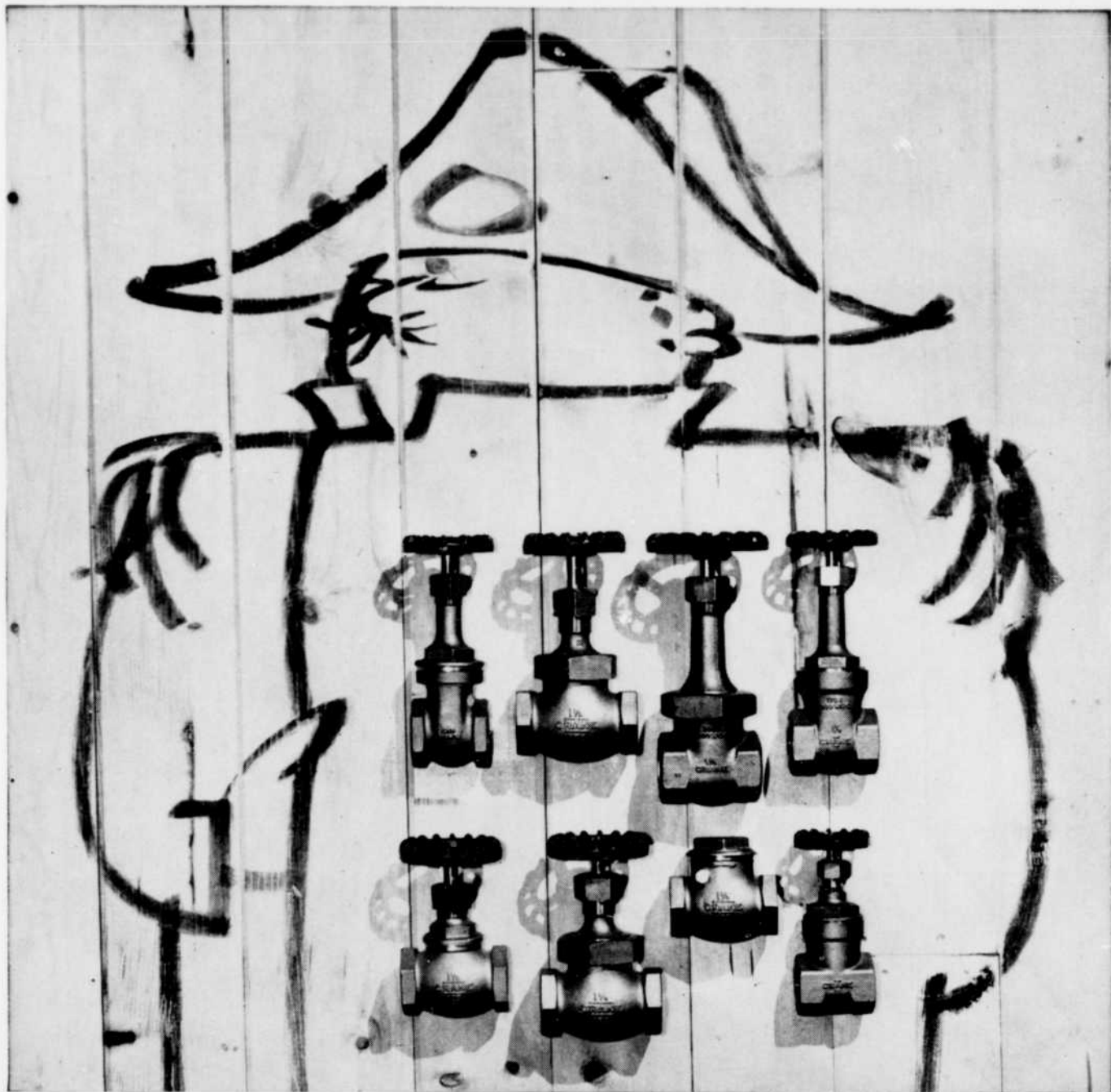




**MONTRÉAL
QUÉBEC
SAGUENAY
WABUSH
SCHEFFERVILLE
GAGNON
FORESTVILLE
BAIE-COMEAU
MANICOUAGAN
SEPT-ÎLES
RIVIÈRE-DU-LOUP
RIMOUSKI
MONT-JOLI**

QUEBECAIR 

Communiquez avec le bureau
local de QUEBECAIR, ou avec
votre AGENT DE VOYAGE.



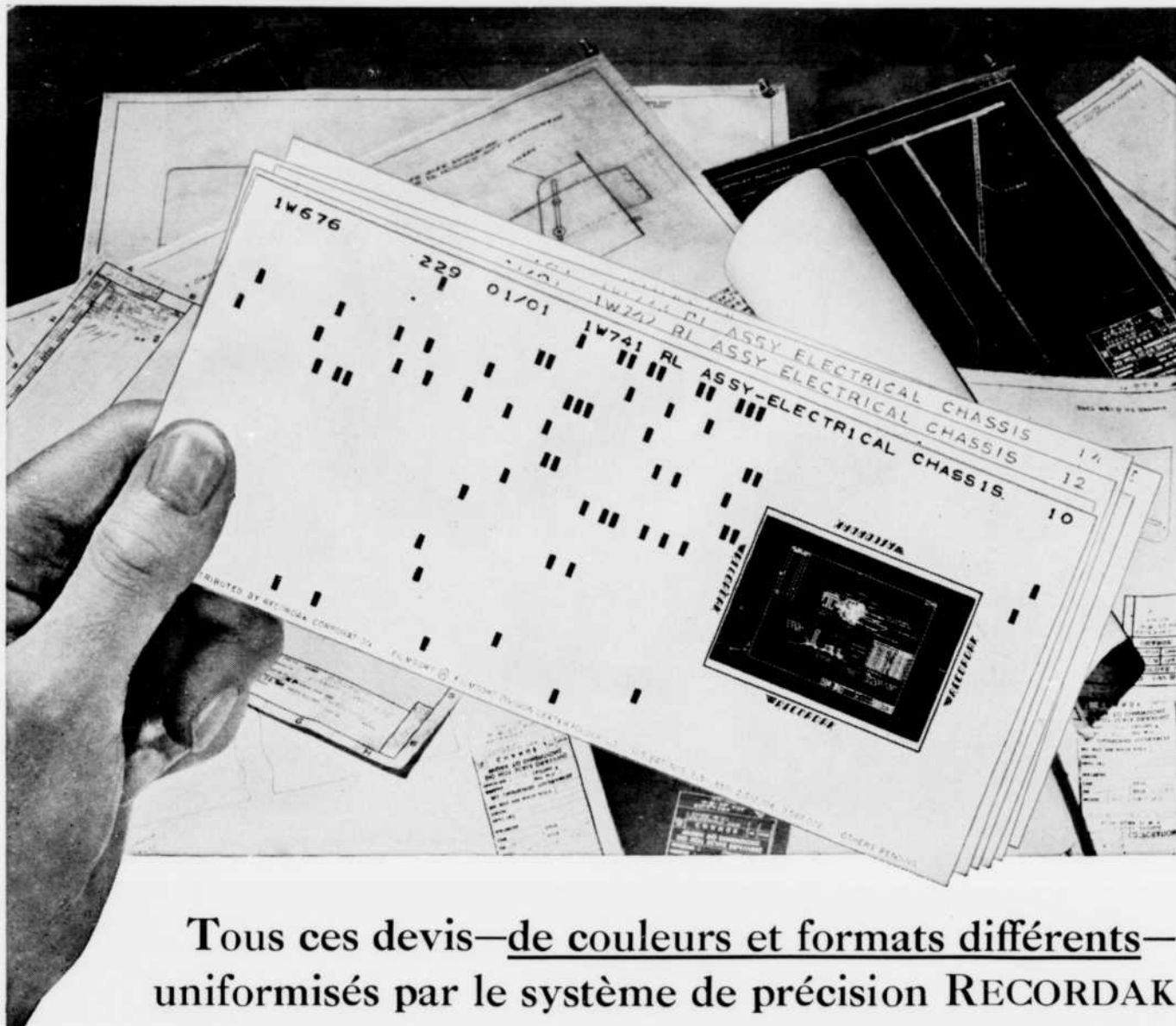
Ils ont gagné leurs épaulettes. Dans un effort constant pour maintenir un contrôle sur les liquides vitaux, de forts dommages ont été le résultat de robinets de cuivre défectueux. Voilà pourquoi un si grand nombre de chefs d'industries "décorent" leurs exploitations avec du cuivre *Crane* partout. Peu importe sa dimension, *Crane* ne vendra jamais un robinet de cuivre, à moins qu'il ne surpasse de beaucoup les normes établies par l'industrie. Il arrive que de la robinetterie moins dispendieuse soit disponible, mais pour ceux qui ne peuvent se permettre des robinets défectueux, *Crane* est une "nécessité". Avec *Crane*, non seulement vous épargnez sur le coût d'exploitation, mais vous diminuez le coût des entreposages grâce aux succursales et à la livraison rapide de *Crane*. Mentionnez le service—eau, vapeur, huile, air, substances volatiles, hautes ou basses pressions, froid ou chaud—*Crane* a le cuivre qu'il vous faut. Joints taraudés, soudés ou autres; modèles droits ou d'équerre. Fabrication entièrement canadienne . . . où un produit *se doit* d'être aussi bon que la réputation qu'on en fait. Pour détails supplémentaires, voyez votre dépositaire ou *Crane Supply* .

*au coeur des
foyers
et de
l'industrie*

CRANE

*plomberie, chauffage
climatisation
robinetterie et tuyauterie
contrôles électroniques*

UN CHANGEMENT EN MIEUX!



Tous ces devis—de couleurs et formats différents— uniformisés par le système de précision RECORDAK

Vous pouvez rassembler des originaux divers, des bleus, des copies intermédiaires (négatives et positives) et les transposer en images microfilmées, uniformes par la clarté et le format.

Le montage des images microfilmées RECORDAK sur des cartes à fenêtres vous procurera un système de classement qui fera toute la différence dans votre salle de dessin.

Commodité d'emploi: Les dossiers de microfilms sur cartes peuvent être conservés à portée de la main et consultés instantanément dans un lecteur RECORDAK. Pas besoin d'attendre la préparation de reproductions coûteuses. Techniciens et dessinateurs épargnent un temps précieux.

Facilité du classement: Les dessins microfilmés n'occupent que 2% de l'espace nécessaire au rangement des originaux. Des doubles de microfilms sur cartes peuvent être reproduits rapidement pour vos dossiers. Des agrandissements peuvent

être réalisés instantanément à partir du film.

Sécurité plus grande: Les doubles de microfilms sur cartes ne coûtent que quelques sous pièce. Ils peuvent être conservés hors de l'immeuble pour éviter les dangers de perte ou de destruction par le feu, les inondations ou toute autre catastrophe.

Réalisation aisée: Les appareils RECORDAK ont été calculés tout spécialement pour permettre à votre personnel de réaliser des images parfaites, répondant

aux exigences des normes gouvernementales, sur microfilm RECORDAK de 35mm. Demandez la brochure sur le microfilmage de précision RECORDAK, offerte par RECORDAK.

RECORDAK®

of Canada, Limited

(Filiale de la Eastman Kodak Company)

Moncton • Québec • Montréal • Ottawa • Kingston
Toronto • Hamilton • London • Sudbury
Winnipeg • Regina • Calgary • Vancouver

RECORDERAK OF CANADA, LIMITED, 4988 Place de la Savane, MONTRÉAL, P.Q.

Veillez m'adresser la brochure décrivant le système RECORDAK pour dessin industriel.

Nom _____ Position _____

Firme _____

Adresse _____

Ville _____ Province _____

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



L'eau de Javel concentrée Javex et

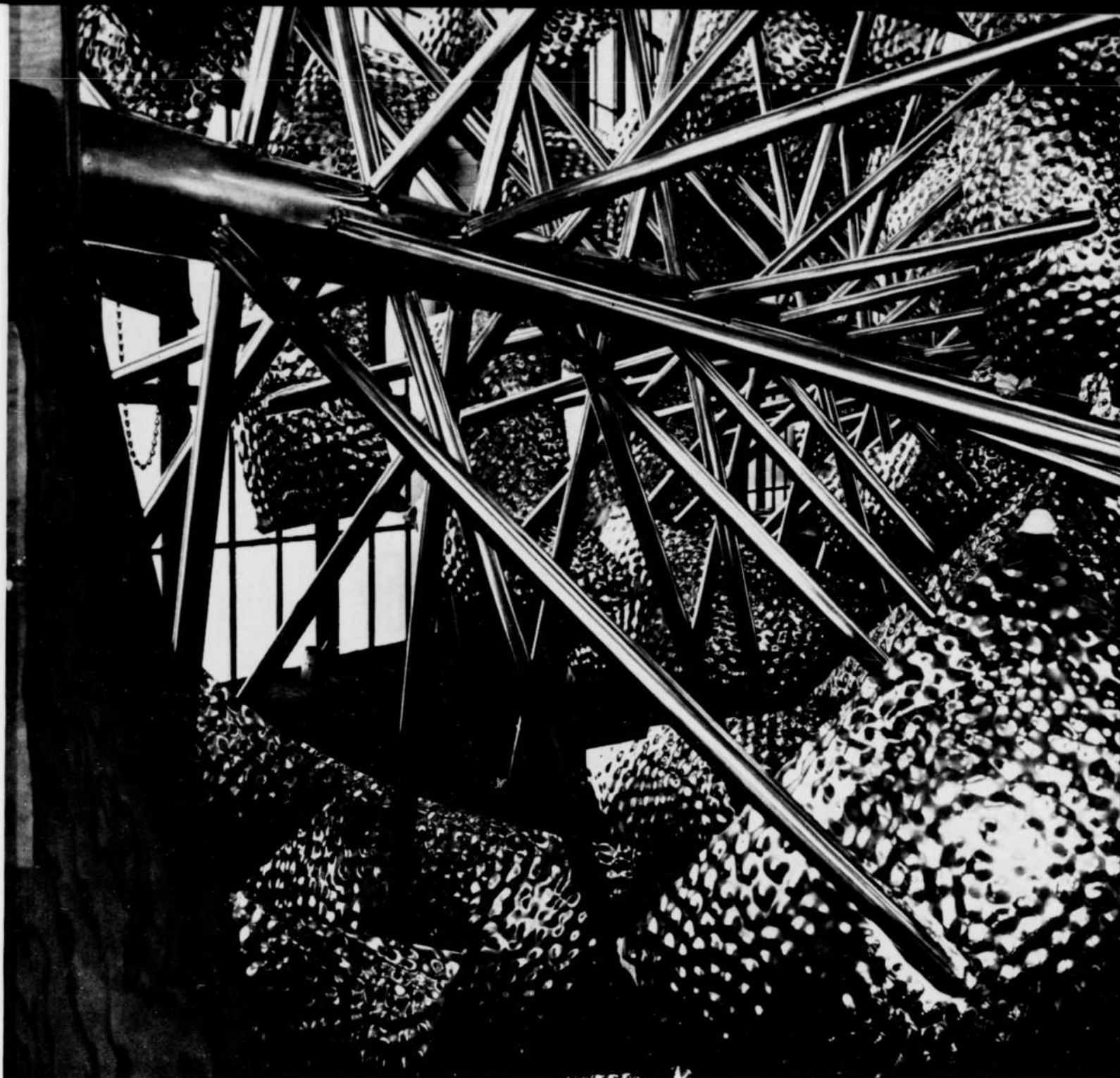
LES VANNES PERMATURN

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



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 diminueriez-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 Limited, Welland, Ontario.

**ATLAS
STEELS**

Fabricants d'aciers inoxydables et d'alliages d'acier



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*

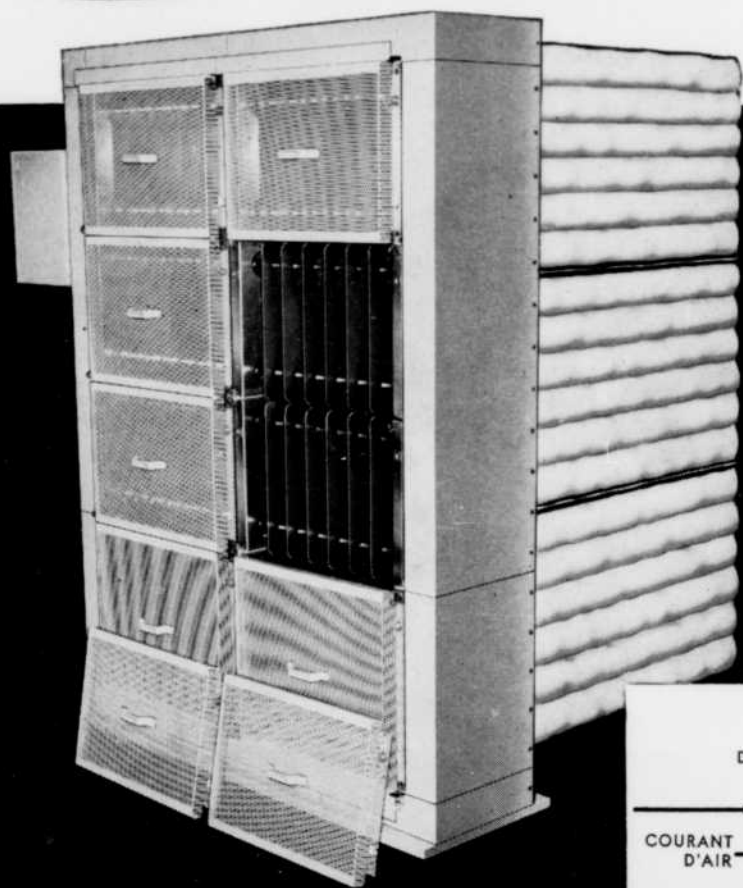


*Pour de plus amples renseignements,
 écrivez sans tarder afin d'obtenir la plaquette
 "Les carrières que l'Armée offre aux ingénieurs"*

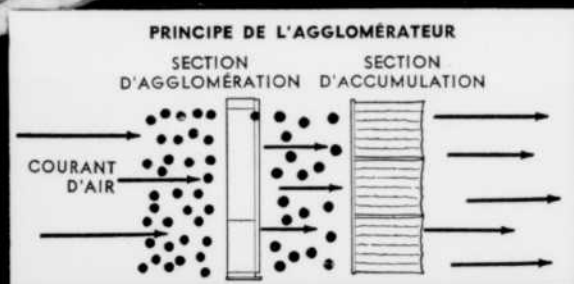
au: QUARTIER GÉNÉRAL DE LA RÉGION MILITAIRE DU QUÉBEC
 3530, avenue Atwater, MONTRÉAL (Québec)

E 60-22F

Electro • PAK



LE PLUS RÉCENT
PRODUIT DE
LA RECHERCHE
EN FILTRAGE
DE L'AIR
PAR AAF



Filtrage électronique de l'air ... Entretien minimum

■ Le nouveau filtre à air ELECTRO-Pak d'AAF allie la plus grande efficacité de filtrage au minimum d'exigences d'entretien. Il présente l'efficacité du dépoussiéreur électrostatique qui retient les particules de poussière les plus ténues, le pollen, les bactéries et même la fumée.

Les particules s'accumulent (ou s'agglomèrent) sur les plaques du collecteur de la section d'agglomération; elles sont ensuite transportées dans la cartouche souple de la section d'accumulation.

Pour l'entretien, il suffit d'essuyer les fils et les supports ionisateurs mis à terre de l'agglomérateur (environ toutes les 2,000 heures); le principe de l'agglomérateur augmente de 4 à 5 fois la durée normale d'efficacité de la section d'accumulation.

Pour tous renseignements sur le nouvel et étonnant ELECTRO-Pak, adressez-vous au représentant local d'American Air Filter ou écrivez-nous directement pour demander la brochure 246. American Air Filter of Canada, Ltd., 400, boul. Stinson, Montréal 9.



American Air Filter
OF Canada LTD.

400, boul. Stinson, Montréal 9

6217 F

CGE vous offre la qualité par la recherche technique



Après 13 ans, pas une seule panne de la suspension magnétique pour plus de 13,000,000 de compteurs

Le système de suspension magnétique des wattheuremètres Canadian General Electric a pratiquement supprimé l'usure de la portée du disque. De 1948 à 1960, plus de treize millions de compteurs à suspension magnétique ont été fabriqués et mis en service sur les lignes électriques de notre continent

avant que d'autres fabricants de compteurs n'adoptent eux aussi un système de ce genre. Pas un de ces compteurs n'a dû être remplacé par suite d'usure de la portée. C'est là un autre témoignage éloquent de la qualité des produits CGE, obtenue par la recherche technique, et de leurs avantages véritables.



CANADIAN GENERAL ELECTRIC

Exercez votre profession d'ingénieur dans une société dynamique

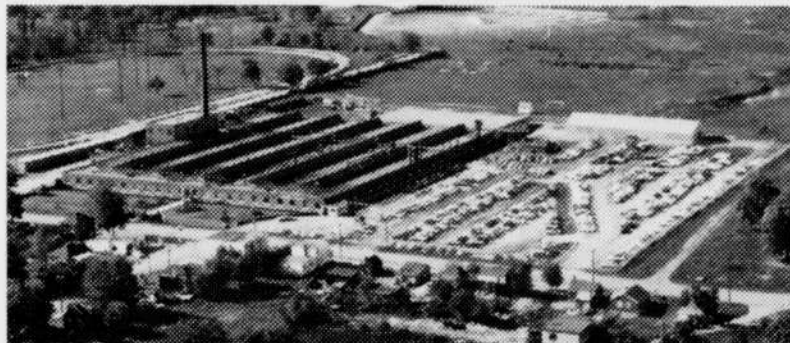
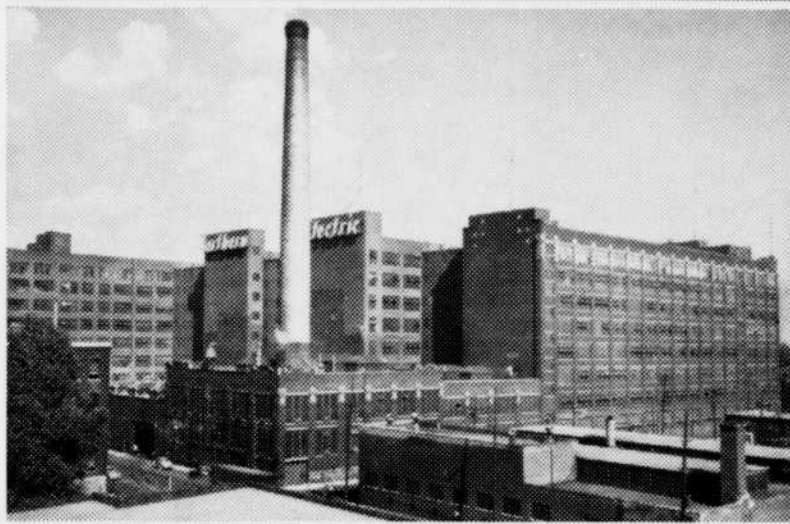
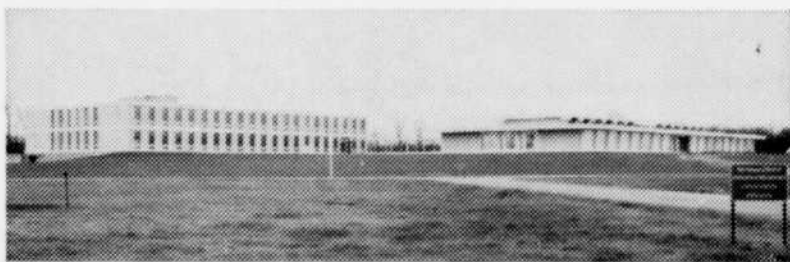
*Northern Electric,
un nom qui s'impose*

Nous fabriquons tout ce qui rend les communications possibles, depuis les câbles sous-terrains jusqu'aux systèmes de diffusion troposphérique. Pour cette fabrication diversifiée, nous employons dans nos sept usines du Canada plus de 17,000 personnes qualifiées. En notre qualité de premier fournisseur du Canada en outillage de communication, nous avons besoin de diplômés en génie et en science, capables d'initiatives.

Si vous avez un diplôme d'études supérieures, vous pouvez faire partie du personnel technique de notre laboratoire de recherche et de mise au point de nouveaux produits, à Ottawa, qui est un des plus importants et des plus modernes du Canada.

Nous fabriquons, entre autres, tout ce dont les sociétés d'exploitation téléphonique ont besoin, depuis les centraux automatiques crossbar jusqu'aux câbles électriques et micro-téléphones combinés. L'équipement électronique que nous fabriquons comprend notamment le matériel de radiodiffusion, de télévision, pour microondes, à radar, et de commande. D'excellentes situations d'avenir attendent les licenciés des diverses branches du génie, les diplômés en science avec mention honorifique, et les diplômés d'études supérieures en génie et en science.

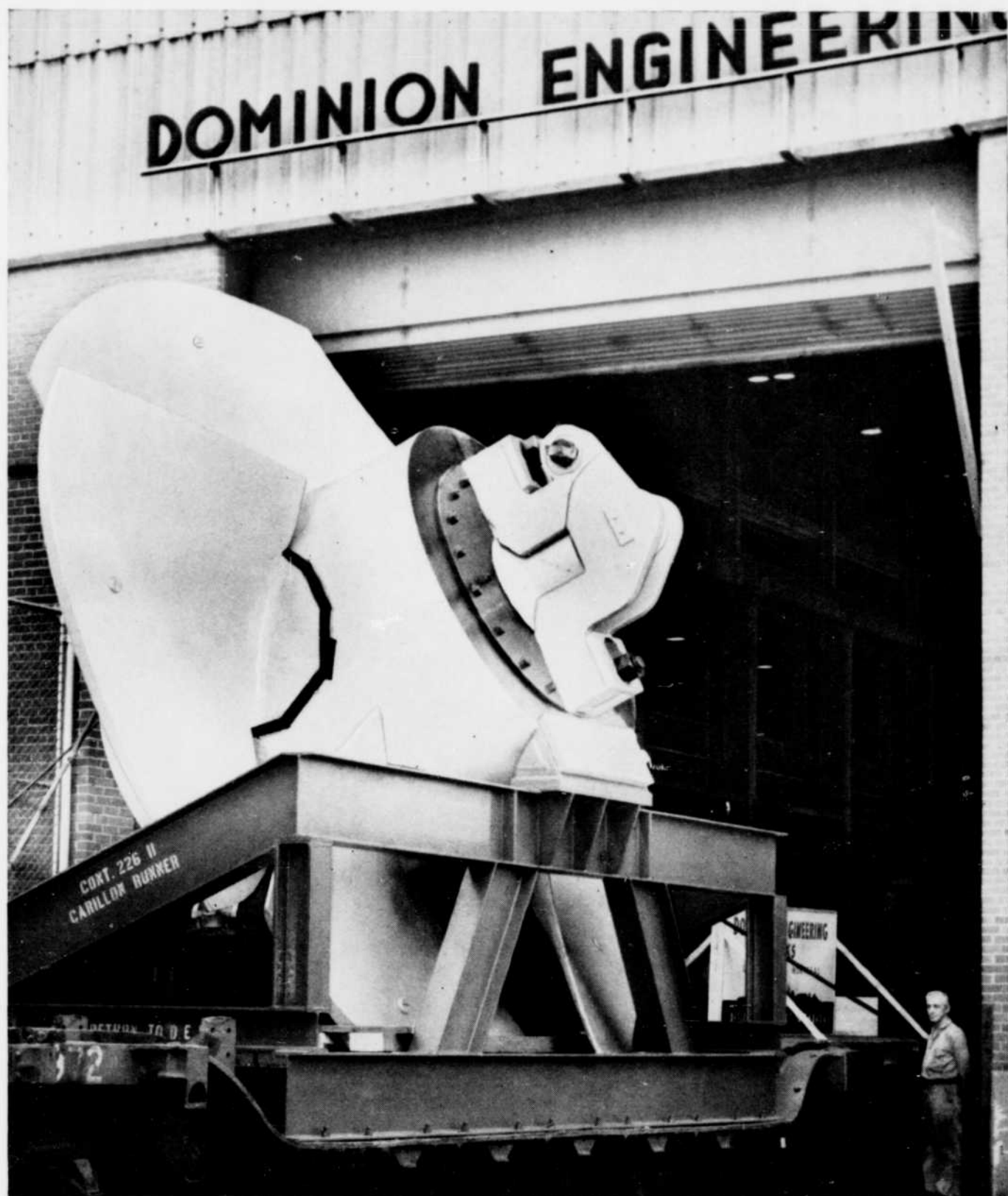
1. Une vue de notre centre de recherche en communications, près d'Ottawa.
2. Une de nos trois usines à Montréal; centre de fabrication d'outillage de centraux téléphoniques et de matériel connexe.
3. Les ateliers de Belleville, où est réalisé le matériel électronique.
4. L'usine de Lachine, où sont fabriqués les fils et câbles pour les communications et le transport de l'énergie.
5. Les ateliers de London, en Ontario, où sont fabriqués les appareils téléphoniques.



CONSULTEZ VOTRE BUREAU DE PLACEMENT ou le REPRÉSENTANT DE NORTHERN ELECTRIC lors de sa prochaine visite à l'Université.

COMPAGNIE
Northern Electric
LIMITÉE





L'une des 14 turbines Kaplan conçues et réalisées par Dominion Engineering pour la centrale que l'Hydro-Québec construit à Carillon, sur la rivière Ottawa. Chacune de ces turbines a une puissance nominale de 60,000 hp sous une chute de 59 pieds.

ÉQUIPEMENT HYDROÉLECTRIQUE

DOMINION ENGINEERING

COMPANY LIMITED

Montréal

Toronto

Vancouver





ANALYSE ET CHOIX DES PAVAGES

avec commentaires sur l'influence
des essais routiers MD-1, WASHO et AASHO.

par

J. HODE KEYSER

Ingénieur en chef, Laboratoire de Contrôle et Recherche
Travaux Publics — Cité de Montréal.

M.Sc.A. (Mécanique des sols — École Polytechnique)

M.S.C.E. (Highway Engineering — Purdue University)

Cet article traite des principes fondamentaux et des critères qui régissent le choix des types de pavage et des essais qui en découlent. Il donne les grandes lignes des calculs nécessaires à la conception du pavage flexible ou du pavage rigide. Il discute des facteurs influençant ces calculs et souligne le fait que le choix d'un type de pavage se fait en fonction de l'économie et d'autres considérations. Il comporte une étude sommaire des trois plus importants essais routiers MD-1, WASHO et AASHO, en estime la valeur et en délimite la portée, surtout au sujet de la route expérimentale, dite AASHO. Cet article établit aussi quelques rapprochements avec les conditions qu'on rencontre dans la région de Montréal.

Introduction

C'est une vérité élémentaire de dire que, comme toute structure, un pavage doit être calculé et construit pour résister aux charges prévues. Mais les ingénieurs respectèrent longtemps cette vérité d'une manière trop empirique.

Théoriquement l'ingénieur routier peut concevoir un pavage pouvant s'adapter à toutes les conditions de sol, circulation et climat.

Dalle ou surface de roulement, fondation et sous-fondation : voilà les éléments essentiels d'un pavage. Chacun des éléments com-

porte un choix, une mise en oeuvre et une disposition des matériaux, qui feront de la route un tout fonctionnel et capable de résister aux conditions auxquelles elle est destinée à être soumise.

En somme, le calcul théorique idéal d'un pavage doit tenir compte de la distribution des efforts jusqu'au sol à travers les trois éléments essentiels, tout en tenant compte de leurs propriétés physiques. Il doit de plus tenir compte des effets de la circulation et du climat.

Malheureusement il n'existe pas encore de méthode de conception ou calcul pouvant tenir compte de tous les aspects techniques que l'ingénieur est obligé de considérer.

La documentation technique nous offre 36 méthodes d'analyse de pavage. La plupart d'entre elles sont empiriques et dérivent des études de corrélation faites dans différentes localités. Parmi ce grand nombre de méthodes, il y en a quatre qui sont bien connues; ce sont la méthode de la "Portland Cement Association" (P.C.A.) pour les pavages rigides et les méthodes dites "Stabilometer", "California Bearing Ratio"

(C.B.R.) et "Group Index" pour les pavages flexibles.

Pavages rigides et pavages flexibles

Il serait superflu de donner la définition du pavage rigide et du pavage flexible. (Fig. 8). Cependant, il serait bon d'en rappeler les critères. Dans le cas d'un pavage rigide, la quasi totalité de la charge est supportée par la dalle. La nature du sous-sol n'affecte que très peu l'épaisseur de la dalle requise. Dans le cas d'un pavage flexible, où la couche de revêtement bitumineux est relativement mince, les charges sont transmises au sol à travers les couches de fondation et de sous-fondation. Il s'ensuit que l'épaisseur du pavage est fonction de la nature du sol et des matériaux de fondation et que le tapis bitumineux ne constitue en général qu'une surface de roulement.

Voyons maintenant comment ces critères se reflètent dans deux formules semi-empiriques et qui sont assez connues.

La première est celle de la "Portland Cement Association", basée sur l'analyse théorique de Westergaard et modifiée par

Pickett et autres selon les études de corrélation faites sur chantier, particulièrement dans l'essai routier d'Arlington. En voici le détail :

$$d^2 = \frac{AP}{\sigma} \left[1 - \frac{\sqrt{a/l}}{0.925 + 0.22 a/l} \right]$$

σ : effort permissible (lbs par po. c.).

d : épaisseur requise de la dalle.

A : constante qui dépend de l'emplacement de la charge : 3.36 au joint; 4.2 aux coins.

P : charge sur roue, plus impact.

a : rayon équivalent de la surface de contact entre le pneu et la dalle sous la charge P .

$$l = \sqrt{\frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)k}}$$

E : module d'élasticité du béton.

μ : rapport "Poisson".

k : module de réaction du sol.

La seconde est basée sur les théories de Boussinesq^(2, 3), et proposée par Palmer et Barber⁽⁴⁾ et modifiée par Barber⁽⁵⁾. Elle sert au calcul de pavages flexibles.

$$d^2 = \left[\left(\frac{3Pmn}{2\pi E\Delta} \right)^2 - a^2 \right] \left[\frac{E}{E_p} \right]^2$$

d : épaisseur requise.

E_p : module d'élasticité de la couche de roulement.

E : module d'élasticité du sol.

P : charge sur roue.

m : coefficient tenant compte de l'intensité de la circulation.

n : coefficient tenant compte de la précipitation.

a : rayon équivalent de la surface de contact entre le pneu et la dalle sous la charge P .

Δ : déflexion tolérable de la surface de roulement.

L'examen des deux formules nous permet de souligner les points suivants :

a) Pour les pavages rigides et flexibles : l'importance du poids d'un véhicule sur la chaussée et l'importance de limiter la charge à celle assumée dans le calcul du pavage.

b) Pour les pavages rigides : l'importance de la résistance à la flexion du béton et la faible influence de la nature du sol sur l'épaisseur requise. Par exemple : si un pavage rigide est construit sur une argile ayant un module de réaction de 100 lbs par po.cu. pour supporter une charge de 10,000 lbs, il faudra 8 pouces de béton en assumant une contrainte tolérable de 275 lbs par po.ca., et une dalle de 6.8 pouces seulement, si cette contrainte est augmentée à 350 lbs par po.ca. Cependant, si le pavage est construit sur un till (C.B.R. : 10) pour un béton de 275 lbs par po.ca., et les mêmes conditions de charge, l'épaisseur de la dalle ne sera réduite que d'un demi-pouce.

c) Pour les pavages flexibles : la qualité des couches de fondation et du sol influence beaucoup l'épaisseur de la structure requise. Par exemple, pour une charge de 10,000 lbs et un matériel de fondation ayant un C.B.R. de 100%, un sol composé d'une argile à 3% C.B.R. exige une fondation de 21 pouces, tandis qu'un till à 10% C.B.R. n'exige que 11 pouces.

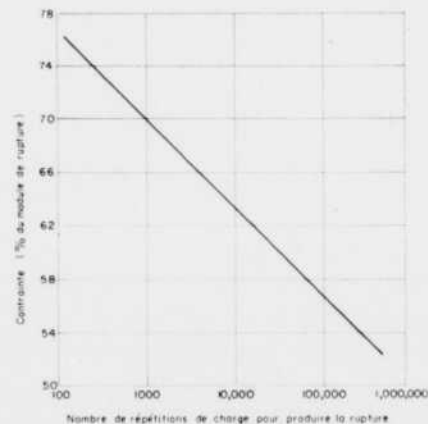
Notons également que la plupart des méthodes d'analyse de pavage ne tiennent pas compte de tous les facteurs influençant le comportement des pavages. La méthode de la "Portland Cement Association" tient compte de la charge, de la qualité du béton et du nombre de répétitions des charges en se basant sur le pourcentage d'utilisation du module de rupture, mais ne tient nullement compte du climat, tandis que la formule donnée ci-haut

pour pavages flexibles, tout en tenant compte de la qualité des matériaux, des charges, de l'intensité de la circulation et de la précipitation, ne tient pas compte du gel. L'analyse du pavage doit donc comporter une étude des facteurs influençant le comportement des pavages, notamment le climat, le sous-sol et la circulation.

Facteurs influençant le calcul des pavages

Le climat influence le comportement des pavages par l'action du gel et de la précipitation. L'action du gel cause la formation de lentilles de glace et la perte de résistance durant le dégel, tandis que l'action de l'eau peut causer le gonflement du sol et une diminution de sa capacité portante.

La documentation technique nous offre des critères et des moyens qui nous permettent de construire des pavages adaptés à n'importe quel climat. Cependant, ces critères ne sont que généraux, mais leur vérification par des recherches pratiques peut souvent apporter des économies considérables. Par exemple, le till Malone de la région de Montréal⁽⁶⁾, qui est classé par Casagrande⁽⁷⁾ et Beskow⁽⁸⁾ comme étant un sol susceptible au gel, ne l'est que très peu. Des recherches pratiques faites par le "U.S. Corps of



(D'après Bradbury)

Fig. 1 — Fatigue du béton en flexion.

Engineers⁽¹⁹⁾ ont démontré qu'avec un sol similaire, la compaction atténue grandement l'effet de la gélivité.

Comme dans toute étude de fondation, l'analyse de pavage nécessite une connaissance suffisante des sols. Les caractéristiques des sols que l'on recherche sont la capacité portante ou résistance aux charges, la gélivité, la résistance à l'action de l'eau et la sensibilité au remaniement.

Notons que la plupart des essais de résistance sont statiques, le taux de charge étant relativement faible. Ils ne représentent pas les conditions de charge, car sur le pavage les charges se répètent et provoquent un impact. Cependant les essais de charge ont le mérite d'être simples et d'être généralement, dans l'étude de leurs critères, le fruit de nombreuses expériences de corrélation.

L'un des facteurs les plus importants dans l'analyse de pavage est la répétition des charges. Comme tous autres matériaux structuraux, les matériaux qui composent la structure d'un pavage sont sujets à la fatigue. Le nombre de répétitions des charges doit donc être considéré dans l'analyse de pavage. Ainsi, pour les pavages rigides, le nombre de répétitions de charges est relié au pourcentage entrant en jeu du module de rupture du béton. (fig. 1). Par exemple, si la dalle de béton n'est pas exposée à un effort supérieur à 50% du module de rupture, la dalle peut théoriquement supporter un nombre illimité d'une charge donnée, sans quoi elle est sujette à la rupture

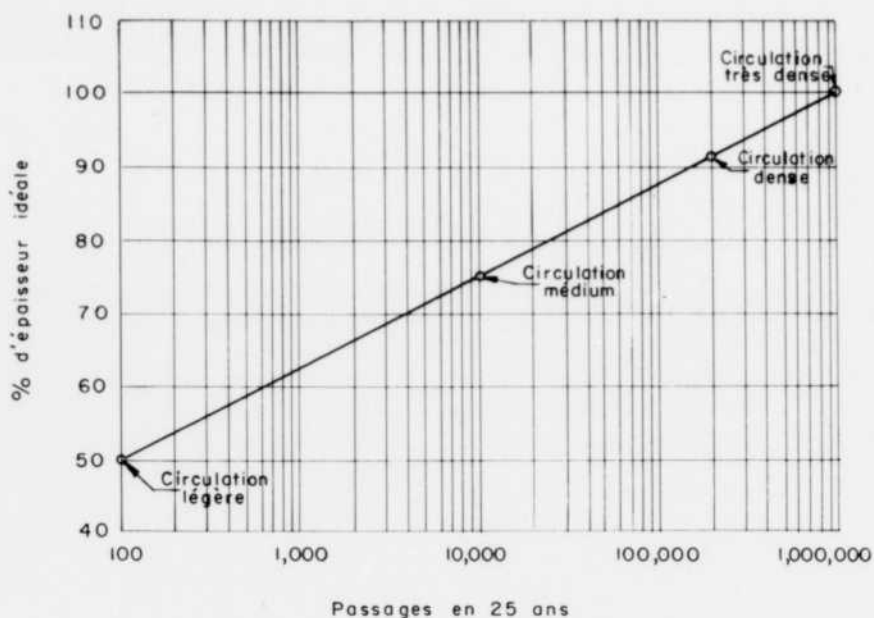


Fig. 2 — Pavage flexible. — Épaisseur vs répétition des charges.

sous un nombre limité de répétitions de charge. Dans le cas d'un pavage flexible, il est convenu d'appeler "épaisseur idéale" (100% design) un pavage qui est capable de supporter au moins un million de répétitions de charges, et seulement un passage de cette charge quand le pavage n'a que 25% de cette épaisseur (fig. 2). Il est donc possible sur le même sol de construire une multitude de pavages, ayant des épaisseurs différentes pour résister à une même charge axiale.

Choix du type de pavage

Dans les mêmes conditions de sol, de climat et de circulation, il est possible de construire parallèlement un pavage rigide et un pavage flexible qui auront le même comportement.

Pour plusieurs le pavage rigide est synonyme de pavage permanent et le pavage flexible syno-

nyme de pavage temporaire. C'est une conception erronée qui provient du défaut d'application d'une véritable technique routière dans l'analyse des pavages.

Un pavage rigide ou flexible doit normalement être conçu pour résister à plus de 20 ans de circulation, sans produire de déficiences importantes. Autrement dit, si le pavage est bien conçu, le comportement du pavage rigide ou flexible doit être identique durant la vie du pavage. Le choix du type, flexible ou rigide, ne doit se faire qu'en fonction de l'économie et d'autres considérations.

D'une façon générale, sur un sol de bonne qualité ou même gélif, le pavage flexible est souvent plus économique. Sur des sols de qualité médiocre ou pauvre, les coûts des pavages flexible ou rigide sont souvent comparables. Dans les régions où les agrégats de fondation sont rares, le pavage rigide est plus économique.

Il faut cependant souligner le fait que le pavage flexible exige un contrôle plus sévère des couches de fondation et de sous-fondation, afin de s'assurer que la résistance de ces couches correspond aux valeurs assumées dans

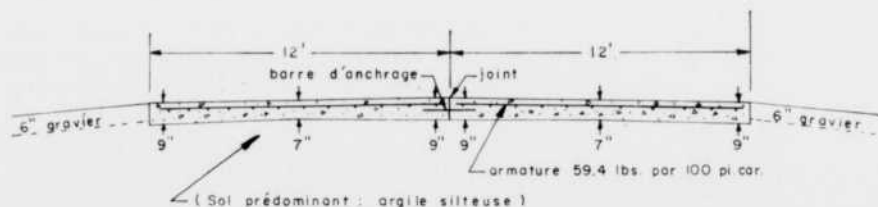


Fig. 3 — Essai routier MD-1. — Section type du pavage.

l'analyse. D'autre part, le pavage rigide exige une bonne uniformité de la fondation.

Essais routiers

L'augmentation des véhicules en nombre et en poids surtout depuis vingt ans a provoqué l'entrepris de projets de routes expérimentales, qui ont soulevé un intérêt considérable. Voici quelques uns des plus importants de ces travaux expérimentaux :

1 — L'essai MD-1 du Maryland, en 1951-52⁽¹⁰⁾. 2 — L'essai routier WASHO, en 1952-54^{(11) (12)}. 3 — L'essai routier AASHO, en 1955-61⁽¹³⁾. Tous les trois essais routiers ont été faits sous la direction de la Commission de recherches routières du Conseil National de recherches de l'Académie nationale des sciences des États-Unis, connue sous le nom de H.R.B.

D'une façon générale, chaque essai routier avait un but principal et comprenait l'étude de plusieurs facteurs. Les résultats de chaque essai ont fait l'objet d'un rapport volumineux du H.R.B. Étudions brièvement ces trois essais, en insistant cependant plus longuement sur l'essai AASHO, dont les résultats viennent d'être publiés.

Essai routier du Maryland (pavage rigide)

Cet essai eut comme but principal la détermination des effets relatifs de la circulation sur un pavage de béton de deux types de véhicules, ayant quatre différentes charges axiales. Cet essai coûta \$250,000.

La fig. 3 donne le détail de la composition du pavage et la fig.4 ceux des conditions de charge. Les résultats de l'essai routier MD-1 résumés dans le Tableau I ont été concluants. L'effet de l'augmentation de la charge de 12.4% sur essieu simple et de 14% sur essieu jumelé a augmenté

	Essieu simple		Essieu jumelé	
Charge lbs	22,400	12,000	44,800	32,000
Passes	238,000	238,000	92,166	92,166
Fissuration générale (rapport)	6.4	1	12.3	1
Fissuration par rupture %	58	26	96	27
Fissuration aux joints et dépression (%)	50	18	93	18

respectivement la fissuration de 6.4 fois et de 12.3 fois.

Ces résultats illustrent clairement la nécessité de limiter les charges sur essieu des véhicules lourds.

Essai routier WASHO (pavage flexible)

A l'encontre de l'essai précédent, l'essai WASHO s'est fait sur des sections de pavage flexible construites dans un lieu isolé de Maland, Idaho, en 1952, au coût de \$900,000.

L'essai routier WASHO a eu pour but de déterminer l'effet d'une circulation contrôlée sur des pavages flexibles ayant de 6 à 22 pouces d'épaisseur.

La fig. 5 illustre les sections types de pavage et la fig. 6 les diverses conditions de charge.

L'essai WASHO a permis de faire les constatations suivantes :

a) Les épaisseurs requises pour supporter 238,000 passages de 4

différentes charges sur des pavages revêtus de 2 à 4" de béton asphaltique. (Voir tableau II)

b) L'épaisseur du revêtement bitumineux affecte considérablement le comportement d'un pavage flexible. De plus le bord du pavage se comporte moins bien que le centre. Cependant le revêtement des accotements corrige ce fait.

c) Les périodes critiques de détérioration correspondant aux périodes de précipitation intense et dégel. De plus, la teneur en eau des couches supérieures a une influence marquée sur la détérioration.

d) Une augmentation de charge sur essieux simples de 12.4% a augmenté de 13.8% la surface détériorée. Une augmentation de charge de 12.5% sur essieux jumelés a augmenté la détérioration de 48%. Ceci démontre une fois de plus l'importance de la limitation des charges.

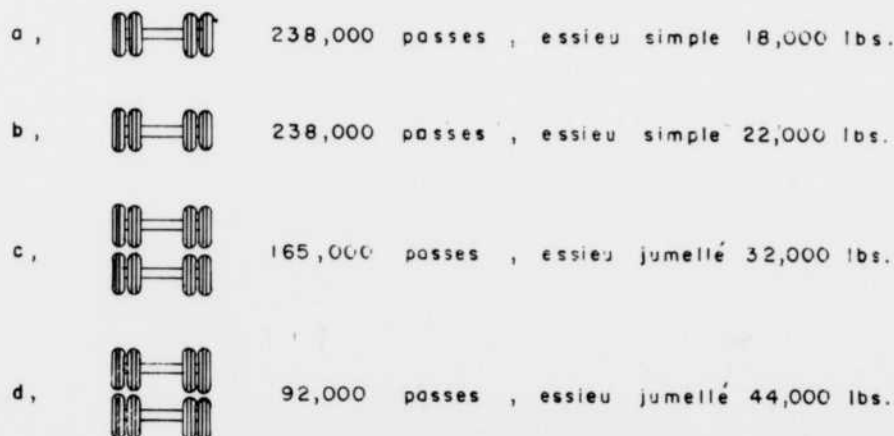


Fig. 4 — Conditions de chargement.

TABLEAU II — RÉSULTATS SOMMAIRES DE L'ESSAI ROUTIER WASHO

Mélange asphaltique	2"				4"			
Base granulaire	4"				2"			
Essieu	Simple		Jumelé		Simple		Jumelé	
Charge — kips	18.0	22.4	32.0	40.0	18.0	22.4	32.0	40.0
Épaisseur totale requise pour supporter 238.000 passes								
Roue extérieure	16	19	17	20	10	10	10	14
Roue intérieure	14	14	14	14	6	6	10	10
Équivalence des charges basée sur une même détérioration								
	Simple		Equiv. Jumelé		Simple		Equiv. Jumelé	
Kips	18.0		28.3		18.0		28.0	
Kips	22.4		36.4		22.4		33.6	

e) La détérioration des pavages correspond aux déflexions supérieures à 0.045 po. durant l'été et à une déflexion supérieure à 0.030 po. durant l'hiver. De plus, la déflexion d'un pavage est fonction de la vitesse et de la charge des véhicules, de la température et de la teneur en eau des couches supérieures de fondation.

**Essai routier AASHO
(pavage rigide et pavage flexible)**

L'essai routier AASHO se fit sous l'égide de l'American Association of State Highway Officials, à Ottawa, Illinois, à 80 milles au sud-ouest de Chicago. Le coût du projet a dépassé vingt-sept millions de dollars.

Voici quelques-uns des buts principaux de cet essai :

1. — Déterminer l'influence de différents types de véhicules (charge et arrangement des roues variables), ainsi que du nombre de répétition des charges sur le comportement des pavages d'asphalte, de béton ordinaire et de béton armé construits sur des fondations et sous-fondations d'épaisseurs variables.

2. — Développer et mettre au point l'instrumentation, les métho-

des d'essai, les graphiques et les formules nécessaires aux calculs, à l'évaluation des pavages existants et aux recherches.

3. — Étudier des sujets spéciaux tels que les accotements pavés et les fondations stabilisées.

Le plan de l'essai comprenait 6 boucles de route (fig. 7) divisée à 4 voies comportant des "volte-faces". Les boucles A, B, C et D avaient 7,600 pieds de long. La boucle E, 5,000 pieds de long et la boucle F, 2,200 pieds de long.

L'une des importantes caractéristiques de cet essai est l'alternance de sections d'épaisseurs différentes sans suivre un ordre précis. Cet arrangement permit de faire des constatations impartiales, d'en vérifier la réalité et de procéder à des reprises. La comparaison de revêtement différents exige que la plateforme soit iden-

tique. Par conséquent, pour les trois derniers pieds du remblai on a employé un sol A-6 très uniforme, puisé dans des carrières de choix. C'est afin d'atténuer l'effet des variations possibles de cette plateforme et d'obtenir une meilleure corrélation qu'on recourut à cette alternance sans ordre des sections.

Dans l'essai routier WASHO, il y avait deux boucles comprenant chacune 10 sections d'essais, tandis que, dans l'essai AASHO, on comptait 368 sections de revêtements rigides (fig. 8a) et 468 sections de revêtements flexibles (fig. 8b), soit un total de 836 sections.

Les résultats de l'essai AASHO, ont fait l'objet d'un rapport spécial du Conseil National des recherches routières (HRB) qui vient d'être publié. Le rapport complexe et volumineux contient séparément les résultats et analyses sur

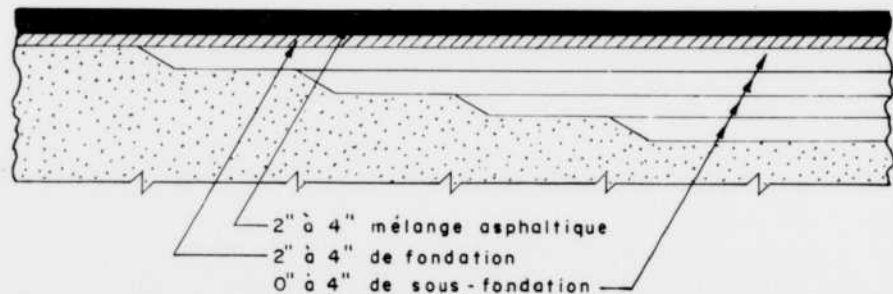


Fig. 5 — Essai routier WASHO. — Section type.



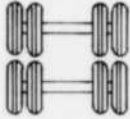
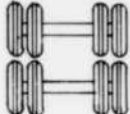
a,		essieu simple	18,000 lbs
b,		essieu simple	22,400 lbs.
c,		essieu jumelé	32,000 lbs.
d,		essieu jumelé	40,000 lbs.

Fig. 6 — Conditions de chargement.

les pavages flexibles et les pavages rigides dont voici les grandes lignes.

1 — Pavages rigides et flexibles.

a) On a établi une échelle d'évaluation des pavages en fonction de la sécurité et du confort qu'ils offrent à la circulation. Cette échelle est appelée "Échelle de serviabilité présente" (P.S.S.) Elle se mesure par la rugosité, la profondeur moyenne des ornières, la fissuration et l'entretien requis.

b) Pour les conditions de l'essai (conception, matériaux, climat et sols) on a établi pour chaque échelle de serviabilité les relations qui existent entre le nombre de répétitions de charge et l'épaisseur requise du pavage (fig. 9).

2 — Pavages flexibles

Pour les conditions de l'essai AASHO (structure, matériaux, sol et climat) il a été établi que :

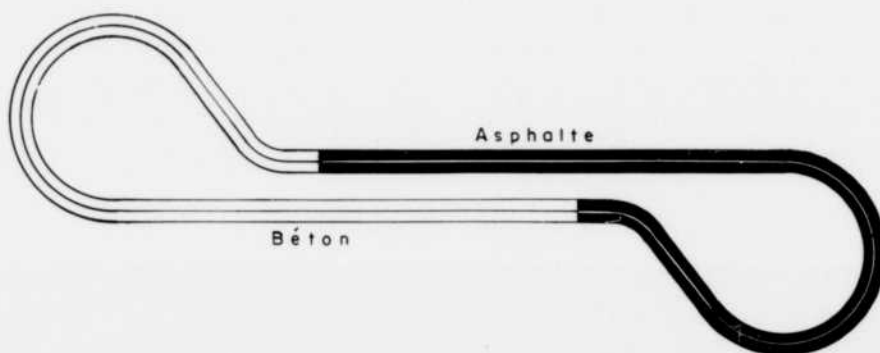
a) Pour un même comportement un pouce de béton bitumineux équivaut à 3 pouces de pierre de fondation et à 4 pouces de matériaux de sous-fondation.

b) Le comportement d'un pavage avec une sous-fondation stabilisée au bitume ou au ciment est supérieur aux pavages avec une sous-fondation non stabilisée. De plus, l'emploi de la pierre

concassée au lieu du gravier dans la couche de fondation améliore également le comportement du pavage.

c) Des ornières que l'on trouve sur les pavages sont généralement causées par la densification et le déplacement des couches de surface et de fondation.

d) Il existe une relation entre la déflexion, la structure, les charges, la vitesse et la température. En résumé : l'épaississement de la dalle de mélange asphaltique, l'augmentation de la vitesse des véhicules, ainsi que l'abaissement de la température ambiante (sous 80°F) réduisent la déflexion du pavage. La déflexion est reliée à la formation des ornières, et lorsqu'elle est mesurée au printemps elle permet de prédire le comportement futur du pavage.



agencement des boucles



(D'après AASHO)

Fig. 7 — Essai routier AASHO.

3 — Pavages rigides

Pour les conditions de l'essai routier AASHO (structure, matériaux, sol et climat) il a été établi que :

a) L'armature dans le pavage n'a pas affecté son comportement.

b) L'addition d'une sous-fondation a amélioré le comportement du pavage; cependant les variations en épaisseurs de 3 à 9" n'ont pas eu d'effet sur ce dernier.

c) Une relation existe entre le nombre de passages et la fissuration. Dans la majorité des cas, la fissuration est causée par le pompage de la sous-fondation ou du sol à travers les joints.

d) Les contraintes et déflexions sont directement proportionnelles à la charge appliquée. Leurs valeurs sont affectées par le changement de la température ambiante et la vitesse des véhicules. Il a été de plus établi qu'il est possible de prédire le comportement d'un pavage à l'aide de mesures de contrainte et de déflexion.

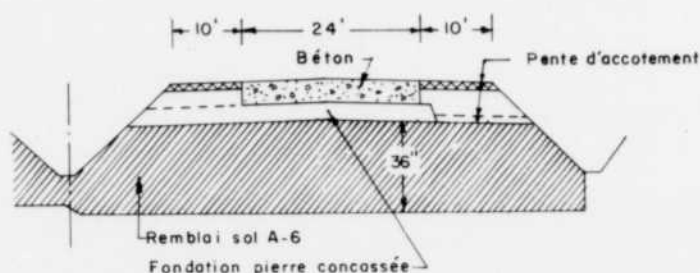
Limitations et valeurs des essais routiers

Les trois routes expérimentales ont été l'objet d'essais, d'observations et de constatations, qui n'ont cependant de valeur d'application que dans de mêmes conditions de matériaux, de compositions de pavage, de circulation, de sol et de drainage qui existaient au moment des expériences. (Tableau III).

Si l'on désire appliquer ailleurs ces constatations, il faut étudier exactement les différences de conditions, établir les facteurs de correction qui sont nécessaires.

Le rapport spécial 61E de l'HRB⁽³⁾ souligne fortement l'importance de ce processus. Plusieurs ingénieurs cherchent à baser sur les conclusions de ces rapports la décision de construire en un endroit donné ou un pavage flexible ou un pavage rigide.

Pavage rigide



Pavage flexible

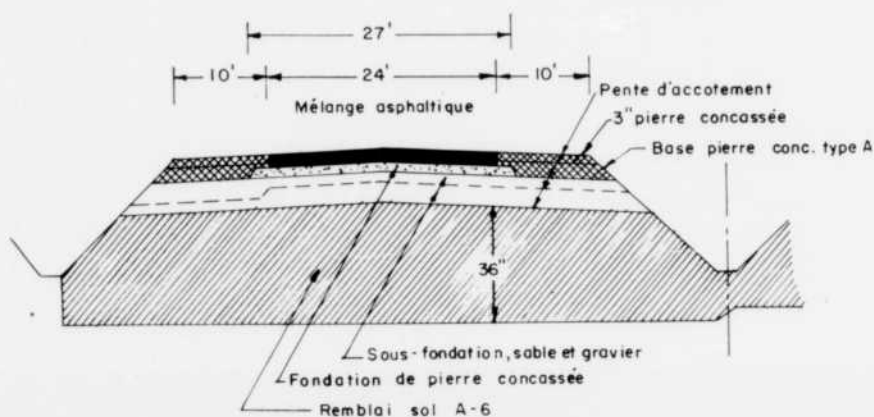


Fig. 8 — Section type.

Le rapport ne peut malheureusement pas fournir si facilement de telles réponses.

Une raison principale explique ce fait : Les expérimentateurs ont construit des sections qui étaient intentionnellement mauvaises soit dans tous ses éléments. Ils désiraient étudier l'influence bonne ou mauvaise de certains facteurs sur le comportement d'un pavage.

Par exemple, dans les trois essais routiers, il y a une raison pour le choix d'un silt argileux du type A-6. Si on avait choisi un sol résistant, comme le till Malone de Montréal (C.B.R. 30% et plus) il aurait été théoriquement impossible d'étudier le comportement des couches de fondation et de sous-fondation, à cause de l'excellence d'un tel sous-sol

qui aurait rendu inutile la présence de ces deux couches pour répartir les charges.

Ainsi si l'on avait expérimenté sur un till Malone (fig. 10), l'épaisseur requise d'un pavage flexible aurait été seulement de 6 pouces sous une charge axiale de 18,000 et de 7 pouces sous une charge de 32,000 lbs (fig. 11). Par contre l'épaisseur requise d'un pavage rigide en béton aurait été de l'ordre de 6 pouces pour une charge axiale de 18,000 lbs et de 9 pouces pour une charge de 32,000 lbs (fig. 12). Il est donc évident que le choix d'un sous-sol trop résistant aurait limité la possibilité d'observer les variations de comportement et même l'utilité des couches de fondation et de sous-fondation.

TABLEAU III — PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

PROPRIÉTÉ DU SOL (appx.)										
Essai routier	Classification	L.L.	IP	200—	CBR	Description				
MD-1	A 6 (1)	33	15	50	4-10	Arg. silt.				
WASHO	A 6	36	10	87	9-18	" "				
AASHO	A 6	30	14	82	1.5-3.8	" "				
MATÉRIAU DE SOUS FONDATION (appx.)										
	2"	1"	3/8"	4	10	40	80	200		
WASHO	100	85	55	38	26	16	10	6		
AASHO		100	—	73	54	27	—	7		
MATÉRIAU DE FONDATION (appx.)										
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	80	200
WASHO		100	99	88	68	49	34	22	14	8
AASHO	100	90	81	68	—	48	35	20	—	10
MÉLANGE ASPHALTIQUE										
Essai routier	Type de mélange	Essai Marshall								
		Stabilité	Fluage	Vides	% bitume					
AASHO	Base 1" max.	1770	11.2	4.8	4.2					
WASHO	Surface 3/4"	645-1125	7-11	2.9-5.0	4.9-5.7					
AASHO	max	2000	11-1	3.6	5.2					
BÉTON DE CIMENT										
Essai routier	Grosseur nominale	Résistance à la compres. lb/po.	Résistance à la flexion lb/po.	Affaissement	Air %					
MD-1	—	6940(2)	710	—	—					
AASHO	2 1/2"	3966(3)	636(2)	2.5	3.7					

(1) Sol prédominant.

(2) Carottage après 4 mois.

(3) Carottage à 14 jours.

À titre de démonstration, étudions un pavage rigide et un pavage flexible construits sur un sol du type A-6 ayant un C.B.R. de 3% et capables tous deux de résister à une charge axiale de 18,000 lbs. En recourant à la méthode de la P.C.A., on trouve que pour un module de réaction des sous-sols de 75 lbs par po.cu. qui correspond à un C.B.R. approximatif de 3%, l'épaisseur du béton devrait être de 7 à 8 pouces. Par contre, en ce qui touche le pavage

flexible et si l'on recourt à la méthode C.B.R. du U.S. Corps of Engineers, on trouve que, pour un sol ayant un C.B.R. de 3%, il est nécessaire que l'épaisseur totale des couches de surface et de fondation soit 21 pouces (fig. 11).

Examinons maintenant la concordance de cette démonstration avec les résultats de l'essai AASHO (Tableau IV). Voici dans ce but quelques observations intéressantes émanant de l'essai AASHO :

1) Après un million de passages les pavages en béton de 5 et 6.5 pouces n'ont pas résisté et ceux de 8 pouces et plus ont bien tenu;

2) En général les pavages flexibles de moins de 21 pouces d'épaisseur totale se sont détériorés. Ceux de 21 à 24 pouces d'épaisseur équivalente ont résisté d'une façon satisfaisante.

L'essai AASHO a démontré qu'un pouce de mélange asphaltique constitue une épaisseur équivalente à 3 pouces de gravier et que par conséquent chaque pouce de mélange asphaltique que l'on pose, en plus des 3 pouces réguliers, peut remplacer 3 pouces de gravier;

3) Dans l'essai AASHO plus de 50% des valeurs C.B.R. (fig. 13) étaient inférieures à 3%. Or dans l'exemple précédent on avait assumé un C.B.R. de 3%. Il n'est donc pas étonnant de constater que plusieurs sections de l'essai AASHO se sont détériorées après un nombre assez limité de répétitions de charges.

Examinons maintenant la fig. 14, où l'on a comparé les épaisseurs actuelles de l'essai AASHO et les épaisseurs requises d'après les courbes d'analyse de l'U.S. Corps of Engineers. En plus des charges axiales de 18,000 lbs étudiées ci-haut, la fig. 14 contient également des résultats pour charges axiales de 12,000 et 6,000 lbs. Cette figure illustre bien qu'il existe une bonne concordance entre les résultats réels de l'AASHO et les courbes d'analyse de l'U.S. Corps of Engineers.

La même concordance existe entre les résultats de l'AASHO au point de vue épaisseur de béton et les courbes d'analyse du P.C.A. La fig. 15 illustre ces faits.

Cependant, dans la fig. 14, les points (x), indiquant le mauvais comportement des pavages, apparaissent en dessous de la ligne des épaisseurs requises.

Dans la fig. 15 ces points apparaissent au-dessus de cette ligne.

En conclusion, dans les limites de l'essai AASHO, le mauvais comportement du pavage flexible par rapport au pavage rigide n'a rien de surprenant. Une comparaison entre les 2 types de pavages ne peut donc s'établir.

Le génie routier a profité grandement des travaux expérimentaux MD-1, WASHO et AASHO. Ces expériences ont permis de mettre au point plusieurs nouvelles techniques routières et de connaître le comportement de nombreux types de pavage sous l'action des répétitions de charges. Les dépenses encourues, soit respectivement 1/4, 1 et 27 millions de dollars, n'ont pas été inutiles et l'application pratique des résultats les compenseront largement.

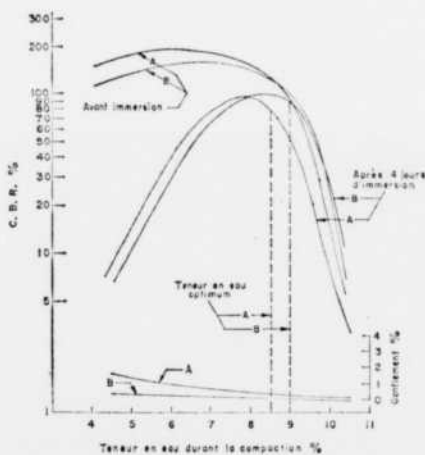


Fig. 10 — Relation entre le C.B.R., le gonflement et la teneur en eau du till silteux et pierreux type.

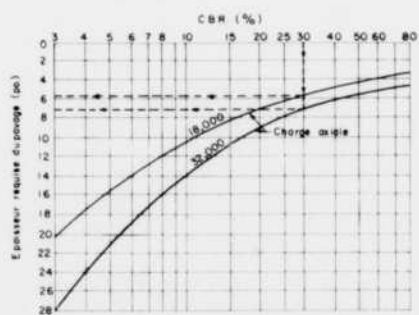


Fig. 11 — Courbes d'analyse de pavages (d'après U.S. Corps of Engineers).

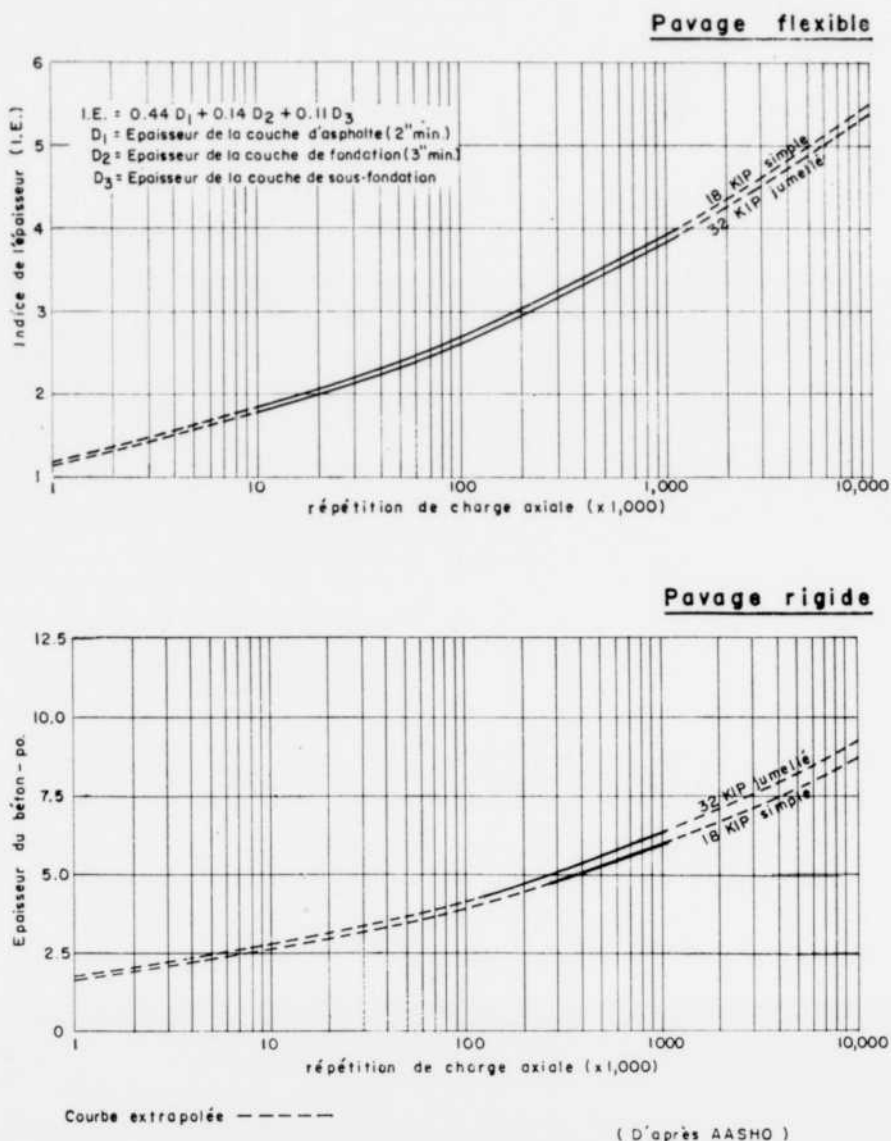


Fig. 9 — Relation entre la charge et l'épaisseur du pavage pour un indice de serviabilité de 2.5.

Par exemple les essais MD-1 et WASHO ont établi l'importance primordiale de réglementer le poids maximum des véhicules lourds. Comme preuve, en 1955, la voirie de la Californie a estimé à la suite d'une enquête qu'une majoration de 25% par essieu de la charge maximum permise aux camions entraînerait la reconstruction de 8,260 milles de pavages au coût de 96 millions de dollars.

Jusqu'aux essais WASHO beaucoup partageaient l'opinion que dans un pavage flexible le revêtement asphaltique ne constituait qu'une surface de roulement. L'essai WASHO a établi

qu'un revêtement bitumineux épais pouvait, un peu comme le béton, jouer un rôle important au regard des contraintes sur le sol de fondation.

Par la suite, l'essai AASHO a confirmé ce fait et, dans le même ordre d'idées, a établi qu'un pouce de mélange asphaltique équivaut à 3 pouces de matériaux de fondation et à 4 pouces de matériaux de sous-fondation.

Ces constatations constituent pour l'ingénieur un moyen d'interchanger du mélange asphaltique et du gravier selon le prix de ces deux matériaux. Ces constatations s'appliquent également aux travaux de stabilisation des

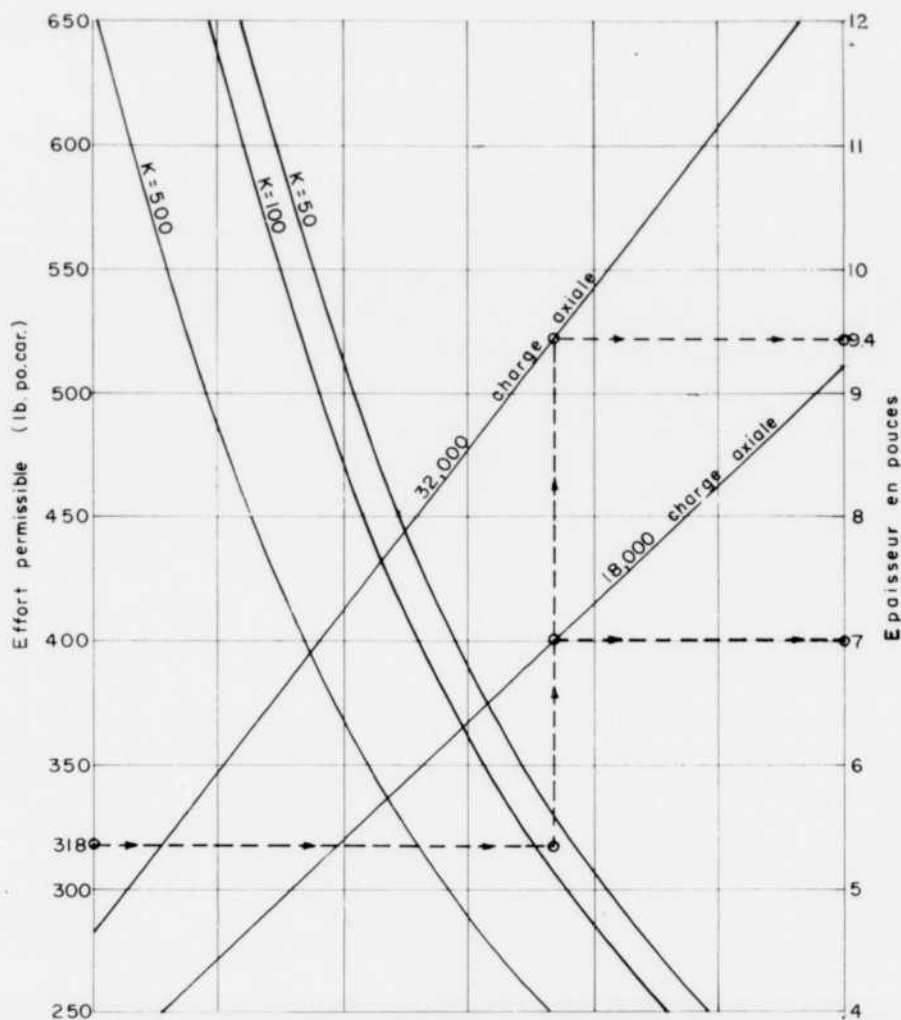


Fig. 12 — Courbes des épaisseurs de pavage rigide (d'après P.C.A. "protected corners").

sols par le bitume ou le ciment.

Un autre résultat important des essais AASHO est que la couche de fondation en gravier et l'armature n'ont pas influencé le comportement des pavages en béton et que par conséquent en pratique leur emploi doit être réduit au strict minimum.

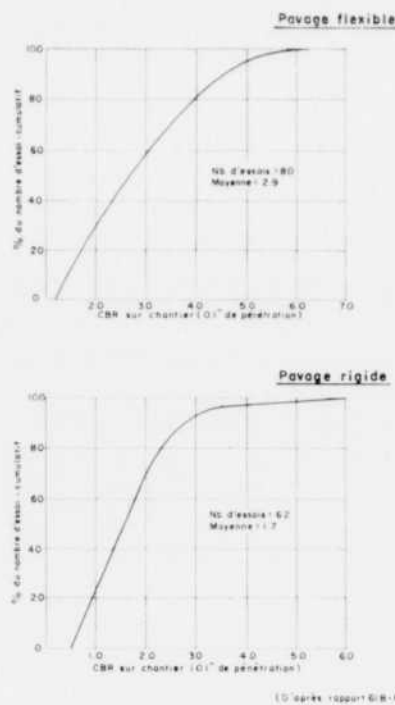
Conclusions

On voit par cet article que toute conception ou analyse de pavage doit comporter au préalable une étude de l'influence du sous-sol, de la circulation et des agents atmosphériques et que cette étude procède de critères pour les pavages rigides et pour les pavages flexibles.

La vérification de ces critères par des recherches pratiques peut être la source d'économies con-

sidérables. Car, étant donné que dans des conditions identiques on peut toujours substituer un pavage rigide à un pavage flexible ou vice-versa, ce sont des raisons d'économie et d'autres considérations qui président au choix du type de pavage.

Cet article résume brièvement les buts et résultats des trois grands essais routiers MD-1, WASHO et AASHO. Il discute de leur influence sur l'analyse des pavages, sur les limitations de ces essais et, dans le cas de l'essai AASHO, souligne le fait qu'une comparaison entre le pavage rigide et le pavage flexible ne peut s'établir. Il étudie de plus l'aspect pratique et théorique des essais routiers et la concordance entre la théorie et la pratique.



Figs. 13a et b — Résistance du sol (C.B.R.) de fondation.

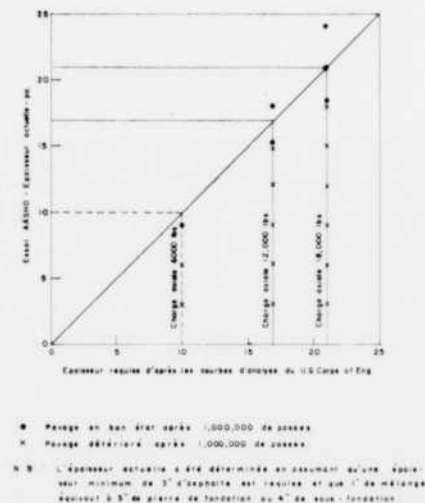
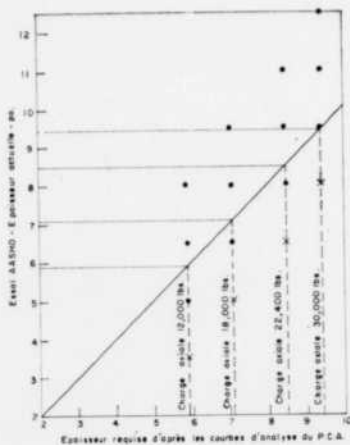


Fig. 14 — Évidence de la cause de rupture des pavages flexibles — essai AASHO.

RÉFÉRENCES

- (1) Portland Cement Association, "Concrete Pavement Design for Roads and Streets Carrying All Classes of Traffic", Portland Cement Association, Chicago, Illinois, 1951.
- (2) Kansas State Highway Commission "Design of Flexible Pavement Using the Triaxial Compression Test", Highway Research Board Bulletin 8, 1947.



● Pavage en bon état après 1,000,000 passes
 X Pavage détérioré après 1,000,000 passes

N.B.: L'épaisseur actuelle a été déterminée en utilisant un module de réaction du sol de 75 lbs./sq. in.

Fig. 15 — Évidence du bon comportement des pavages rigides — essai AASHTO.

- (3) Lacey, Delbert L. "Flexible Pavement Design Correlated with Road Performance", Highway Research Report 16B, 1954.
- (4) Palmer, L.A., and E.S. Barber "Soil Displacement Under Circular Loaded Area" Proceedings, Highway Research Board, 1940.
- (5) Barber, E.S. "Application of Tri-axial Test Results to the Calculations of Flexible Pavement Thickness", Proceedings Highway Research Board 1946.
- (6) Prest, V.K. et Hode Keyser J. "Géologie des dépôts meubles et sols de Montréal", Service des Travaux Publics, Ville de Montréal, 1962.
- (7) Casagrande A.
- (8) Beskow, G. "Soil Freezing and Frost Heaving", Swedish Geological Society, 26th Year Book No. 3, Series C, No. 375.
- (9) "Frost Action in Soils", Highway Research Board, Special Report No. 2, 1951.

- (10) "Road Test One — MD", Highway Research Board Special Report No. 4, 1952.
- (11) "The WASHO Road Test", Highway Research Board Special Report No. 18, 1954.
- (12) "The WASHO Road Test", Highway Research Board Special Report No. 22, 1955.
- (13) "The AASHTO Road Test", Highway Research Board, Special Report No. 61.

Tableau IV — Résultats de l'essai AASHTO (boucle no 4) pour une charge axiale de 18,000 lbs.

PAVAGE RIGIDE

SOUS-FONDATION	3"		6"		9"		
	SANS	AVEC	SANS	AVEC	SANS	AVEC	
EPAISSEUR DU BÉTON	5"	7+6	4+5	353	325	291	592
	6 1/2"	3.8	3.8	4.4	3.4	3.0	1.8
	8"	4.4	3.9	4.4	4.4	4.3	4.3
	9 1/2"	4.2	4.0	4.5	4.5	4.1	4.8

PAVAGE FLEXIBLE

BASE	0"			3"			6"			
	4"	8"	12"	4"	6"	8"	4"	6"	8"	
EPAISSEUR D'ASPHALTE	3"	2	72	82	74	82	583	80	92	1.6
	4"	78	107	426	87	100	1140	90	1.9	1.9
	5"	88	119	676	125	589	592	641	3.6	3.3

0.0 Indice de serviabilité



Nombre d'applications des charges à la détérioration (1,000)



ALAIN BRETON
Professeur agrégé au Département
de Génie électrique

INDICATEUR ÉLECTRO- MÉCANIQUE

par :

École Polytechnique de Montréal



MAURICE POUPARD
Professeur agrégé au Département
de Génie mécanique

Introduction

L'étude approfondie des caractéristiques des machines thermiques telles que moteurs à combustion interne, compresseurs, machines à vapeur, etc., demande que l'on connaisse le rendement total, la puissance effective, le rendement théorique, le cycle théorique, le cycle thermodynamique réel, la puissance indiquée et les pertes mécaniques.

Le cycle réel ne peut se tracer théoriquement avec précision, car sa forme est intimement reliée aux conditions de fonctionnement de la machine. Il faut donc fixer à la machine étudiée un appareil qui tracera un cycle réel en fonction des conditions existantes.

C'est en mesurant la surface de ce cycle qu'il est possible d'obtenir la puissance indiquée et, par la suite, les pertes mécaniques. Cet appareil servant à tracer le cycle ou la carte indicatrice porte le nom d'indicateur. (Fig. 1)

Un nombre imposant de ces appareils, fonctionnant selon divers principes, ont été mis au point depuis cinquante ans. La plupart

étaient complexes ou fragiles, et dans l'ensemble, la précision des mesures étant limitée, il ne restait aux cycles mesurés ou tracés qu'une valeur qualitative. Il ne s'en trouve que quelques-uns qui ont donné et qui donnent encore satisfaction, sauf que dans certains cas, le cycle n'est pas tracé point par point mais échantillonné et le résultat est la moyenne de plusieurs cycles ou encore il est tracé en fonction de la pression et du temps plutôt qu'en fonction de la pression et du volume.

Nous nous sommes proposés de mettre au point un indicateur qui pourrait fonctionner d'une façon satisfaisante quelle que soit la vitesse de la machine, et la pression maximum du cycle, tout en étant facile d'emploi, robuste et simple. Nous nous proposons d'obtenir un cycle instantané basé sur les deux données de pression et de volume.

Le cycle théorique, le cycle équivalent et le cycle réel

Il est facile de comprendre pourquoi il est utile d'avoir une repré-

sentation du cycle réel. Prenons comme exemple le cycle d'Otto employé dans les moteurs à combustion. Le premier cycle que l'on considère est le cycle théorique ou le cycle idéal. On peut en faire la représentation graphique en connaissant un certain nombre de données et en faisant certaines hypothèses. Il faut donc tenir compte entre autres choses, du combustible, du mélange frais des exposants constants, des isentropes, de l'absence de boucle négative, etc. C'est un cycle idéalisé. Il est à noter que ce cycle théorique peut différer d'un calculateur à l'autre parce que le choix des exposants des lignes de détente et de compression varie.

Le cycle équivalent est tracé ou posé de façon à représenter les conditions existantes dans le moteur. Il diffère du cycle idéal pour se rapprocher du réel et il a avec ce dernier, une similitude dans la séquence des procédés, le même taux volumétrique de compression, la même pression et la même température à certains points de références et il tient compte de la chaleur ajoutée par unité de masse d'air.

Le cycle réel dont on obtient une image par l'indicateur diffère de cycle équivalent. Cette différence provient d'un certain nombre de mutilations qui dépendent de la non-étanchéité, de la combustion incomplète et progressive, de l'avance de l'allumage d'un mélange imparfait, des pertes de chaleur qui font varier les exposants des isentropes, des pertes dues à l'ouverture prématurée de la soupape d'échappement, etc. (Fig. 2)

Notions de rendements

Voici donc la définition des principaux rendements qu'il faut connaître lorsque l'on veut établir les caractéristiques d'un moteur à combustion qui nous servira d'exemple de machine thermique.

Rendement total : (η)

On le définit comme étant le rapport du travail obtenu de la machine au frein sur le travail ou l'énergie contenue dans le combustible par le moteur.

Rendement théorique : (η_{th})

Il correspond au rapport du travail du cycle théorique sur la chaleur fournie au moteur par le combustible.

Rendement indiqué : (η_i)

Il s'exprime par le rapport du travail correspondant au cycle réel, sur le travail correspondant au cycle théorique.

Rendement mécanique : (η_m)

Il s'exprime par le rapport de la puissance au frein sur la puissance indiquée.

À partir de ces rendements, on peut donc écrire

$$\eta = \eta_{th} \times \eta_i \times \eta_m$$

On voit dans cette équation que si on parvient à poser η_i on peut calculer η_m car η et η_{th} sont faciles à obtenir ou à calculer. Pour

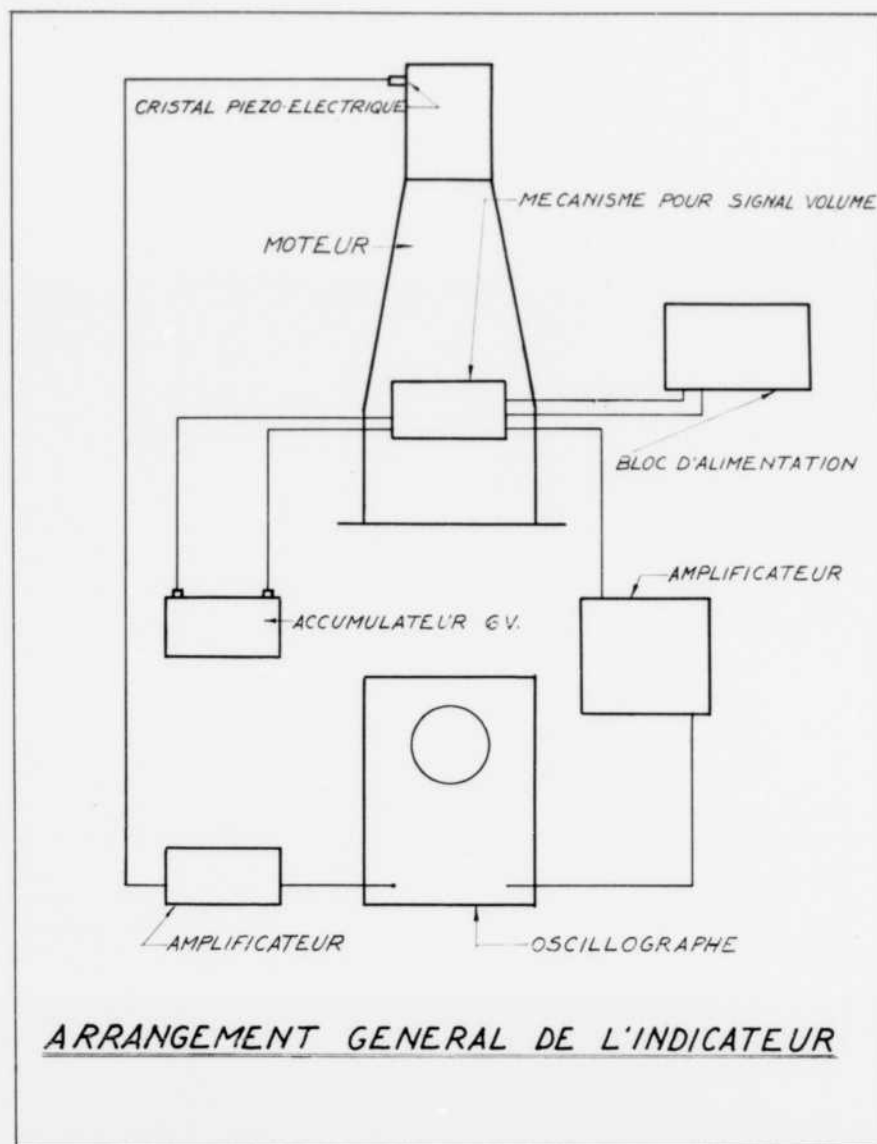


Fig. 1 — Schéma simplifié montrant les diverses parties de l'indicateur.

pouvoir tracer le cycle réel, l'indicateur doit essentiellement recevoir deux signaux; un, représentant la pression, l'autre, le volume.

Signal pression :

Dans un moteur à combustion interne, la pression peut atteindre un maximum d'environ 1000 lb/po.². Sa fréquence peut être calculée facilement si l'on connaît la vitesse de la machine en t.p.m. Dans notre cas, un cristal piezo-électrique permet d'obtenir le signal de pression. Ce cristal de dimensions très réduites est placé dans un cylindre de métal que l'on peut visser dans la paroi du

cylindre, pour que la pression du fluide soit en contact avec lui. Dans le cas d'un moteur à combustion à allumage par bougie, comme il est difficile de rejoindre l'intérieur du cylindre, on raccorde le cristal piézoélectrique à un tube qui passe à l'intérieur de la bougie. (Fig. 3) Le cristal choisi dans notre cas fonctionne pour des pressions variant de 0.5 à 5000 lb/po.² et à une fréquence naturelle de 150,000 cycles par sec. Le cristal est relié par câble co-axial à un amplificateur qui lui-même est raccordé à un oscillographe. Cet amplificateur a une très grande impédance d'entrée (10^{11} à 10^{14}

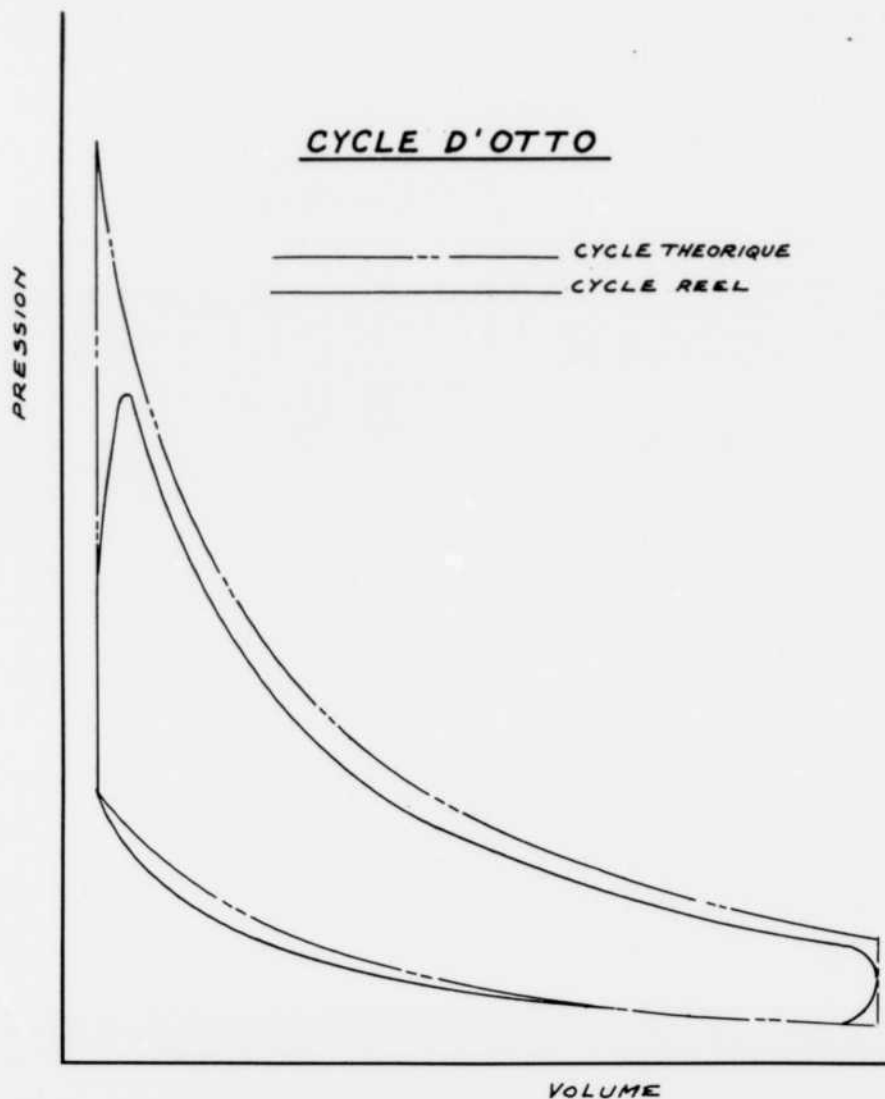


Fig. 2 — Diagrammes montrant la nature des différences entre le cycle théorique et le cycle réel.

ohms.) La contre-réaction interne de l'amplificateur est très considérable, de sorte que la stabilité en fonction de la température et du temps est satisfaisante. La linéarité est garantie en dedans de 0.1% par le manufacturier. De plus, l'amplificateur est muni d'une calibration interne.

Signal de volume :

Le signal représentant la position instantanée du piston est plus difficile à obtenir que le signal de pression; les principaux obstacles étant l'inertie des pièces et la quasi impossibilité d'aller s'attacher au piston ou à la bielle sans percer le moteur.

De plus, un autre mécanisme doit donc transformer le mouvement obtenu en un signal électrique proportionnel au déplacement. La méthode que nous avons employée semble à notre avis simple et satisfaisante. Nous avons attaché un mécanisme, en l'occurrence un petit moteur à combustion, au moteur principal. Les deux conditions essentielles que l'on a dû respecter furent un rapport bielle-manivelle identique et une coïncidence de phase aussi bonne que possible (à moins de $1/2^\circ$). On a pratiqué sur le cylindre de ce petit moteur deux fentes axiales, diamétralement opposées et de largeur régulière.

Le mécanisme comprend une source lumineuse, une lentille pour rendre les rayons parallèles, le petit moteur avec ses deux fentes, une autre lentille pour concentrer les rayons venant du moteur et une cellule photo-électrique. (Fig. 4)

Donc, d'un côté, des rayons lumineux parallèles sont dirigés vers une des fentes. Le petit piston suivant sa position va laisser passer par l'autre fente une certaine quantité de lumière qui est concentrée par l'autre lentille sur une cellule photo-électrique. Cette quantité de lumière reçue par la cellule variera suivant la position du petit piston qui lui-même est en phase avec le grand. Comme le volume est proportionnel à la distance parcourue, nous obtenons donc une quantité de lumière proportionnelle au volume déplacé. Le signal émis par la cellule photo-électrique est amplifié par un étage d'amplification dont le point d'opération (approximativement 150 V) et la quantité de contre-réaction ont été choisis pour donner le maximum de linéarité (Fig. 5).

Il a été d'absolue nécessité d'alimenter la source lumineuse en courant continu pour empêcher

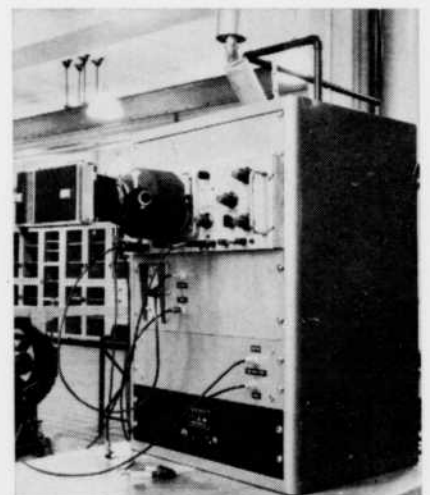


Fig. 3 — Cabinet contenant diverses parties de l'indicateur oscillographe, amplificateurs, bloc d'alimentation, etc. Sur la table, on distingue la bougie et son cristal.

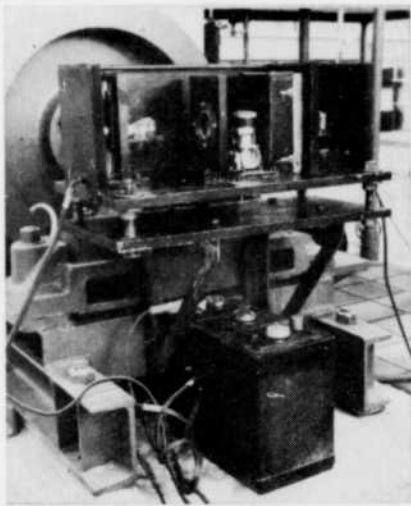


Fig. 4 — Appareil pour le signal représentant le volume.

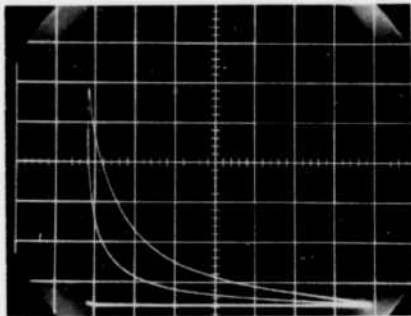


Fig. 6 — Cycle d'un moteur Diésel à très faible charge et à une vitesse de 1000 t.p.m.

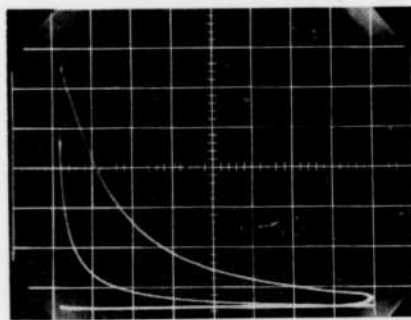


Fig. 7 — Cycle d'un moteur Diésel à charge moyenne et à une vitesse de 1000 t.p.m.

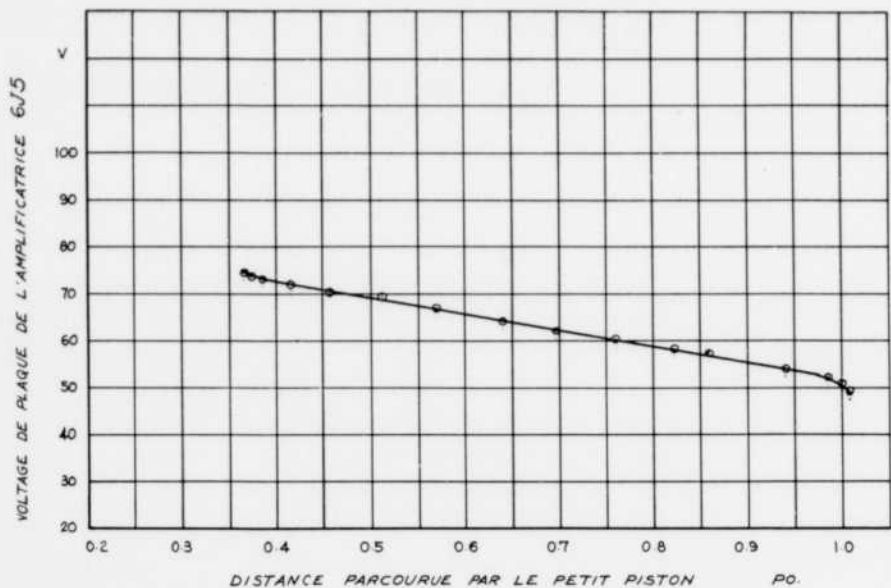


Fig. 5 — Étude de linéarité du mécanisme pour signal volume.

le passage d'un signal de 120 cycles de la cellule photo-électrique à l'axe horizontal de l'oscillographe. Le bloc d'alimentation régulé pour la cellule possède une régulation à mieux que 1% pour un courant variant de 0 à pleine charge, une impédance interne de 10 ohms et un ronflement plus petit que 5 mv.

Conclusion

Il serait juste de mentionner qu'il est possible de construire un indicateur avec d'autres instruments ou d'autres mécanismes que ceux employés pour le nôtre, mais celui que nous avons monté, même si quelques vérifications sont à faire, offre déjà des résultats très satisfaisants. (Figs 6 et 7)

Son développement a été possible parce que l'on peut obtenir aujourd'hui avec des instruments électroniques modernes des résultats qu'il était impossible d'obtenir auparavant.

Cet appareil d'emploi général peut servir à tracer le cycle thermodynamique de machines fonctionnant à des vitesses variant de quelques tours jusqu'à de 8,000 à 10,000 tours à la minute sans que cela présente de problèmes.

C'est un avantage marqué de pouvoir actionner l'indicateur pour une telle gamme de vitesses ou de fréquences, parce qu'un bon nombre de machines modernes tournent de plus en plus vite.

Contribution à la théorie des canaux alimentés par le côté

par

André R. GAGNON, Ing.P., M.Sc. (M.I.T.)
Ingénieur hydraulicien,
Geo. DEMERS, Ingénieur Conseil,
Québec et Montréal.

Cet article étudie certains aspects de l'hydraulique des canaux dont le débit est varié linéairement par une alimentation selon la perpendiculaire à leur axe longitudinal.

Ces canaux sont souvent implantés au pied des évacuateurs latéraux et dans plusieurs types de régulateurs ou séparateurs de débit.

L'équation différentielle de la ligne d'eau sera d'abord brièvement rappelée, les différents cas de ligne d'eau seront définis selon la présence d'une section de contrôle et selon la position de celle-ci. Enfin, les caractéristiques de la section de contrôle seront brièvement étudiées.

Le cas étudié

Nous étudierons le cas usuel d'un canal dont le débit est nul à $x = 0$ et qui est alimenté linéairement selon une direction perpendiculaire à l'axe sur une distance L . L'alimentation est donnée par:

$$q_* = \frac{dQ}{dx} = \frac{Q_T}{L} = \frac{Bq_T}{L}$$

où: x est une abscisse mesurée

parallèlement à la pente du canal.

Q_T est le débit du canal à $x = L$

q_T est le débit par unité de largeur du canal à $x = L$

Q est le débit du canal en x .

B est la largeur constante du canal.

Le système est schématisé à la fig. 1.

Nous faisons deux hypothèses qui ont pour but de simplifier l'algèbre. Le cas général peut être étudié de la même façon; cependant, les équations deviennent alors implicites, ce qui nuit à la clarté des énoncés.

Nous supposons donc que le canal est large, c'est-à-dire qu'on peut écrire, à peu de chose près, que le rayon hydraulique est égal à la profondeur, soit:

$$R_H \sim y$$

De même, le coefficient "C" de l'équation Chézy sera supposé constant soit:

$$q^2 = c^2 y^3 S_0$$

où: S_0 est la pente de la ligne d'énergie.

q est le débit par unité de largeur à l'abscisse x .

Équation différentielle de la ligne d'eau

L'équation de la ligne d'eau, pour une largeur unitaire de l'écoulement, s'obtient au moyen de l'équation des quantités de mouvement:

$$\frac{w}{g} [qdv + (v + dv) dq] = - wy dy \cos \alpha$$

\downarrow chang. de quant. de mov. \downarrow force de pression
 $+$ $\frac{wS_0 y dx}{\downarrow}$ force de gravité $-\frac{wy S_e dx}{\downarrow}$ force de frottement

où: v est la vitesse du fluide en x .

w est le poids unitaire du fluide.

g est l'accélération de la gravité.

$S_0 = \sin \alpha$ est la pente constante du canal.

Se rappelant que:

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - S_0^2}$$

$$v + dv = \frac{q + dq}{y + dy}$$

l'équation se transforme en:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_e - \frac{2 q dq/dx}{gy^2}}{\sqrt{1 - S_0^2 - q^2/gy^3}}$$

$$\text{et puisque: } q_* = \frac{dQ}{dx} \therefore \frac{q_*}{B} = \frac{dq}{dx}$$

$$\text{ainsi: } \frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_e - \frac{2qq_*}{gBy^2}}{\sqrt{1 - S_0^2 - q^2/gy^3}}$$

Remarquons que:

i) Si S_0 est petit, $\sqrt{1 - S_0^2}$ tend vers l'unité. Cependant, il peut être vérifié que les pentes nécessaires pour établir une section de contrôle naturelle dans l'intervalle $0 < x < L$ sont généralement importantes, de sorte que le facteur $\sqrt{1 - S_0^2}$ peut être sensiblement différent de l'unité.

ii) L'apport latéral est mesuré selon la pente du canal.

iii) La profondeur est mesurée selon la perpendiculaire au radier.

iv) Le coefficient de quantité de mouvement est supposé égal à l'unité.

En se rappelant de la définition de S_0 , que le débit en x est donné par:

$$q = q_r \frac{x}{L}$$

et que la continuité veut que:

$$\frac{q_r}{L} = \frac{q_s}{B}$$

on peut définir deux longueurs caractéristiques du système, soit:

$$l_1 = \frac{q_s^2}{c^2 B^2 S_0}; \quad l_2 = \frac{2q_s^2}{g B^2 S_0}$$

qui transforment l'équation de la ligne d'eau en:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 \left[1 - \left(\frac{y_N}{y} \right)^3 \right]}{\sqrt{1 - S_0^2 - q^2 / gy^3}} \quad (1)$$

où une profondeur para-normale est définie par:

$$y_N^3 = l_1 x^2 + l_2 x y$$

Cette profondeur est dite para-normale parce qu'elle est l'équivalent de la profondeur normale dans un système sans apport latéral.

Nous pouvons alors définir une troisième longueur caractéristique du système:

$$l_3 = \frac{q_s^2}{B^2 g \sqrt{1 - S_0^2}}$$

de sorte que le lieu des profondeurs critiques est donné par:

$$y_c^3 - l_3 x^2 = 0$$

l'équation différentielle devient donc:

$$\frac{dy}{dx} = S_0 \frac{[y^3 - l_1 x^2 - l_2 x y]}{[y^3 - l_3 x^2]} = \frac{F_1(x, y)}{F_2(x, y)} \quad (2)$$

$F_1(x, y) = 0$ donne le lieu des profondeurs quasi-normales.

$F_2(x, y) = 0$ donne le lieu des profondeurs critiques.

S_0 remplace l'expression $\frac{S_0}{\sqrt{1 - S_0^2}}$

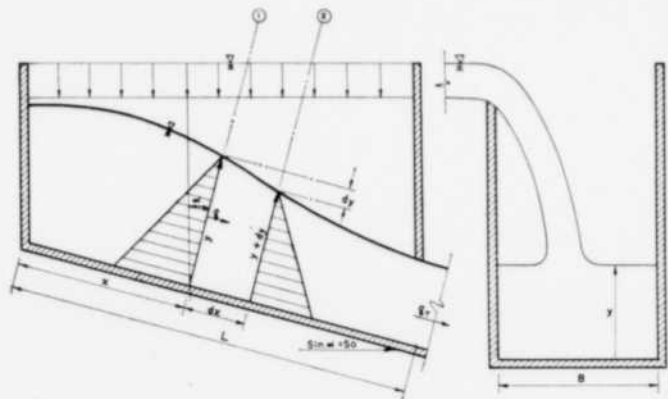


Fig. 1

Importance de la section de contrôle

L'ingénieur qui projette un tel canal doit vérifier s'il existe une section de contrôle et, si tel est le cas, doit pouvoir déterminer sa localisation. Cette connaissance lui permettra d'abord de déterminer le régime de l'écoulement et de donner un calage approprié aux ouvrages puisque les profondeurs d'écoulement amont et aval dépendront de la localisation de la section de contrôle.

Cette détermination est le but spécifique de cette note; nous croyons que la méthode proposée peut éviter des calculs numériques et des essais consécutifs fastidieux.

Existence et position de la section de contrôle

On peut admettre intuitivement en certains cas qu'une position de contrôle définie par l'intersection de la ligne d'eau et la courbe $F_2(x, y) = 0$ peut exister; en effet près de $x = 0$ le débit tend vers zéro et le régime est essentiellement fluvial. Or il est toujours possible que pour un débit latéral et une rugosité donnés la pente soit suffisante pour accélérer l'écoulement en régime torrentiel; par définition la ligne d'eau doit alors traverser le lieu $F_2(x, y) = 0$. Or, cette intersection se fait en un lieu où $F_1(x, y)$ est ou bien différent ou bien égal à zéro.

Dans le premier cas d'après l'équation (2), la pente de la ligne d'eau deviendrait infinie c'est-à-dire perpendiculaire au radier du canal, ce qui est physiquement impossible.

Il faut donc alors que la transition lorsqu'elle existe, se fasse au point singulier défini par $F_1(x, y) = F_2(x, y) = 0$ où la pente de la ligne d'eau est indéterminée.

La solution simultanée de $F_1(x, y) = F_2(x, y) = 0$ donne la position de ce point singulier soit:

$$x_c = \frac{l_2^3 l_3}{(l_3 - l_1)^3} \quad (3)$$

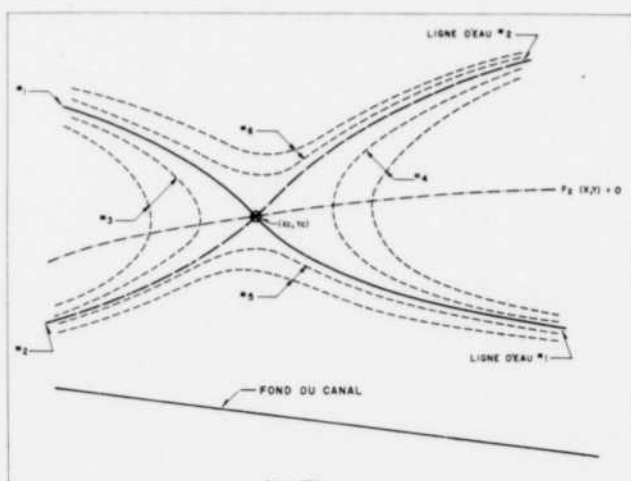


Fig. 2

Or, on peut constater, en étudiant l'allure des courbes intégrales aux environs de ce point singulier, qu'il peut exister en effet une ligne d'eau physiquement possible passant par x_c, y_c .

A cette fin, le changement de variable:

$$x = x_c + x_1$$

$$y = y_c + y_1$$

situe l'origine au point singulier; l'équation (2) peut être écrite en laissant tomber les termes quadratiques et cubiques qui sont négligeables autour de l'origine:

$$\frac{dy_1}{dx_1} = \frac{cx_1 + dy_1 + F_1(x_c, y_c)}{ax_1 + by_1 + F_2(x_c, y_c)}$$

$$\text{où } c = -(2S_o' l_1 x_c + S_o' l_2 y_c)$$

$$d = 3S_o' y_c^2 - 2l_3 x_c$$

$$a = -2l_3 x_c$$

$$b = 3y_c^2$$

Comme par définition $F_1(x_c, y_c) = F_2(x_c, y_c) = 0$, nous avons:

$$S = \frac{dy_1}{dx_1} = \frac{cx_1 + dy_1}{ax_1 + by_1} \quad (4)$$

Ce genre d'équation a été étudié par Poincaré^{1,2}, et il a montré que selon la nature des racines de l'équation caractéristique:

$$S^2 - S(a + d) + (ad - cb) = 0$$

les solutions de l'équation (4) prenaient quatre allures différentes nommées, col, noeud, foyer ou centre. En particulier, si l'équation caractéristique a des racines réelles et des signes différents, Poincaré a montré qu'il y a un col. Or, pour cela il suffit que

$$ad - cb < 0$$

ce qui revient à écrire, une fois les définitions des termes appliquées:

$$S_o' > S_{oc} = g/c^2 \quad (5)$$

Il sera vu plus loin que l'inégalité est une condition d'existence du problème; d'autre part, cette condition peut être admise intuitivement puisqu'elle doit être satisfaite pour qu'un écoulement normal, sans apport latéral, soit torrentiel; puisque l'accélération de l'apport latéral exigera plus d'énergie il est évident que l'inégalité (5) doit être toujours satisfaite pour qu'il y ait transition du fluvial au torrentiel.

La fig. 2 montre une transition du type "col"; on constate qu'il y a plusieurs courbes intégrales à considérer, elles consistent en deux asymptotes (no 1 et no 2) et en plusieurs hyperboles de types nos 3, 4, 5 et 6. Cependant comme la fig. 3 le montre, seules les courbes intégrales nos 3 et 1 peuvent indiquer un passage du fluvial au torrentiel. Les courbes no 3 sont à rejeter puisqu'elles intersectent $F_2(x, y) = 0$ ailleurs qu'au point singulier et signifient une transition impossible puisque perpendiculaire au radier. L'asymptote no 1 est donc la seule solution physiquement possible pour un passage du fluvial au torrentiel. Il est aussi à noter que l'existence des courbes du type no 6 a été vérifiée par Wen-Hsuing Li³, elles sont caractérisées par un nombre de Froude qui atteint un maximum sans toutefois atteindre l'unité. Ayant déterminé que la section de contrôle est possible, qu'elle est située au point singulier, examinons ses critères d'existence.

Il est évident que la section de contrôle existera si les deux lieux $F_1(x, y) = 0$ et $F_2(x, y) = 0$ s'entrecroisent; dans l'intervalle $0 < x < L$, nous pouvons alors distinguer plusieurs types de ligne d'eau selon que cette intersection se fait ou non.

Cas du 1^{er} type: $0 < x_c < L$.

Il y a alors une subdivision.

Cas 1 a) l'écoulement n'est pas influencé par les conditions en $x > L$

Si la section de contrôle existe, nous avons $0 < x_c < L$ qui peut s'écrire:

$$0 < \frac{c^6 q_*^2 (1 - S_o^2)}{gL B^2 (c^2 S_o - g\sqrt{1 - S_o^2})^3} < \frac{1}{8}$$

Pour que l'inégalité précédente soit satisfaite, il faut au moins, évidemment que:

$$S_o' > g/c^2 = S_{oc}$$

On retrouve ici l'inégalité (5) dérivée plus haut. On voit donc alors que lorsque la transition existe elle est toujours du type "col".

Cas 1 b) L'écoulement est influencé par les conditions en $x > L$. Un obstacle, tel un réservoir, situé en aval de $x = L$, peut remonter les lignes d'eaux de sorte que l'écoulement torrentiel en aval de $x = x_c$ est noyé totalement ou partiellement par la courbe de remous en amont de l'obstacle ou du réservoir.

Nous pouvons alors distinguer.

Le cas 1 b₁), où les profondeurs de l'écoulement torrentiel contrôlé en amont et de l'écoulement fluvial contrôlé par l'aval sont conjuguées de sorte que le passage au fluvial se fait par un ressaut hydraulique.

Le cas 1 b₂), où les profondeurs de l'écoulement contrôlé par l'aval et les profondeurs de l'écoulement torrentiel virtuel ne sont pas conjuguées.

La section de contrôle est alors noyée et elle n'a pas de signification physique. Il faut cependant remarquer que le calcul de x_c est toujours significatif puisqu'il sert à déterminer si la section de contrôle est noyée ou non.

Remarquons qu'une discontinuité de la pente du canal dans le domaine $0 < x < L$ peut amener une chute hydraulique en une abscisse x_H .

L'équation (2) n'est alors plus valide puisque S_0' n'est plus une constante. Cependant si $x_H < x_c$, la section de contrôle sera évidemment à cette cote x_H . Si $x_H > x_c$, l'écoulement tombe en jet à x_H mais la chute n'a pas d'effet en amont puisqu'elle est par définition située dans un écoulement torrentiel.

Cas du 2^{ème} type: $x_c < 0$ ou $x_c > L$

Un deuxième cas se présente, celui où il n'y a pas de section de contrôle, dans l'intervalle $0, L$.

Le régime demeure alors fluvial dans toute la région considérée. Les profondeurs sont donc contrôlées par la profondeur en $x = L$.

Le lieu des sections de contrôle.

Nous avons vu plus haut qu'une condition nécessaire pour avoir une section de contrôle est:

$$y_n' = y_c$$

$$\text{soit: } y_T = \frac{l_3 - l_1}{l_2} x$$

où y_T est le lieu des sections de contrôle.

Si on développe l'expression on a:

$$y_T = \frac{1}{2} (S_0' - S_{oc}) x \quad (6)$$

qui est une expression complètement indépendante des débits du canal.

C'est donc dire que ce lieu est général pour toute condition hydraulique, dès que la rugosité du fond et la pente du canal sont déterminées. Cette particularité est intéressante lorsque plusieurs calculs pour différents débits sont à faire.

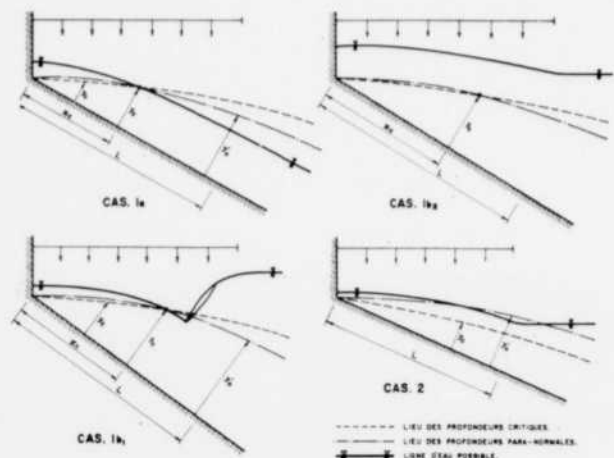


Fig. 3

Pente de la ligne d'eau au point singulier

Nous avons vu qu'à la section de contrôle, la pente était indéterminée.

$$S = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=x_c} = \frac{F_1(x,y)}{F_2(x,y)} = \frac{0}{0}$$

L'indétermination peut être écartée au moyen de la règle de l'Hôpital qui veut que:

$$\lim_{(x,y) \rightarrow (x_c, y_c)} \frac{F_1(x,y)}{F_2(x,y)} = \frac{dF_1/dx}{dF_2/dx} = S$$

L'équation (2) donne donc à la section de contrôle:

$$S^2 - S_0' S + \frac{1}{6} (S_0'^2 - S_{oc}^2) = 0$$

La pente est donc:

$$S = \frac{1}{2} (S_0' \pm \sqrt{\frac{1}{3}(2S_{oc}^2 + S_0'^2)})$$

Nous pouvons déterminer quelle solution est la bonne en raisonnant que, puisque l'écoulement passe du fluvial au torrentiel, nous devons avoir au point singulier:

$$S < \frac{dy_c}{dx}$$

Alors, on peut facilement vérifier que la seule solution est dotée d'un signe négatif au deuxième terme.

D'autre part, l'équation (2) montre qu'à $x = 0$, la pente est $\frac{dy}{dx} = S_0'$, c'est-à-dire que la ligne d'eau est horizontale. Ayant localisé la section de contrôle, où la pente de la ligne d'eau est connue, l'ingénieur possède les renseignements nécessaires pour entreprendre un calcul numérique de ligne d'eau basé sur l'équation (2).

Références:

1. "Sur les courbes définies par une équation différentielle", H. Poincaré, Oeuvres, Gauthier-Villars, Paris.
2. "Traité d'analyse mathématique", 2^{ème} partie, Édouard Goursat.
3. "Open channels with non-uniform discharge", Wen-Hsiung-Li, Trans. ASCE, vol. 120, 1955.

Détermination de coefficients Seebeck et Peltier

par

Rémi TOUGAS, D.Sc.A., Ing.P.,
Département de Génie Métallurgique,
École Polytechnique de Montréal

Cet article décrit une méthode de détermination de coefficients Seebeck et Peltier à une jonction métallique "liquide-solide". Pour le cas de l'étain pur, par exemple, $\alpha_{LS} = 0.00246 \pm 0.00025 \text{ mv}/^\circ\text{K}$ et $\pi_{LS} = 0.00124 \pm 0.00012 \text{ volt}$ à 505° K .

A method of determining Seebeck and Peltier coefficients at liquid-solid junctions of metallic systems is described in this paper. For pure tin, it was found that $\alpha_{LS} = 0.00246 \pm 0.00025 \text{ mv}/^\circ\text{K}$ and $\pi_{LS} = 0.00124 \pm 0.00012 \text{ volt}$ at 505° K .

INTRODUCTION

Des travaux récents (1) ont montré qu'il est possible d'améliorer l'efficacité des procédés d'ultra-purification des métaux basés sur la redistribution des solutés quand un alliage se solidifie. Pour les systèmes étudiés (Sn-Pb, Pb-Cd, Bi-Sn), un courant continu circulant dans un lingot de solidification normale permet d'obtenir une meilleure purification,

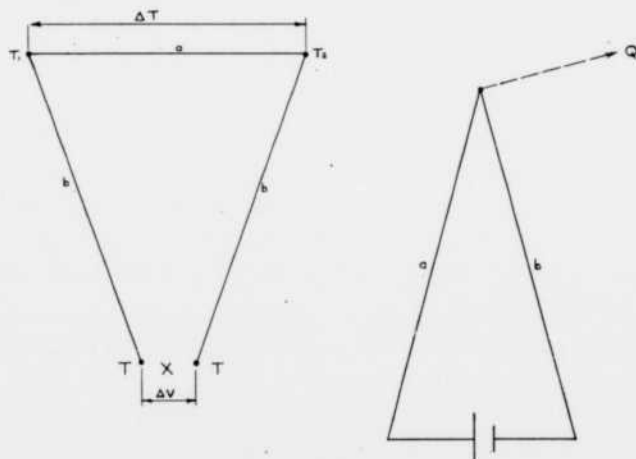


Fig. 1 — (A) Effet Seebeck; (B) Effet Peltier.

c'est-à-dire une plus forte ségrégation des solutés, que dans les procédés plus classiques dans lesquels aucun courant ne circule dans le lingot à purifier.

Comme l'effet Peltier semble jouer un rôle important dans ce phénomène, des travaux de recherches ont donc été entrepris dans les laboratoires du Département de Génie Métallurgique dans le but de préciser les coefficients Peltier à une jonction "phase liquide — phase solide" pour des systèmes métalliques. Le présent article décrit une méthode de détermination d'un coefficient Peltier à une jonction métallique "liquide-solide", et présente quelques résultats expérimentaux.

THÉORIE

Faisons d'abord un court rappel sur les effets Seebeck et Peltier (2, 3, 4). Référant à la Fig. 1 (A), si les deux jonctions des deux matériaux "a" et "b" (conducteurs ou semi-conducteurs) sont maintenues à deux températures différentes, on mesure en X une différence de potentiel ΔV . En effet, lorsqu'une des extrémités d'un conducteur est plus chaude que l'autre, les électrons libres du métal quittent l'extrémité chaude pour se diriger vers l'extrémité froide (Fig. 2). D'autre part, sachant que des charges électriques semblables se repoussent, cette migration de charges négatives (électrons) vers l'extrémité froide est limitée. Au bout d'un certain temps, il s'établit un état d'équilibre dynamique entre les électrons qui viennent de l'extrémité chaude et ceux qui se déplacent dans le sens inverse sous l'effet de la charge négative de l'extrémité froide. Revenant à la Fig. 1 (A), on voit que la différence de potentiel en circuit ouvert mesurée en X correspond à la somme algébrique des forces électromotrices de trois éléments connectés en série.

Cette différence de potentiel en circuit ouvert est proportionnelle à la différence de température

$\Delta T = T_2 - T_1$, le coefficient de proportionnalité α entre ces deux quantités étant ordinairement désigné sous le nom de "coefficient Seebeck différentiel", ou simplement "coefficient Seebeck" (parfois désigné sous le nom de "pouvoir thermoélectrique").

D'après la Fig. 1 (A),

$$\alpha_{ab} = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta T} \quad [1]$$

α_{ab} peut être considéré comme formé de deux coefficients Seebeck absolus ou individuels; à la température T ,

$$\alpha_{ab}(T) = \alpha_a(T) - \alpha_b(T) \quad [2]$$

où $\alpha_a(T)$ est le coefficient Seebeck absolu du matériau "a" à la température T (°K). On notera que $\alpha_{ab}(T)$ peut varier avec la température.

La Fig. 1 (B) décrit schématiquement l'effet Peltier. Quand un courant passe dans une jonction de deux conducteurs, de la chaleur est absorbée, ou dégagée, à la jonction, suivant le sens du courant. Le coefficient Peltier, π_{ab} , est défini de la façon suivante:

$$\pi_{ab} = Q/I \quad [3]$$

Comme l'indique l'équation [3], Q est directement proportionnel à l'intensité du courant I , et son signe dépend du sens du courant. Il est bien évident que la chaleur absorbée ou dégagée par effet Peltier à une jonction est tout à fait différente de la chaleur dégagée par effet Joule; la quantité de chaleur dégagée par effet Joule varie avec le carré de l'intensité du courant, et ne dépend pas du sens du courant. Notons de plus que l'effet Peltier ne dépend pas de la nature physique du contact; il dépend seulement de la nature des deux matériaux qui forment la jonction.

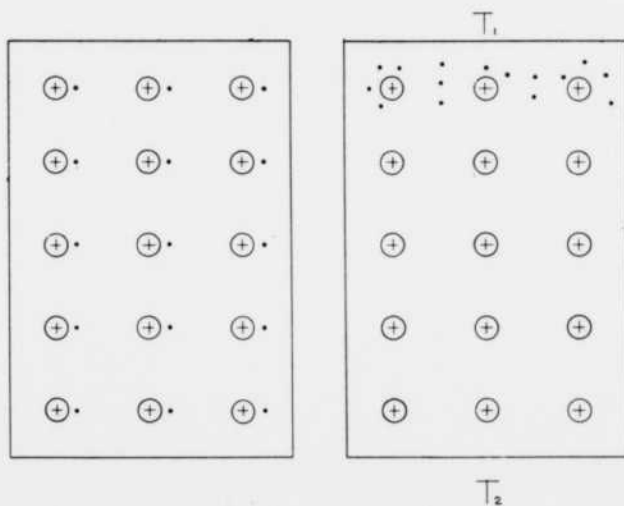


Fig. 2 — Représentation schématique du déplacement des électrons libres d'un métal. À gauche : à température uniforme, les électrons libres sont distribués uniformément dans le cristal. À droite : les électrons libres se concentrent à l'extrémité froide ($T_1 > T_2$).

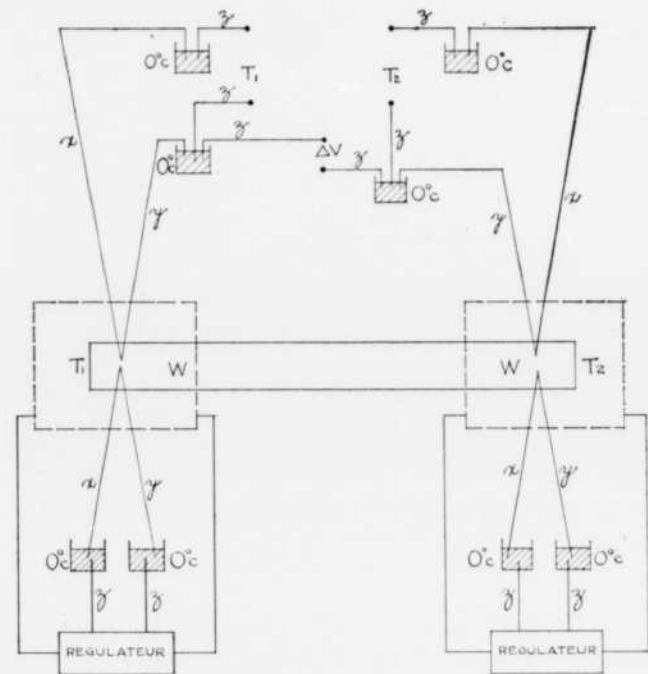


Fig. 3 — Schéma de l'appareil utilisé pour la détermination du coefficient Seebeck entre une phase liquide (ou solide) "w" et un matériau de référence "y". Toutes les jonctions froides (0°C) sont communes.

Une valeur positive pour π_{ab} indique que de la chaleur est dégagée à la jonction quand "a" est positif par rapport à "b".

Le coefficient Peltier est relié au coefficient Seebeck par la relation de Kelvin:

$$\pi_{ab} = \alpha_{ab} T \quad [4]$$

où T est la température absolue de la jonction.

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

L'appareil utilisé dans le présent travail pour la détermination du coefficient Seebeck est décrit schématiquement à la Fig. 3. La Fig. 4 montre une vue d'ensemble de l'appareil. Dans la méthode utilisée, le coefficient Seebeck à l'interface de solidification du matériau "w" (w peut être un métal pur ou un alliage) est obtenu à partir de la détermination du coefficient Seebeck aux jonctions "w liquide - y" et "w solide - y", aussi près que possible de la température de fusion ou de solidification (T^*) de w. Le matériau "y" joue ici simplement le rôle de matériau intermédiaire de référence. Les températures T_1 et T_2 , mesurées au 0.01°C au moyen de thermocouples préalablement étalonnés, sont maintenues aussi près que possible l'une de l'autre, et aussi près que possible de T^* . Les potentiels sont mesurés au 0.1 microvolt près au moyen d'un potentiomètre de précision.

Dans ces conditions, pour un faible ΔT , on peut considérer $V = f(T)$ et $V = g(T)$, (voir Fig. 5),

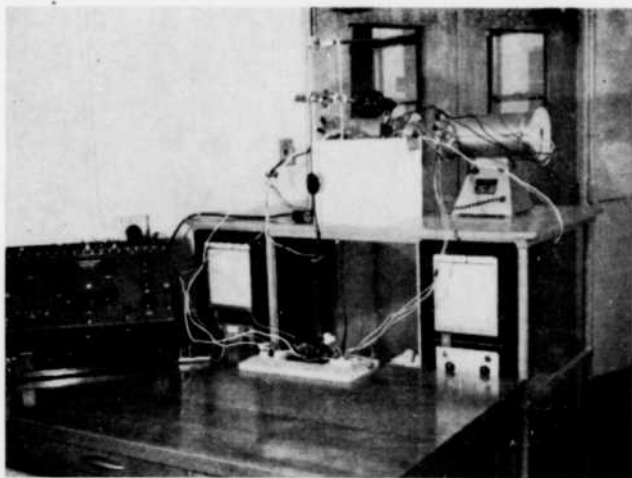


Fig. 4 — Vue d'ensemble de l'appareil décrit schématiquement à la Fig. 3.

comme étant linéaires. Il est alors possible de déterminer α_{wy} à $T = T^*$ pour w solide ou liquide.

QUELQUES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Le Tableau I groupe des résultats expérimentaux servant à la détermination du coefficient Peltier à une jonction "étain liquide-étain solide" au point de fusion normal de l'étain pur (505°K).

La Fig. 6 montre le circuit équivalent du montage décrit précédemment à la Fig. 3.

Pour indiquer la précision des coefficients Seebeck mesurés, nous présentons les résultats de la façon suivante (5):

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm d\sigma$$

où $\bar{\alpha}$ est la moyenne arithmétique des valeurs expérimentales ($\Sigma\alpha/n$); d , un paramètre dépendant de l'intervalle de confiance et du nombre n des valeurs (dans la présentation des présents résultats un intervalle de confiance à 95% ($P = 95\%$) a été choisie); et σ , l'écart-type:

$$\sigma = \sqrt{\Sigma(\alpha - \bar{\alpha})^2/n}.$$

Des valeurs données dans le Tableau I, on calcule les valeurs suivantes:

A) étain solide:

$$\begin{aligned} \bar{\alpha}_{SCt} &= 0.04853 \text{ mv/}^\circ\text{K} \\ \sigma &= 0.0001975 \text{ mv/}^\circ\text{K} \\ d, (P = 95\% \text{ et } n = 13), &= 0.629 (5) \\ \alpha_{SCt} &= 0.04853 \pm 0.00012 \text{ mv/}^\circ\text{K} \end{aligned}$$

B) étain liquide:

$$\begin{aligned} \bar{\alpha}_{LCt} &= 0.05099 \text{ mv/}^\circ\text{K} \\ \sigma &= 0.0001458 \text{ mv/}^\circ\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d, (P = 95\% \text{ et } n = 8), &= 0.894 (5) \\ \alpha_{LCt} &= 0.05099 \pm 0.00013 \text{ mv/}^\circ\text{K} \end{aligned}$$

De l'équation [2], on tire

$$\begin{aligned} \alpha_{SCt}(T) &= \alpha_S(T) - \alpha_{Ct}(T) \\ \alpha_{LCt}(T) &= \alpha_L(T) - \alpha_{Ct}(T) \end{aligned}$$

À 505°K (point de fusion de l'étain pur),

$$\begin{aligned} \alpha_{SL} &= \alpha_S(505) - \alpha_L(505) \\ \alpha_{SL} &= \alpha_{SCt}(505) - \alpha_{LCt}(505) \\ \alpha_{SL} &= -0.00246 \pm 0.00025 \text{ mv/}^\circ\text{K} \\ \text{ou } \alpha_{LS} &= +0.00246 \pm 0.00025 \text{ mv/}^\circ\text{K} \end{aligned}$$

Le coefficient Peltier est alors (à 505°K)

$$\begin{aligned} \pi_{LS} &= (0.000246 \pm 0.00025) \times 505 \\ \pi_{LS} &= 0.00124 \pm 0.00012 \text{ volt.} \end{aligned}$$

Des essais analogues ont donné les résultats suivants pour des couples "(Sn - 2% Pb) - constantan":

- pour le cas où l'alliage est liquide:
 $\alpha = 0.05056 \pm 0.00056 \text{ mv/}^\circ\text{K}$
- pour le cas où l'alliage est solide:
 $\alpha = 0.04816 \pm 0.00024 \text{ mv/}^\circ\text{K}$

CONCLUSIONS

La valeur de α_{LS} pour la jonction "étain liquide-étain solide" obtenue dans le présent travail est précise à $\pm 10\%$. Des travaux sont déjà en cours pour tâcher de rendre minimale l'erreur relative de nos déterminations expérimentales. Comme la valeur du

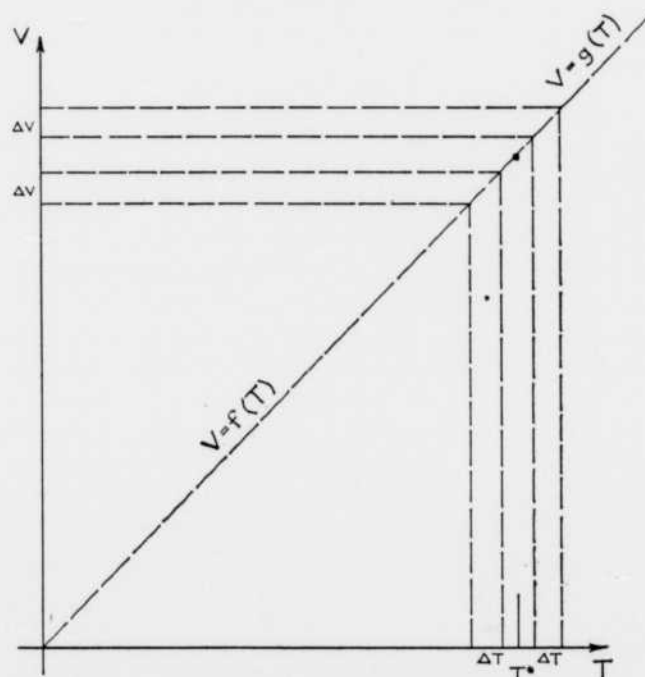


Fig. 5 — Principe de la méthode utilisée pour la détermination de α_{wy} .

Tableau I: Coefficient Seebeck d'une jonction "étain-constantan".

S: étain solide
L: étain liquide
Ct: constantan

A) Étain solide

$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T = T_1 - T_2$	$\Delta V(\text{mv})$	$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \alpha_{SCt}$
226.76	213.55	13.21	0.6419	0.04859
226.68	213.49	13.19	0.6398	0.04851
226.62	213.50	13.12	0.6371	0.04856
226.59	213.55	13.04	0.6319	0.04846
226.59	213.68	12.91	0.6270	0.04857
230.50	219.93	10.57	0.5145	0.04868
230.57	219.98	10.59	0.5075	0.04792
230.26	220.10	10.16	0.4946	0.04868
230.28	220.42	9.86	0.4790	0.04858
230.37	220.55	9.82	0.4792	0.04880
230.44	220.56	9.88	0.4790	0.04848
230.43	220.43	10.00	0.4855	0.04855
230.40	220.34	10.06	0.4880	0.04851

B) Étain liquide

$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T = T_1 - T_2$	$\Delta V(\text{mv})$	$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \alpha_{LCt}$
239.74	232.35	7.39	0.3772	0.05104
239.75	232.33	7.42	0.3770	0.05081
239.76	232.30	7.46	0.3795	0.05087
239.80	232.29	7.51	0.3820	0.05087
239.88	232.24	7.64	0.3890	0.05092
240.04	232.22	7.82	0.4005	0.05121
240.27	232.14	8.13	0.4145	0.05098
240.49	232.06	8.43	0.4315	0.05122

coefficient Seebeck α_{LS} est obtenue par la différence de deux coefficients Seebeck, α_{LCt} et α_{SCt} , ces deux dernières valeurs doivent être mesurées à environ au 0.01 microvolt si l'on désire pour α_{LS} une valeur précise à $\pm 1\%$.

Cette méthode améliorée servira à la détermination systématique de coefficients Peltier à une jonction

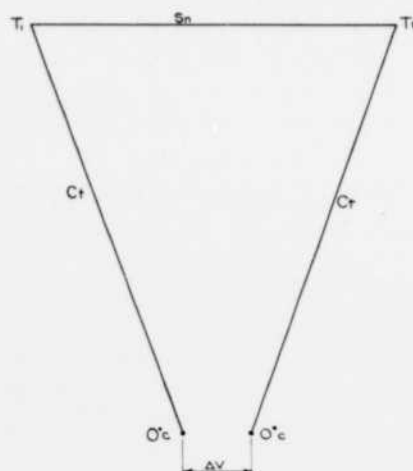


Fig. 6 — Circuit équivalent au montage décrit à la Fig. 3. (Ct: constantan. Sn: étain).

"phase solide-phase liquide" pour un grand nombre des compositions d'un certain nombre de systèmes métalliques binaires. Ces valeurs expérimentales serviront à la vérification de certaines hypothèses déjà émises concernant la relation entre l'effet Peltier à une surface de solidification et le mécanisme de solidification d'un alliage. Elles serviront aussi à préciser le mécanisme de transport des électrons dans les métaux.

REMERCIEMENTS

Le présent travail a pu être réalisé grâce à une subvention du Conseil National des Recherches du Canada.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) "Improvement of the Efficiency of Metal Purification by the Passage of an Electric Current through a Gradually Solidifying Ingot", R. Tougas and A. Hone (à paraître).
- (2) "Thermoelectricity", P.H. Egli. John Wiley and Sons Inc., New York, 1960.
- (3) "Application of Thermoelectricity", H. J. Goldsmid. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1960.
- (4) "Thermoelectricity", D. K. C. MacDonald, John Wiley & Sons, Inc., 1962.
- (5) "ASTM Manual on Quality Control of Materials", (Part 2). American Society for Testing Materials, Philadelphia, Jan. 1951.

PRODUCTION D'EAU LOURDE AU QUÉBEC*

par

JEAN-MARIE GAGNÉ, B.Sc. (physique), M.Sc. (physique)
Chargé des laboratoires de génie-physique et
professeur de physique nucléaire expérimentale
École Polytechnique de Montréal

Le Canada, en 1965, importera des États-Unis 200 tonnes d'eau lourde (D_2O), soit une valeur de \$10 millions. Présentement nous payons \$26.50 la livre de D_2O . Suivant le programme pour la production d'énergie électro-nucléaire, dès 1965, nous aurons besoin annuellement de plusieurs centaines de tonnes d'eau lourde. Le Québec, à cause de ses ressources hydroélectriques, est avantagé pour produire cette eau lourde. La réalisation d'une usine pilote, plan minimum, produisant annuellement 50 tonnes de D_2O , demanderait un investissement de l'ordre de \$15 millions. En suivant les besoins nationaux de D_2O , nous pourrions multiplier le nombre d'usines pilotes. Avec notre potentiel d'énergie hydroélectrique nous pouvons contrôler complètement ce marché canadien, non négligeable.

Introduction

Le programme de notre pays⁽¹⁾, pour la production d'énergie électro-nucléaire, est caractérisé par l'eau lourde, utilisée comme modérateur et fluide réfrigérant dans les réacteurs nucléaires. Ce type de réacteur nucléaire consomme l'uranium naturel, ce qui est un gros avantage. Le Canada est à l'avant garde dans ce domaine d'application économique de l'énergie atomique. L'avancement depuis quelques années,⁽²⁾ de ce modèle de réacteur nucléaire, nous permet d'espérer une grande expansion au programme de notre pays. De plus, la France, le Japon et d'autres pays sont très intéressés au réacteur canadien

* Cet article est parvenu à la rédaction le 5 février 1963.

de Douglas Point en Ontario. Si ces pays utilisent le type de réacteur canadien ils auront un grand besoin d'eau lourde.

Dans la brochure House of Commons No. 27, June 1st, 1961, nous avons des prévisions pour la demande d'eau lourde au Canada entre les années 1965 et 1980.

TABLEAU I

Prévisions de la Demande d'Eau Lourde au Canada	
1965	200 tonnes
1969	400 tonnes
1972	600 tonnes
1974	800 tonnes
1976	1000 tonnes
1979	1200 tonnes

Une étude préparée par l'Atomic Energy of Canada prévoit que 65 tonnes de D_2O sont nécessaires comme modérateur et 27 tonnes comme agent refroidissant par station électronucléaire de 100 mégawatts. Si nous considérons les pertes annuelles, d'une livre à l'heure dans une centrale nucléaire de 200 mégawatts, nous estimons qu'approximativement une tonne de D_2O est nécessaire pour la réalisation d'une source électronucléaire produisant un mégawatt d'électricité. Environ 15% du coût d'une station nucléaire est utilisé à l'achat de l'eau lourde.

Production de l'eau lourde

Le prix de revient, à la consommation industrielle, de l'électricité au Québec par rapport aux États-Unis est 4 contre 13 millièmes de dollar du kilowattheure. Le prix de l'électricité au Québec étant le plus bas au monde, nous sommes donc avantagés sur les possibilités de production de D_2O par rapport aux États-Unis. Une livre d'eau lourde produite aux États-Unis, au plan de Savannah River, coûte \$13.41. Le coût d'électricité, à 4 millins par kwh, pour produire une livre est évalué à \$6.40. Presque 50% des frais de fabrication sont dus au coût de l'électricité. Nous payons \$26.50 la livre de D_2O , c'est-à-dire que 23% du prix d'achat est utilisé pour payer de l'énergie que nous avons en grande quantité. Environ 1600 kwh d'électricité sont dépensés pour la production d'une livre d'eau lourde.

Suivant l'expérience américaine un investissement de \$250,000 est nécessaire pour produire une tonne de D_2O annuellement. Un plan minimum devrait produire environ 50 tonnes par année. C'est un investissement de l'ordre de \$15 millions. Il est très probable que cette usine pilote pourrait servir de cellule pour développer une industrie capable de satisfaire les besoins d'eau lourde au Canada et peut-être dans d'autres

pays. La consommation d'énergie électrique pour alimenter une cellule serait environ 160 millions de kwh. Suivant les prévisions de la demande d'eau lourde au Canada il faudrait vers 1975 vingt cellules pour répondre à la demande canadienne. Il est certain que ce complexe donnerait une impulsion économique formidable à l'industrie du Québec.

Conclusion

En considérant le programme de notre pays, et en particulier celui de l'Hydro-Electric Power Commission of Ontario, pour la production d'énergie électronucléaire, nous aurons, dès 1965, un marché canadien d'eau lourde. Je crois que le Québec devrait profiter de ce nouveau besoin canadien pour établir une nouvelle industrie. Avec nos possibilités de production d'énergie hydroélectrique au prix du kwh le plus bas au monde, il n'y a pas de raison pour ne pas contrôler complètement ce marché canadien.

Un investissement de \$15 millions n'est pas une somme énorme, lorsqu'on regarde les dépenses pour la défense canadienne⁽³⁾. Nous pourrions, au premier stade,

obtenir une collaboration de l'Atomic Energy of Canada, de l'Hydro-Electric Power Commission of Ontario et l'Hydro-Électrique du Québec.

Si nous voulons notre libération économique, il faut créer des industries et il faut qu'elles soient bien à nous. Notre nouvelle industrie doit premièrement satisfaire les besoins nationaux, deuxièmement le coût de production doit concurrencer avantageusement celui des autres pays. Même, s'il le faut, utilisons le budget de la défense nationale pour créer une défense nationale économique. Une défense économique est aussi importante qu'une défense militaire; le chômage est une faiblesse économique qu'il faut éliminer par la création de nouvelles industries rentables.

Il est très important de favoriser l'industrie canadienne avec des applications économiques pacifiques. L'expérience nous prouve que l'industrie canadienne avec des applications militaires, nous est toujours déficitaire; il suffit de penser à notre avionnerie pour la défense qui a coûté des millions pour créer des biens sans valeurs commerciales, ni même militaires.

Je ne vois pas pourquoi l'Hydro-Québec ne collaborerait pas à un projet de cette envergure. Elle a déjà investi dans une entreprise plus risquée que celle de l'eau lourde⁽⁴⁾. La contribution du Québec aux applications économiques de l'énergie atomique jusqu'à présent se résume à peu de chose. Je crois que dans l'avenir nous devrions considérer davantage les possibilités industrielles secondaires dues à l'énergie atomique. Nous pourrions avoir des usines d'affinage d'uranium, des usines pour fabriquer des cartouches de combustible aux pays acheteurs d'uranium naturel. Nous devrions aussi considérer un complexe d'usine d'enrichissement d'uranium près des chutes Hamilton et des études plus poussées nous montreraient sûrement d'autres possibilités dans ce domaine très nouveau où tout est à faire.

RÉFÉRENCES

- (1) House of Commons No. 27, June 1st, 1961.
- (2) Nucleonics, Dec. 1962, Economics of Heavy Water Reactors.
- (3) Canada 1962, page 309.
- (4) L'Office de récupération de la pulpe de la Manicouagan.



PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE CARILLON

par

HAROLD F. ABBOTT, Ing. P.,
Division des projets techniques,
Hydro-Québec, Montréal

Dès novembre 1962, l'Hydro-Québec mettait en service quatre des 14 groupes de 60,000 hp de la centrale de Carillon. Le nouvel aménagement hydroélectrique, implanté sur l'Outaouais entre les rives de Carillon et de Hawkesbury, sera exploité en usine de pointe et augmentera ainsi de 840,000 hp la puissance du réseau métropolitain de l'Hydro-Québec.

Des exposés parus ailleurs ont traité des ouvrages de génie civil, c'est-à-dire les digues en terre latérales, le déversoir à débit maximum de 300,000 pcs, le bâtiment de la centrale et l'écluse

de navigation à l'éclusage par aqueducs de fond.

Le présent exposé s'en tiendra donc à une description sommaire de l'équipement électro-mécanique, et surtout aux innovations qu'il comporte, telles l'auto-synchronisation automatique des alternateurs, le réglage automatique du pas d'aube des turbines Kaplan. On trouvera aussi dans cet exposé l'explication du facteur de puissance de 42% et du choix de turbines à rendement élevé sur une gamme étendue de facteurs de charge.

La figure 1 situe l'implantation

de la centrale de Carillon sur la rivière Outaouais. La figure 2 présente une section de l'usine par rapport à la section d'un groupe et montre que la cote de retenue maximale du bief amont sera normalement de 135', tandis que celle du canal de fuite sera de 77.6' pendant que tous les groupes seront en marche; ce qui permettra d'exploiter une hauteur de chute maximale de 57.4'. En hiver, alors que l'usine sera surtout exploitée en service de pointe, la hauteur de chute maximale se présentera dans la matinée du lundi. En effet, l'usine fournira



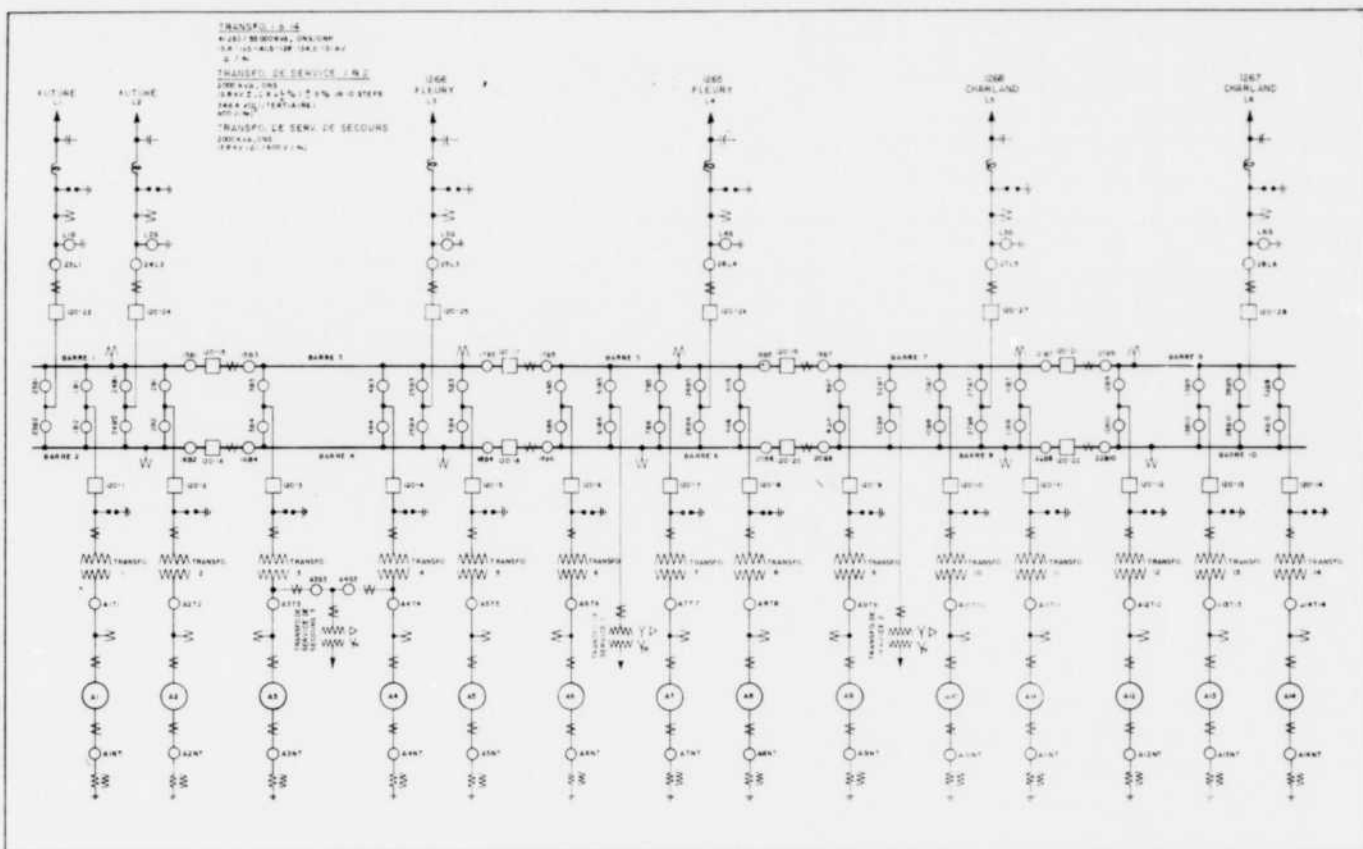


Fig. 3 — Diagramme électrique de la centrale.

valeur de l'énergie au poste de charge.

En plus du facteur d'efficacité sur une gamme étendue de débits d'eau à la vanne, le choix de turbines à aubes réglables augmente fort peu le coût d'ensemble. En effet, à moins d'équiper avec des turbines à aubes fixes réglées pour un rendement maximum à plein débit de vanne, les turbines à pas d'aube réglable donnent un meilleur rendement à dimension et efficacité égales, et pour le même taux de cavitation.

Si les turbines à aubes fixes sont étudiées pour un rendement maximum à plein débit de vanne, leur rendement ne serait pas satisfaisant à débit partiel. Par ailleurs, tout compromis quant au pas d'aube fixe entraîne une diminution de rendement telle qu'il faut augmenter la dimension de la turbine au point que le coût d'ensemble s'établisse au même niveau que celui des turbines à pas d'aube réglable.

Les turbines à pas d'aube réglable présentent ordinairement des inconvénients dont certains ont pu être évités à Carillon. La tête de graissage et le répartiteur de l'huile pour le réglage des aubes et les paliers de l'axe provoquent souvent des ennuis et augmentent grandement le coût d'entretien. Cependant, les devis d'appel d'offres permettaient aux fabricants d'innover, de sorte que celui qui a enlevé le marché a complètement éliminé la tête de graissage et le répartiteur d'huile en appliqué. Il a, en outre, conçu des turbines dont le coussinet de l'axe des aubes réglables est d'un fonctionnement grandement amélioré. L'élimination de la tête de graissage est une innovation : au lieu d'une tête de graissage et d'un répartiteur d'huile externe, tout le dispositif de fonctionnement des aubes est logé à l'intérieur du moyeu de la roue. Le dispositif est constitué d'une petite pompe centrifuge à pression va-

riable. Cette pompe, de type puisard, est de faible diamètre, ce qui permet de la glisser en place dans une gouttière à l'huile à travers une cheminée au centre de l'axe. Le moteur cylindrique qui commande la pompe est commandé pneumatiquement.

Grâce à l'étude attentive du mécanisme de réglage, la vitesse de fonctionnement nécessaire des aubes est aussi rapide qu'auparavant et plus rapide dans le sens de l'ouverture qu'ordinairement prévue, ce qui provoque moins de sur vitesse à l'occasion du rejet de charge.

On constatera que, d'après la figure 2, la centrale de Carillon est entièrement abritée. S'il en est ainsi, c'est qu'à l'étude du projet il n'y avait aucun avantage de coût dans les structures semi ou entièrement ouvertes; au contraire il n'y avait que des désavantages quant à l'exploitation et à l'entretien.

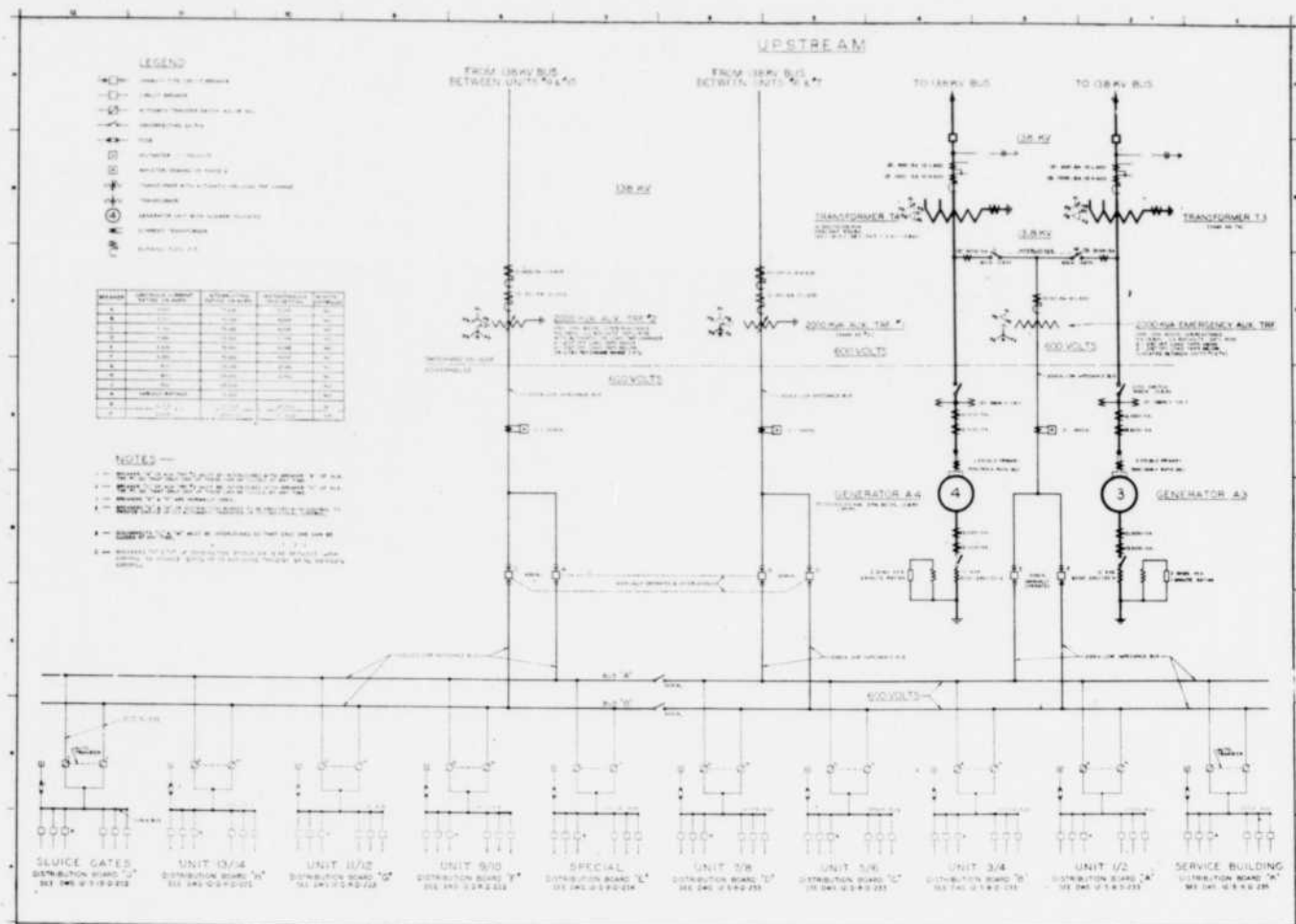


Fig. 4 — Schéma des services auxiliaires.

Les alternateurs à refroidissement d'air sont blindés. Leurs caractéristiques sont les suivantes: 13.8 KV, 63.2 MVA, 85% bf. à 80° C, 97.3 rpm, à couplage direct sur l'axe de la turbine.

Des échangeurs thermiques eau-air placés dans les coins du capot, refroidissent l'air qui circule dans l'alternateur. Le palier de butée est supporté par des ressorts. Il est constitué de 18 hourdis chacun supporté par 55 ressorts. Le tout soutient le poids du rotor de l'alternateur, la roue de la turbine, et les 1,250,000 lbs de butée hydraulique. Sous le rotor, il y a un palier de guidage à 32 hourdis dont le blindage est le même que celui du palier de butée. L'huile des paliers est circulée automatiquement et refroidie par des serpentins d'eau qui s'y trouvent noyés.

Les paliers ont été étudiés en fonction d'une vitesse de démarrage défavorable de 235 tours à la minute: autrement les paliers doivent résister aux démarrages ultérieurs sans injection d'huile ou dégagement du rotor pour alimentation d'huile. On a étudié attentivement les canalisations d'air dans le rotor et le stator: d'air en air du noyau la température ne doit pas varier de plus de 5° C. Les prescriptions de rondeur, de rotondité, de dimensionnement et d'entrefer sont très sévères. Les enroulements du stator sont isolés avec un isolant micacé, catégorie B, imprégné d'un enduit bitumée. Les enroulements ont subi des tests de haute tension et de facteur de surcharge avant leur installation, et de haute tension AC à 80° C lors de la mise en service. Ce procédé d'isolation donne des

résultats tout à fait remarquables pourvu que la température de fonctionnement ne dépasse 100° C. Elle permet aussi de réparer, en les chauffant, les bobines défectueuses. Pour ce qui est de l'inertie ou de la réactance aucune prescription spéciale n'a été prévue, mais tous les détails en ont été minutieusement étudiés dans les devis.

Les alternateurs de type courant ont la particularité d'avoir un double régime de température: 80° C en hiver, et 60° C en été, ce qui empêche peut-être de les classer parmi les alternateurs de type classique.

Le système d'excitation est de type courant; il est constitué d'excitatrices à connexion directe, de régulateurs à freinage rapide

et stoppage mécanique de faible point nul, à résistances de champ de haute impédance, et interrupteur de champ à grande puissance. La résistance de champ est 10 fois la résistance de champ du rotor afin de disposer d'une forte pression de la période d'extinction de champ, diminuant ainsi les dégats causés par le feu en cas de défaut de bobinage du stator. Pour coordonner l'isolation du bobinage d'excitation, on lui fait subir un test d'endurance de 5,000 volts. Les dispositifs de manoeuvre et de protection des groupes sont de type courant excepté celui des régulateurs électroniques des turbines et celui du dispositif d'auto synchronisation des alternateurs, ci-après décrits. Les températures sont enregistrées par une batterie d'éléments détecteurs de tempé-

rature, par résistance, qui enregistrent sur enregistreurs à prises placés sur le capot des groupes. Les températures excessives et les diverses disjonctions sont indiquées sur des annonceurs à prises au panneau du groupe et sont répétées sur le panneau de contrôle de la salle centrale de commande. Il est possible de manoeuvrer chaque groupe manuellement à partir de ses propres dispositifs, mais la manoeuvre semi-automatique de tous les groupes s'effectue normalement du panneau et du pupitre de la salle centrale de commande.

Le réglage de la vitesse des turbines est commandé par des régulateurs électro-hydrauliques Woodward.

C'est une innovation quant à l'équipement des centrales de

l'Hydro-Québec. Ce dispositif n'a été étudié que récemment et sa mise en oeuvre en est encore à son premier stade.

Le principal avantage du régulateur de vitesse Woodward, en plus d'être rapide, ultra-sensible et d'une inertie recherchée, c'est la facilité avec laquelle il permet d'atteindre et de régler n'importe quel régime de marche nécessaire dans un cas donné ou un régime de charge particulier. Les freins aperiodiques réglables et les stabilisateurs de fréquence de charge individuels ou mixtes sont parmi les deux caractéristiques les plus avantageuses de la centrale de Carillon.

La prévention de fausses manoeuvres est effectuée par un dispositif d'auto-prévention qui bloque les vannes dans leur position

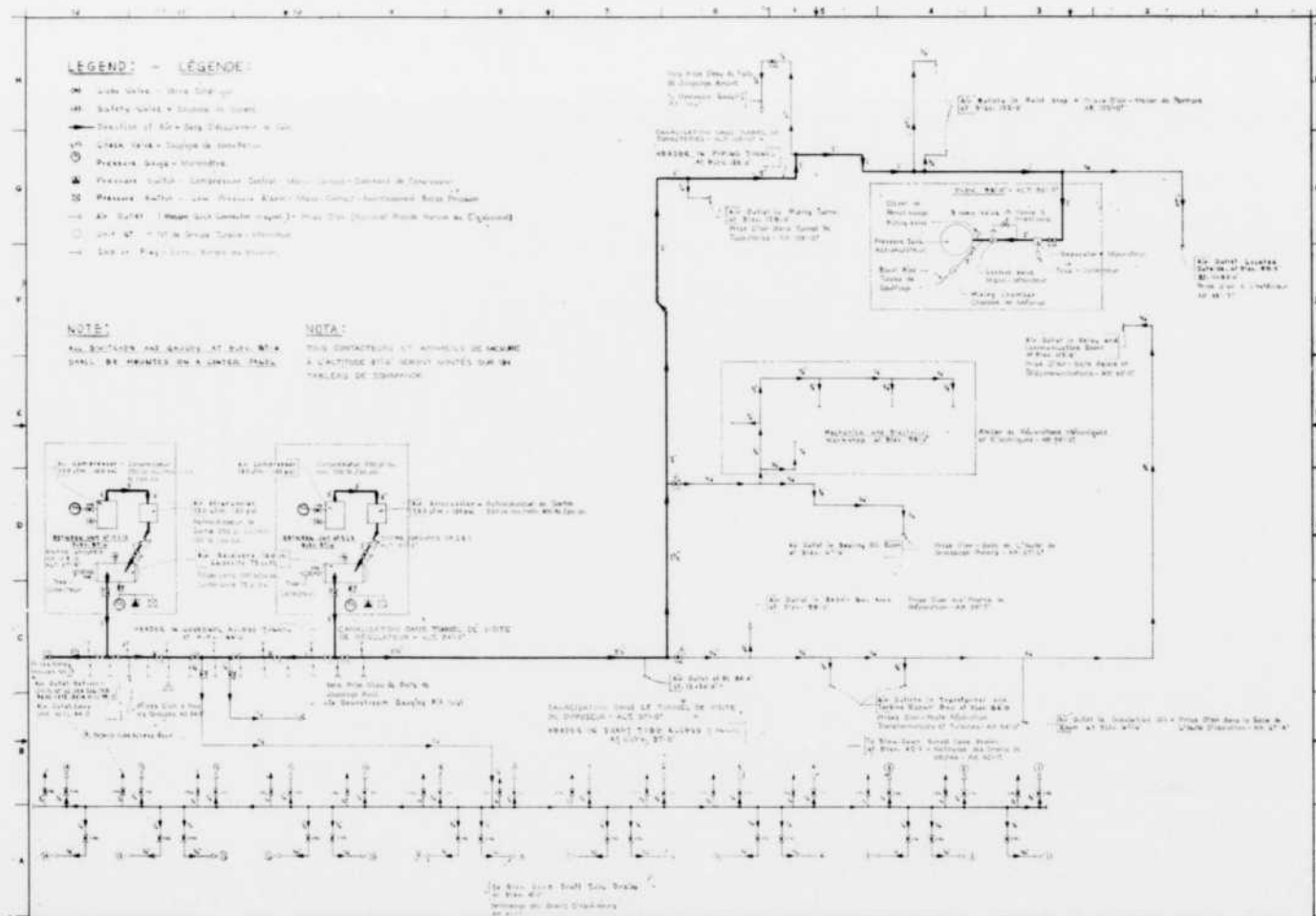


Fig. 5 — Circuits d'air prévus.

originale jusqu'à ce que la commande manuelle prenne la relève.

Quant au stoppage des groupes, il faut mentionner que le dispositif de freinage n'est pas de type courant bien qu'utilisé antérieurement dans d'autres usines de l'Hydro-Québec. Ce dispositif a ceci de particulier que les freins sont appliqués continuellement non par secousses de stoppage. Pour commencer, les freins sont appliqués à moins de 50% de la vitesse à une faible pression constante par un interrupteur de vitesse.

La pression de freinage est augmentée graduellement au fur et à mesure que la pression est augmentée par l'air comprimé, fourni par un bec calibré.

De la sorte, l'amortissement de la puissance de freinage demeure constante au fur et à mesure que

la vitesse du groupe diminue, et il est ainsi possible de contrôler l'élévation de la température des sabots de frein à un niveau sécuritaire.

Par ailleurs, le freinage par secousses surchauffe nuisiblement les sabots, ce qui doit être évité. Il faut encore souligner que la fonction de l'un des divers interrupteurs de vitesse de chaque groupe est de ralentir le groupe au régime de vitesse à vide de sorte qu'il tourne à 10% de sur-vitesse. Ceci garantit contre les apériodes en maint cas: perte de champ, circuit ouvert, perte de charge, etc., et entre en fonction sans restriction du fait qu'il est inutile que le groupe tourne plus vite qu'à 60 cycles et qu'il doive être ralenti au régime de vitesse à vide jusqu'à ce que l'opérateur corrige l'anomalie et soit prêt à la réintégrer dans le circuit.

La fig. 3 montre le schéma de la centrale équipée de groupes dont chacun comporte une conduite d'eau forcée, une turbine, un alternateur, un élévateur de tension triphasé à 120 KV et un disjoncteur haute tension alimentant le collecteur d'interconnexion. Les câbles d'alternateur sont blindés et canalisés à travers une boîte de jonction contenant aussi les sectionneurs et les transformateurs d'intensité et de tension, après quoi ils passent par des barres de phase isolées jusqu'aux transformateurs extérieurs situés sur le toit de la centrale.

Les câbles à 120 KV partant des transformateurs vont à leurs disjoncteurs pneumatiques respectifs, sur le toit, où ils sont branchés sur sectionneurs qui raccordent aux barres du poste de départ. L'une ou l'autre des deux barres, qui sont fractionnées, peut être

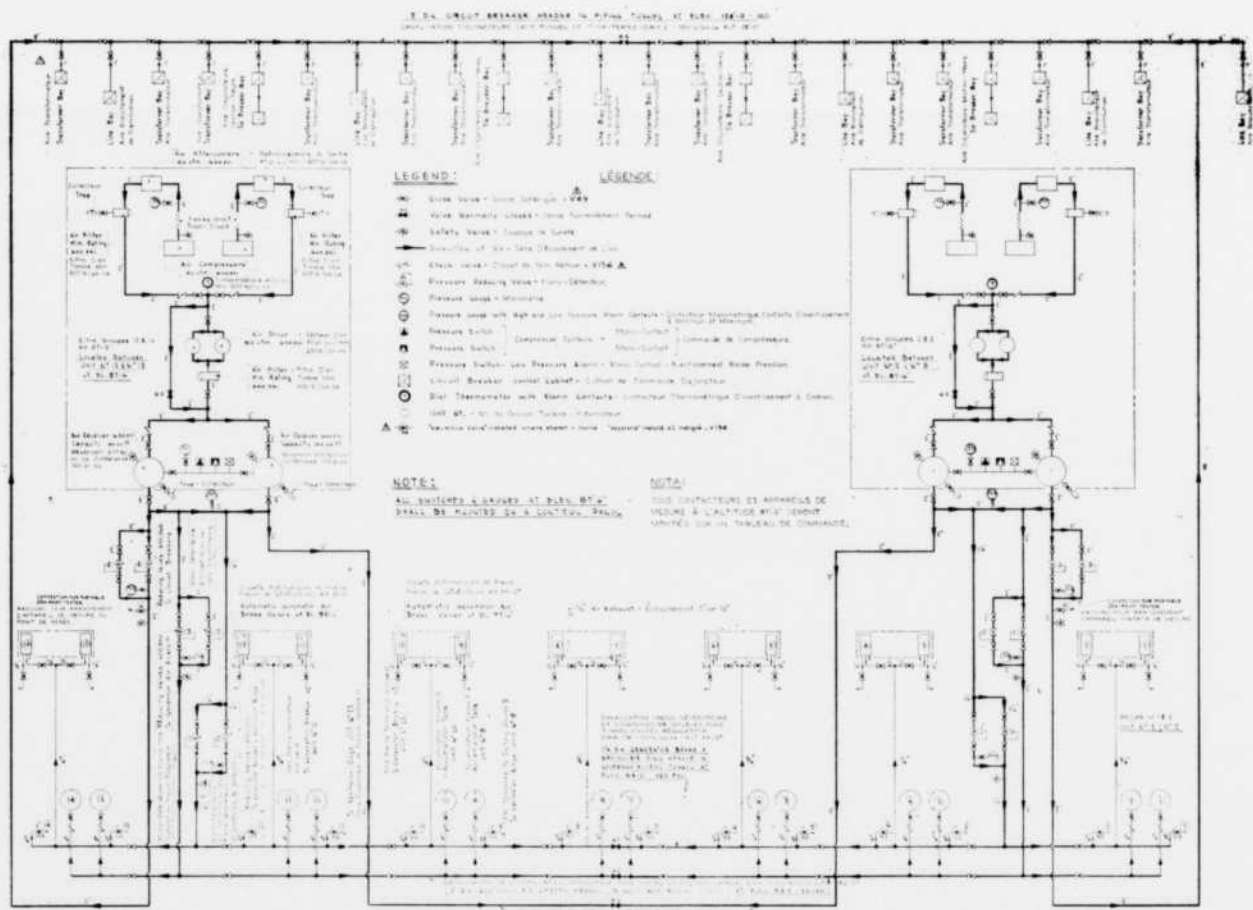


Fig. 6 — Circuits d'air prévus.

branchée par un sectionneur et un dispositif pneumatique sur n'importe quel des 6 circuits de départ. Normalement une série de groupes alimentera un circuit double véhiculant l'énergie à la sous-station Fleury tandis qu'une autre série de groupes alimentera de même la sous-station Charland. Plus tard, un autre circuit double sera alimenté par une autre série de groupes.

Bien qu'ordinairement les disjoncteurs soient fermés seulement après la synchronisation des circuits de chaque côté du disjoncteur par rapport à la phase, à la fréquence et à la tension, il en va autrement à Carillon. On y procède par synchronisation automatique. Cette méthode a servi par le passé, à l'occasion, de tests de freinage des alternateurs et de mise en service des groupes sur le réseau. On a réussi à brancher ainsi des groupes de 200,000 hp. Mais avant d'adopter cette méthode à Carillon on lui a fait subir des essais à la centrale de Beauharnois.

La méthode de synchronisation automatique consiste à accélérer la vitesse du groupe à environ 98% de synchronisation après quoi on branche l'interrupteur d'excitation; le régulateur de tension a été préréglé automatiquement afin d'accélérer l'excitation rapidement au niveau nécessaire d'équilibre de la tension du groupe à la tension de la barre

et pour éviter un important transfert de vars.

La fig. 4 donne le schéma des services auxiliaires. Le circuit a été étudié avec un souci de simplicité. Il fallait prévoir une entière souplesse, mais l'alimentation constante n'est pas essentielle au fonctionnement de base de l'usine. Les groupes peuvent fonctionner en sécurité, pendant des périodes relativement longues sans courant auxiliaire pour les services. On aurait assez de temps pour restaurer le courant auxiliaire en cas de panne. Cependant, le branchage automatique d'un circuit auxiliaire mort à un circuit en tension peut s'effectuer facilement. La centrale dispose d'un service élaboré d'air comprimé: pour l'entretien et le freinage il faut un répartiteur à 100 lb. par pouce carré, un autre à 300 lb. pour les réservoirs accumulateurs des régulateurs et un circuit à 360 lb. par pouce carré pour les disjoncteurs pneumatiques. Les figures 5 et 6 montrent les circuits d'air prévus, excepté celui de l'entretien. Il a été avantageux de comprimer l'air à 600 lb. par pouce carré et de stocker à ce niveau de pression et de la réduire selon les divers besoins. Le stockage d'air comprimé à 600 permet de récupérer rapidement la pression à 600 lb. par pouce carré après la vidange d'un réservoir accumulateur de régulateur. Les compresseurs ne sont pas à régime

constant, mais leur fonctionnement est automatiquement chronométré et contrôlé.

Tous les circuits de tuyauteries de la centrale ont fait l'objet de prescriptions bien définies dans les devis. On utilise les garnitures soudées, à pas de vis, à bride ou autres selon le calibre des tuyaux et le genre de canalisation. En outre, tous les circuits de tuyauteries sont peints selon un code de couleur qui permet de les identifier.

Il y a deux ponts roulants avec crochets de 100 et 25 tonnes. Les manutentions trop lourdes peuvent s'effectuer en jumelant les deux ponts. En disposant de ponts roulants moins lourds on obtient plus de souplesse et de rapidité de manutentionnement. Les vannes de prises d'eau sont à commande hydraulique au lieu de fonctionner par des treuils électriques, ce qui a permis de dégager le toit de la centrale et d'y aménager le poste de départ. Si les avantages sont tels que prévus, il en sera vraisemblablement tenu compte dans les plans de futures centrales.

Les études de la centrale de Carillon ont recherché la simplicité, la commodité et la sécurité. Tout appareillage qui n'était pas indispensable a été éliminé afin de réduire les investissements et surtout de simplifier l'exploitation et l'entretien.

Conférence

SUR LA COMBUSTION

La première Conférence sur la technologie des combustibles au Canada, aura lieu à Montréal, les 21, 22 et 23 mai 1963, sous les auspices de l'Institut de la Combustion et de la Technologie des Combustibles au Canada, et de la Direction des Mines du Ministère fédéral des Mines et des Relevés techniques. — Les participants se réuniront dans l'amphithéâtre de l'Ecole Polytechnique pour recevoir les travaux présentés, parmi lesquels nous relevons les suivants :

Fonctionnement des machines agricoles en hiver et emploi des explosifs pour fendre le bois.

G. H. Cooper.

Limites d'emploi des combustibles pour les machines agricoles dans le Nord Canadien.

H. P. Harrison.

Etude sur le processus de combustion à basse température dans les moteurs à essence.

E. A. Hopkins et F. D. Hamblin.

Emploi d'additifs gazeux pour l'amélioration du "Nombre d'Octanes" de certaines essences.

D. Panar.

Un dispositif de haut rendement à base de combustion par pulsations pour le chauffage du milieu.

J. Alebon, G. K. Lee et L. B. Geller.

Combustibles dans le Grand Nord.

A. B. Yates.

Turbines à gaz et chaudières de récupération de chaleur au postes de radar de l'Ouest.

K. C. Cairns.

Combustion de l'huile résiduelle No 5 dans le "Orenda OT-5 Combustor".

Claire Eatock.

Dangers de nature électrostatique en faisant le plein d'un réservoir d'avion.

R. G. Davies.

Additifs anti-statiques pour les combustibles.

E/L M. C. Attenu.

Réaction $C + CO_2$.

Mark Rosenbloom.

Points de vue chimiques dans l'emploi du pétrole brut comme combustible pour les locomotives Diesel.

R. B. White, R. P. Rennie et J. Dawson.

Propriétés des flammes additionnées de poudres métalliques et leurs applications industrielles possibles.

T. A. Brzustowski.

Combustion du monoxyde de carbone dilué et du coke fluidisé dans une chaudière à vapeur.

A. D. Smith.

Combustion du brais dans les raffineries de pétrole.

R. Roll.

Produits pétrochimiques à partir du combustible.

H. Ascroft.

Injection d'hydrocarbures dans les hauts fourneaux sidérurgiques.

J. D. Bell.

Combustibles pour l'industrie de l'acier.

W. P. Cashmore.

Dispersion de particules lourdes dans l'atmosphère.

G. T. Csanady.

Observations sur la pollution de l'atmosphère produite par l'usine Diesel à 620 Belmont.

N. J. Ferguson.

Normes suggérées par les propriétés de l'ambiante en regard des produits de combustion.

Morris Katz et C. R. Ross.

Pour renseignements, s'adresser à monsieur Georges Gantcheff, secrétaire de l'Institut, à l'Ecole Polytechnique, 2500 avenue Marie-Guyard, Montréal.
Téléphone : RE. 9-2451, poste 261.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

ÉCOLE D'INGÉNIEURS — FONDÉE EN 1873



Le programme d'études prévoit une formation générale dans les sciences fondamentales et appliquées suivie de la spécialisation dans les branches suivantes du génie :

GÉNIE CIVIL • GÉNIE ÉLECTRIQUE • GÉNIE MÉTALLURGIQUE

GÉNIE MÉCANIQUE • GÉNIE CHIMIQUE • GÉNIE MINIER

GÉNIE GÉOLOGIQUE • GÉNIE PHYSIQUE

Les élèves reçoivent à la fin du cours les diplômes d'ingénieur et de Bachelier ès Sciences Appliquées avec mention de la spécialité choisie.

Des études post-universitaires peuvent être entreprises à la fin du cours régulier et conduire aux grades universitaires de Maître et de Docteur ès Sciences Appliquées.

Des cours de perfectionnement et d'avancement sont donnés le soir durant l'année académique. Ils s'adressent aux personnes qui ont, à des degrés divers, des fonctions dans la vie technique et industrielle de la province.

CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES

Prospectus et renseignements sur demande



2500, avenue Guyard, Montréal 26 — Tél.: RE. 9-2451

Veillez adresser toute correspondance à C.P. 501, Snowdon, Montréal 29

COUP D'OEIL

SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

Échanges internationaux de l'UNESCO

La 12^e Conférence générale de l'UNESCO vient d'adopter le programme de l'Organisation pour le Service des échanges internationaux en 1963-64. L'action de ce Service porte essentiellement sur l'étude et l'application des méthodes et techniques de communication du savoir, dans les divers pays du monde, pour tous les domaines qui sont de la compétence de l'UNESCO : ces activités vont de la collection et de la diffusion des informations au moyen de répertoires et de publications comme "Études à l'étranger", à la gestion des bourses d'études ou de voyages ainsi que des missions d'experts patronnées par l'UNESCO.

Aux deux répertoires publiés actuellement par le Service, "Études à l'étranger" et "Vacances à l'étranger", un troisième s'ajoutera en 1963-64 : ce nouvel ouvrage qui portera le titre de "Répertoire des échanges internationaux", constituera un manuel fondamental de référence dans le domaine des échanges.

Le programme continuera à comporter des études sur les méthodes et les techniques des échanges, ainsi que sur l'enseignement et la recherche au niveau universitaire, dans le domaine de l'éducation, de la science et de la culture.

En 1963-64, le Service entreprendra deux campagnes en vue de l'étude, de l'enseignement et de la formation à l'étranger : l'une visera à former des professeurs de sciences en Amérique Latine, l'autre des cadres universitaires en Afrique. Dans la mise en oeuvre de ce projet, l'UNESCO prendra à sa charge les frais de voyages pour les titulaires des bourses offertes par des États membres.

Panorama aérien du Canada

La Photothèque nationale de l'air renferme près de trois millions de photographies obliques, verticales et trimétriques dont l'ensemble fournit une vue aérienne de presque tout le Canada. Cet immense tableau photographique recèle des renseignements de la plus haute importance.

Les photographies aériennes sont utilisées par les ingénieurs, pour établir l'emplacement des centrales d'énergie hydroélectrique et des ponts, le tracé des routes, des voies ferrées, des lignes de transport d'énergie, etc.

On peut commander les photos aériennes de la Photothèque nationale en s'adressant au ministère des Mines et des Relevés techniques. Le dépliant M-52-1462, préparé par l'Imprimeur de la Reine, Ottawa, donne la façon de commander et le prix des photos et agrandissements.

Le Fibremat V

Un nouveau ruban adhésif 3M en polyester enduit d'époxie vient d'être lancé sur le marché par Minnesota Mining and Manufacturing du Canada (3M). Il s'agit du Fibremat V, qui combine pour la première fois une natte de polyester avec enduit d'époxie flexible. Ce nouveau ruban est de couleur rouge et il a environ .0075" d'épaisseur. Sa force minimum de tension est de 30 livres par pouce carré et son allongement minimum à la rupture est de 15 p. 100.

Pour obtenir de plus amples renseignements concernant le Fibremat V, on est prié d'écrire à la Division des produits électriques, Compagnie 3M, case postale 2757, London, Ontario.

Le "Builder's Exchange" change de nom

L'une des plus anciennes associations professionnelles du Canada, le "Builder's Exchange" de Montréal, s'appelle maintenant l'"Association de la Construction de Montréal". Le nouveau nom a été adopté afin de mieux décrire la nature et les fonctions de cet organisme. Son but, ses lignes de conduite et les conditions d'admission restent inchangés.

Le champ d'action de cette association sans but lucratif, qui compte quelque 700 entrepreneurs généraux ou spécialisés, fabricants et fournisseurs de matériaux et d'équipement de construction, comprend les relations ouvrières, la législation affectant l'industrie de la construction, les relations avec les architectes et les ingénieurs, l'apprentissage et la normalisation des contrats et des pratiques de soumissions.

La "SIAT" au Québec

La Société Industrielle d'Appareillage Technique Inc. (SIAT) vient de s'établir à Lauzon, près de Québec, où elle fabriquera de l'appareillage technique de basse, moyenne et haute tension pour le marché canadien et étranger.

La "SIAT" est une société spécialisée dans la fabrication d'appareillage de sous-stations, de postes de commande, de conversion et de distribution, et de divers appareils d'automatisation employés dans l'industrie.

M. Louis Jobidon, B.Sc., ingénieur, est administrateur de cette société.

Extensions des services techniques

La compagnie Alloy Metal Sales Limited a annoncé l'extension de ses services techniques et de distribution de produits en nickel et en alliages de nickel forgés, à Montréal, afin de desservir le Québec et les provinces maritimes. La compagnie distribue depuis 1941 les produits de l'International Nickel Company.

Disposant d'un centre de distribution complètement équipé à Montréal, les dirigeants de la compagnie estiment qu'ils sont bien en mesure de servir l'industrie du Québec. Les stocks comprennent une gamme complète de profilés, de matériel de manutention des fluides ainsi que d'attaches.

Trois bourses Inco dans la province

Trois étudiants du Québec sont parmi les 18 récipiendaires des bourses décernées par l'International Nickel Company pour l'année 1962-63, dans les domaines des sciences et du génie.

Il s'agit de Jean-Louis Laforte, d'Arvida, qui fréquente l'Université Laval; Jacques Lefebvre, de Shawinigan, qui fréquente l'Université de Montréal; et Brian Clear, de Valois, qui fréquente l'Université McGill.

L'Inco a affecté un montant de \$86,000 à l'attribution de ces bourses, pour une période de quatre ans. Les bourses comportent le paiement des frais de scolarité, plus un montant de \$300 au bénéficiaire et un montant de \$500 à l'université qu'il fréquente. Elles sont renouvelables pour trois années, en fonction des résultats académiques.

Depuis 1956, l'Inco a consacré \$6,500,000 à l'éducation.

Une nouvelle brique DOMTAR

Le nettoyage du mur à l'aide d'un linge humide donne de l'éclat à un bâtiment tout en réduisant ainsi le coût de son entretien. Voilà un des avantages de la nouvelle brique émaillée "Kermaglaze" offerte par la compagnie DOMTAR Construction Materials Ltd.

Cette brique a une dimension régulière de 8" et elle est conforme aux exigences de l'ASTM. Elle a subi 50 cycles de l'épreuve du gel et du dégel. La DOMTAR Construction Materials, bureau 2210, Place Ville Marie, Montréal, fournira tous les renseignements sur cette brique à ceux qui en feront la demande.

Bourses d'études Union Carbide

La société Union Carbide Canada Limited a annoncé que soixante étu-

dians fréquentant des universités canadiennes bénéficieront cette année d'un programme de bourses de \$150,000. Chaque bourse a une valeur de \$2,500; l'étudiant reçoit \$700 la première année, et \$600 l'an durant les trois années suivantes.

Ce programme de bourses Union Carbide a été lancé en 1954 et la compagnie y a consacré depuis plus d'un demi million de dollars.

Ces bourses sont offertes à des étudiants ayant terminé leurs études secondaires qui s'inscrivent à l'une des dix-neuf universités participant au programme, en génie, sciences physiques, commerce et administration. Toutes les demandes de bourses Union Carbide doivent être adressées directement aux universités.

Aux usagers des explosifs

La Canadian Industries Limited (Boîte postale 10, Montréal) vient de faire paraître une plaquette intitulée: "Conseils pour réduire les plaintes dues au sautage". Elle est publiée afin d'aider à réduire les plaintes présentées aux usagers des explosifs qui effectuent des travaux de sautage dans des secteurs domiciliaires.

Un exemplaire de cette brochure de 17 pages sera envoyé sur demande.

- I. MÉMORIAL DE L'ARTILLERIE DE LA MARINE (de 1892 à 1906)
- II. MÉMORIAL DE L'ARTILLERIE NAVALE (de 1907 à 1915)

III. Mémorial de l'Artillerie Française (de 1922 à)

Publication éditée par le Ministère des Forces Armées (Guerre - Marine - Air) les Ministères de l'Éducation Nationale et de la Production Industrielle avec le concours d'organisations scientifiques et industrielles. Fait suite au *Mémorial de l'Artillerie Navale* et au *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*.

Publie des mémoires originaux traitant de l'artillerie et de toutes les sciences qui s'y rattachent, des traductions et des relevés bibliographiques.

Quatre fascicules par an (format 26 x 17 cm) d'environ 250 pages chacun.

RÉDACTION : 10, rue Sextius-Michel — Paris (XVe).

ABONNEMENT ET VENTE : Imprimerie Nationale, 27, rue de la Convention, Paris (XVe). —
Chèque postal : PARIS No 19-731.

PRIX DE L'ABONNEMENT : France, Union Française : 5600 F, fascicule séparé : 1800 F.
Etranger : 7000 F, — 2000 F.

Un fascicule spécimen du *Mémorial de l'Artillerie française* est adressé contre envoi à l'Imprimerie Nationale, 27, rue de la Convention, PARIS (XVe) de la somme portée ci-dessus pour un fascicule séparé.

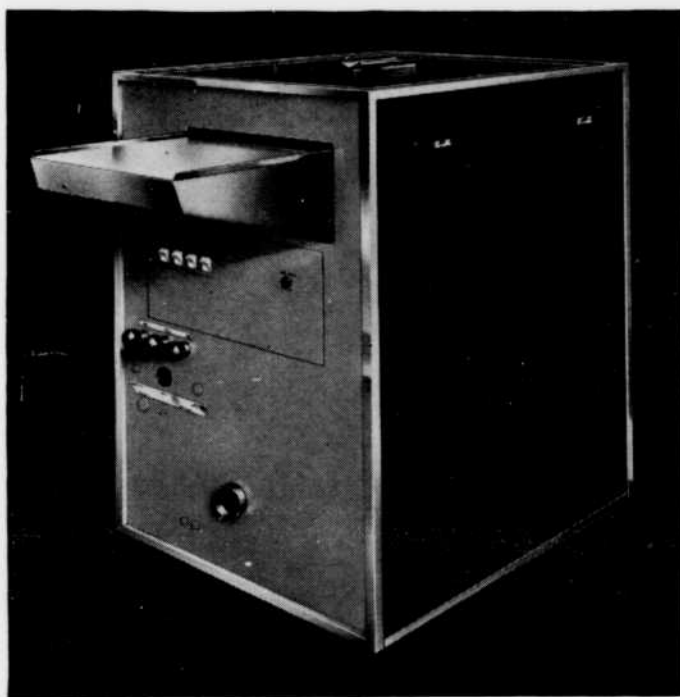
TIRAGES À PART SPÉCIAUX

MAINTENANT!

Traitez votre film pour rayons X automatiquement en 11 minutes!

Le nouvel Appareil de Traitement KODAK X-OMAT, Modèle B, est le résultat d'importantes améliorations qui vous offrent trois grandes nouvelles caractéristiques:

1. Le Modèle B travaille plus vite. Chaque film est traité, séché et prêt à la lecture 11 minutes après avoir été introduit dans l'appareil.
2. Le Modèle B est plus petit, beaucoup plus compact. Il occupe moins de 10 pieds carrés de surface, et cependant sa capacité de traitement a été accrue.
3. La nouvelle conception du Modèle B permet des frais de fabrication moins élevés, d'où un prix plus modique.



APPAREIL DE TRAITEMENT KODAK X-OMAT INDUSTRIEL, MODÈLE B

Grâce à la sûreté de fonctionnement Kodak, le nouvel Appareil de Traitement X-OMAT assure uniformément des résultats de qualité supérieure. Une qualité alliée à des inspections radiographiques plus rapides et plus économiques.

Pour de plus amples détails et des spécifications, téléphonez ou écrivez à:

CANADIAN KODAK CO., LIMITED, Toronto 15, Ontario

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE



À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA

Il y a quelque temps, à l'Université d'Ottawa, le professeur Keith J. Laidler, directeur du département de chimie de la Faculté des Sciences depuis 1961, a été nommé vice-doyen de la Faculté des Sciences pures et appliquées.

Le professeur George S. Glinski, qui dirigeait le département de Génie électrique depuis 1959, a été nommé vice-doyen adjoint.

M. Pierre-R. Gendron, un des vice-présidents de la Brasserie Dow et ancien doyen de la Faculté des Sciences pures et appliquées, vient d'être nommé membre du Comité consultatif de cette faculté.

Le professeur H. G. Helfenstein a présenté une communication sur la géométrie différentielle au dernier congrès de l'American Mathematical Society à Tallahassee, Floride. Il était accompagné de monsieur Charles Castonguay, étudiant gradué en mathématiques et titulaire de la bourse de recherches en mathématiques "International Nickel of Canada".

Le troisième centenaire de la mort de Blaise Pascal a été commémoré à Ottawa par diverses manifestations dont une conférence intitulée "Le mathématicien et son milieu" présentée à la Faculté des Sciences de l'Université par le professeur Carl B. Boyer du Collège Brooklyn de New-York.

Le professeur Brian E. Conway a présenté une communication sur la catalyse électrochimique devant le "Catalysis Club of Metropolitan New-York". Le professeur Conway qui a passé la majeure partie de l'été 1961 à Moscou vient de quitter Ottawa pour la "First Australian Conference on Electrochemistry" dont une partie se tiendra à Sydney où le professeur Conway présentera une communication préparée en collaboration avec le docteur J.-E. Desnoyers, un de ses anciens étudiants maintenant professeur à l'Université de Sherbrooke, et l'autre à Hobart où le professeur Conway présentera une communication préparée en collaboration avec Eliezer Gileadi d'Israël, un autre de ses étudiants, qui doit obtenir son doctorat en mai. Le professeur Conway donnera également une série de conférences à Melbourne,

Sydney et Hobart en Australie, à Auckland, Nouvelle-Zélande et à Edmonton (Alberta).

La Faculté des sciences a, cette année encore organisé une série de cours de vulgarisation à l'intention des élèves des collèges et des écoles secondaires de la région d'Ottawa-Hull.

Les conférences des 2 et 9 février, qui furent données en français l'après-midi après avoir été données en anglais le matin, étaient offertes en collaboration avec l'ACFAS.

Le docteur Taqdir Husain a remporté le premier prix du Concours international de monographies mathématiques organisé par les Éditions Vieweg et Fils de Braunschweig, Allemagne de l'Ouest. Sa monographie portait sur "Les espaces topologiques".

Le professeur D. A. Bromley de Yale a donné une conférence intitulée "The nucleus to-day" à la Faculté des Sciences de l'Université d'Ottawa.

Un étudiant en génie électrique, monsieur Bernard Guertin, de Hull (Québec), vient de se mériter la bourse Athlone. C'est le troisième étudiant en génie électrique à se mériter cet honneur, les deux premiers ayant été MM. Louis-Philippe Lemay de Masson (Québec) et Jean Vaucher de Lethbridge (Alberta).

Le très Révérend Père Henri Légaré, OMI, recteur de l'Université, a annoncé récemment la nomination des professeurs K. J. Laidler, directeur du département de chimie, au poste de vice-doyen et Georges Glinski, directeur du département de génie électrique, au poste nouvellement créé de vice-doyen-associé de la Faculté des Sciences Pures et Appliquées.

Le professeur Roger Saint-Denis, adjoint du doyen de la Faculté des Sciences, a été nommé co-directeur, avec les professeurs B. Jones de Carleton University et W. Brown de l'Ontario Agricultural College, du VI^e colloque annuel de la Fédération nationale des étudiants des universités canadiennes. Le colloque aura lieu à Guelph (Ontario) du 31 août au 6 septembre 1963 et environ 150 étudiants de toutes les universités du Canada seront invités à y participer. Le thème du colloque est: "La technologie et l'homme".

UNIVERSITÉ LAVAL

Colloques scientifiques

Deux colloques scientifiques ont été tenus à la Faculté des Sciences de l'Université Laval, en décembre dernier:

— 4 décembre: sous les auspices du département de chimie, "The Chemistry of platinum catalysts", par le Dr I. S. Pasteruak, de l'Imperial Oil Ltd.;

— 14 décembre: sous les auspices du département de Génie civil, "Etudes expérimentales de la capacité portante du sol", par le professeur Branko Ladanyi, de l'Université Laval.

Délégations

M. Jean Dumas, professeur agrégé au département de Génie mécanique de la Faculté des Sciences de Laval, a participé au colloque annuel de l'Association des représentants de l'I.R.E., dans les universités canadiennes.

M. le professeur H. Netsh, attaché au département de Génie mécanique de la Faculté des Sciences de Laval, a été invité par l'Illinois Institute of Technology et l'Université de l'Illinois, à donner des conférences sur "la régulation mécanique des turbomachines".

Nomination

M. Robert Saint-Arnaud, chargé du cours de dessin depuis 1954, à la Faculté d'arpentage et de génie forestier de l'Université Laval, a été nommé professeur agrégé.

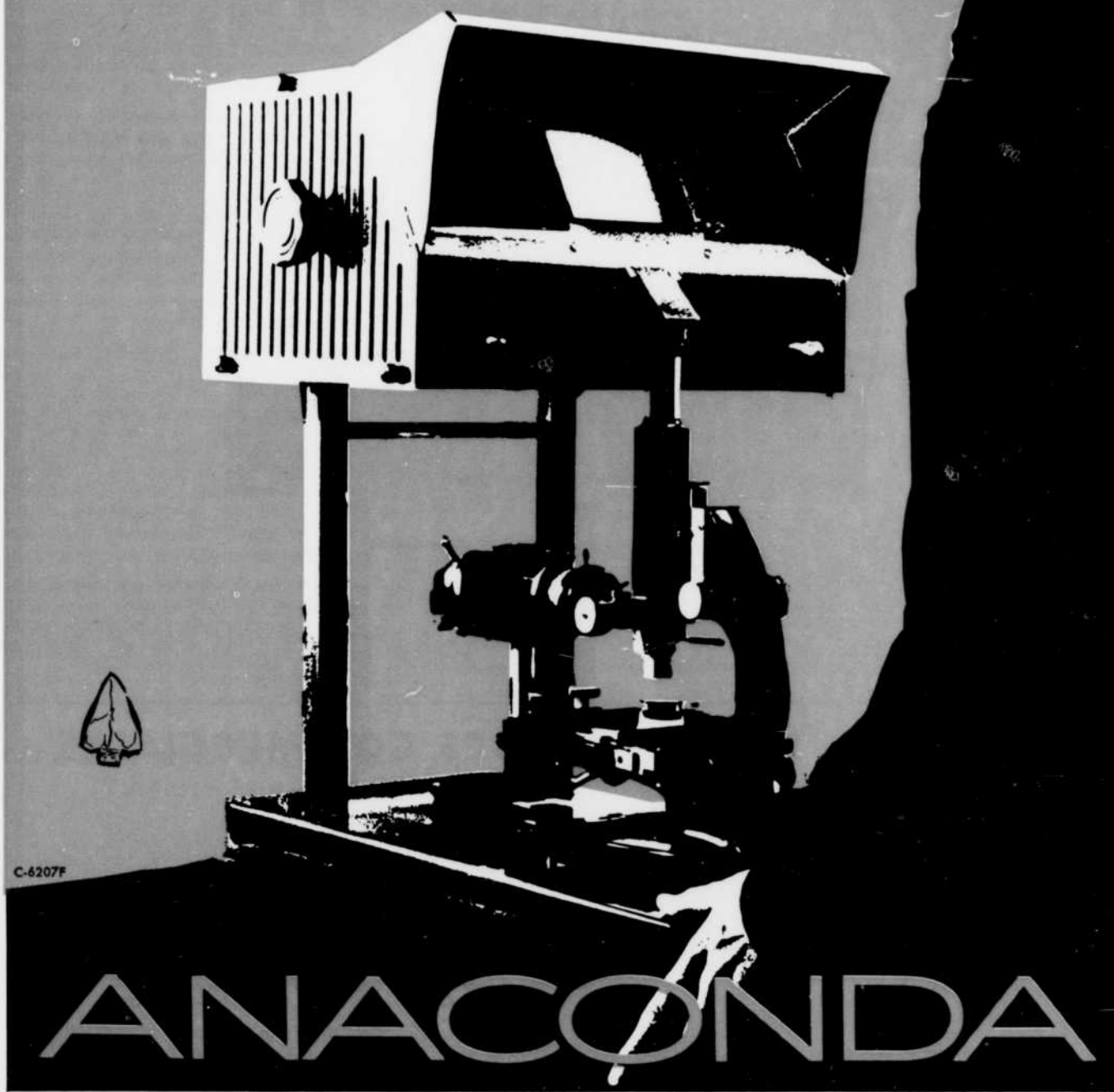
ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Bienvenue

Les membres de la Corporation, le personnel administratif, les professeurs, les diplômés et les étudiants souhaitent la plus cordiale bienvenue à monsieur Léon Lortie, secrétaire général de l'Université de Montréal, qui devient, ex-officio, membre de la Corporation de l'École Polytechnique.

Anaconda vous aidera à résoudre vos problèmes métallurgiques

A titre de fabricant de l'assortiment le plus complet au Canada de produits en cuivre et en alliages de cuivre, la société Anaconda met son expérience et les services de ses spécialistes en métallurgie et en usinage à votre service. Cette aide, offerte à tous les réalisateurs, ingénieurs et manufacturiers canadiens, vous apporte des suggestions pratiques qui peuvent améliorer vos produits, en diminuer le coût de revient. Quels que soient vos problèmes métallurgiques, soumettez-les à Anaconda American Brass Limited, New Toronto, Ontario. Bureaux de ventes: Québec, Montréal, Calgary, Vancouver.



C-6207F

ANACONDA

NOUVELLES DES ASSOCIATIONS

ANCIENS DE LAVAL

Élections

À la dernière assemblée annuelle des Anciens de Laval les confrères suivants se sont vu confier des postes au Conseil de l'Association :

Le Colonel Jean-Pierre Giroux, Se '34, a été élu Secrétaire.

Ont été élus directeurs : MM. Théo Genest, ingénieur forestier, Laval '40 et Jacques Giguère, Se '48.

DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

Assemblée annuelle

L'Assemblée annuelle des Diplômés de Polytechnique eut lieu à l'hôtel Reine-Elizabeth, le vendredi 15 février, à quatre heures de l'après-midi, sous la présidence de M. Emilien Dagenais, président sortant de charge.

L'ordre du jour comportait la présentation des rapports du Conseil sortant, du trésorier, des vérificateurs des comptes, des Sections (Québec et Ottawa-Hull) et de la Fondation des Diplômés. Tous ces rapports furent adoptés à l'unanimité.

Dans son rapport, le Conseil décrit, en particulier, trois décisions prises au cours de l'année écoulée, et que l'Assemblée est appelée à ratifier, à savoir :

- 1 — l'adoption du principe de la fondation d'une Section Vietnamienne de l'Association, à Saïgon, Viêt-Nam Sud;

- 2 — la création, au sein de l'Association, d'un bureau des gouverneurs dont seuls les anciens présidents seront appelés à faire partie;

- 3 — l'organisation annuelle d'une cérémonie d'initiation, au cours de laquelle les nouveaux diplômés seront admis comme membres de l'Association des Diplômés.

Les élections pour 1963 ont donné les résultats suivants :

- 1 — Élus par acclamation :
Président : Paul-M. Bégin '28
2e Vice-prés. : Guy Dionne '51
Sect.-trés. : Charles-E. Tourigny '24
Rep. Architectes : Geo.-E. DeVarennes '18
- 2 — Élus par ballottage :
MM. Robert Baillargeon '44, Roger Buisnières '55, Edmour Chauret '24, Jean Dessaulles '40, Rolland Doré '60, Robert Dubuc '49, René Martineau '50, Jean Pauzé '45, J.-H. René Rioux '38.
- 3 — Élus en 1962, les confrères suivants font aussi partie du Conseil pour 1963 : 1er Vice-président, Maurice Bourget '32; MM. Eddy Monette '35, Yvon DeGuisse '37, Jacques Roy '37, Paul-A. Hotte '48, Bernard Lamarre '52, et Gabriel Meunier '58, directeurs.

Banquet annuel des Diplômés de Polytechnique

Le 48e banquet annuel des Diplômés de Polytechnique eut lieu le vendredi 15 février, dans le Grand Salon de l'hôtel Reine-Elizabeth.

L'orateur invité était M. Léo Roy '30, assistant-exécutif du président, à l'Hy-

dro-Québec, qui traita du plus grand chantier au monde, à l'heure actuelle, celui de la Manicouagan.

Sa conférence était illustrée de magnifique projections en couleurs, illustrant les phases les plus intéressantes de cette gigantesque réalisation technique. L'intérêt suscité par le sujet traité et la magistrale éloquence du conférencier se reflétèrent par l'attention religieuse et soutenue de l'auditoire jusqu'au dernier mot de l'orateur, couvert par un tonnerre d'applaudissements.

M. Paul-M. Bégin '28 présidait le banquet et présenta le conférencier, qui fut remercié par M. Maurice Bourget, 1er vice-président de l'Association.

Au cours du banquet, le président fit la remise des médailles de l'Association, offertes aux finissants ayant présenté les meilleures thèses de fin d'études. Pour l'année académique 1961-62, la médaille d'or fut attribuée à M. Pierre-E. Hervieux, diplômé en génie électrique, et présentement à l'emploi de la Cie de Téléphone Bell du Canada, tandis que la médaille d'argent fut gagnée par M. J.-R. Merrill Bournet, diplômé en génie mécanique.

Le président profita aussi de l'occasion pour remettre à chacun des anciens présidents qui assistaient au banquet un parchemin attestant du fait que : "En reconnaissance des services inestimables rendus à l'Association des Diplômés", celle-ci leur confère le titre de Gouverneur de l'Association.

Près de 350 convives assistaient au banquet, dont une vingtaine à la table d'honneur. Après le repas, les diplômés se rendirent au salon Péribonca pour saluer les invités d'honneur.

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

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

“C’est incroyable ce qu’on peut faire avec les films à base ESTAR!”

Regardez les lignes claires et nettes de ce deuxième original, tiré d’un dessin jauni, rapiécé et aux traits peu marqués.

Avez-vous un dessin “impossible”, duquel vous ne pouvez pas obtenir de tirages lisibles, ni sur papier blanc ni sur bleus? Inutile de le faire recalquer! Demandez simplement à votre service de reproduction ou au tireur de bleus de votre localité de le reproduire sur un film KODAGRAPH à base ESTAR.

Vous obtiendrez un deuxième original aux lignes photographiques nettes, denses et noires, sur une base uniformément translucide, et qui offre les avantages suivants: Il résiste aux manipulations les plus rudes... il vous donne des tirages sur papier blanc et des bleus aux vitesses de production maximums des tireuses... il vous permet de dessiner facilement dessus, au crayon ou à la plume, grâce à une surface de dessin *unique* en son genre.

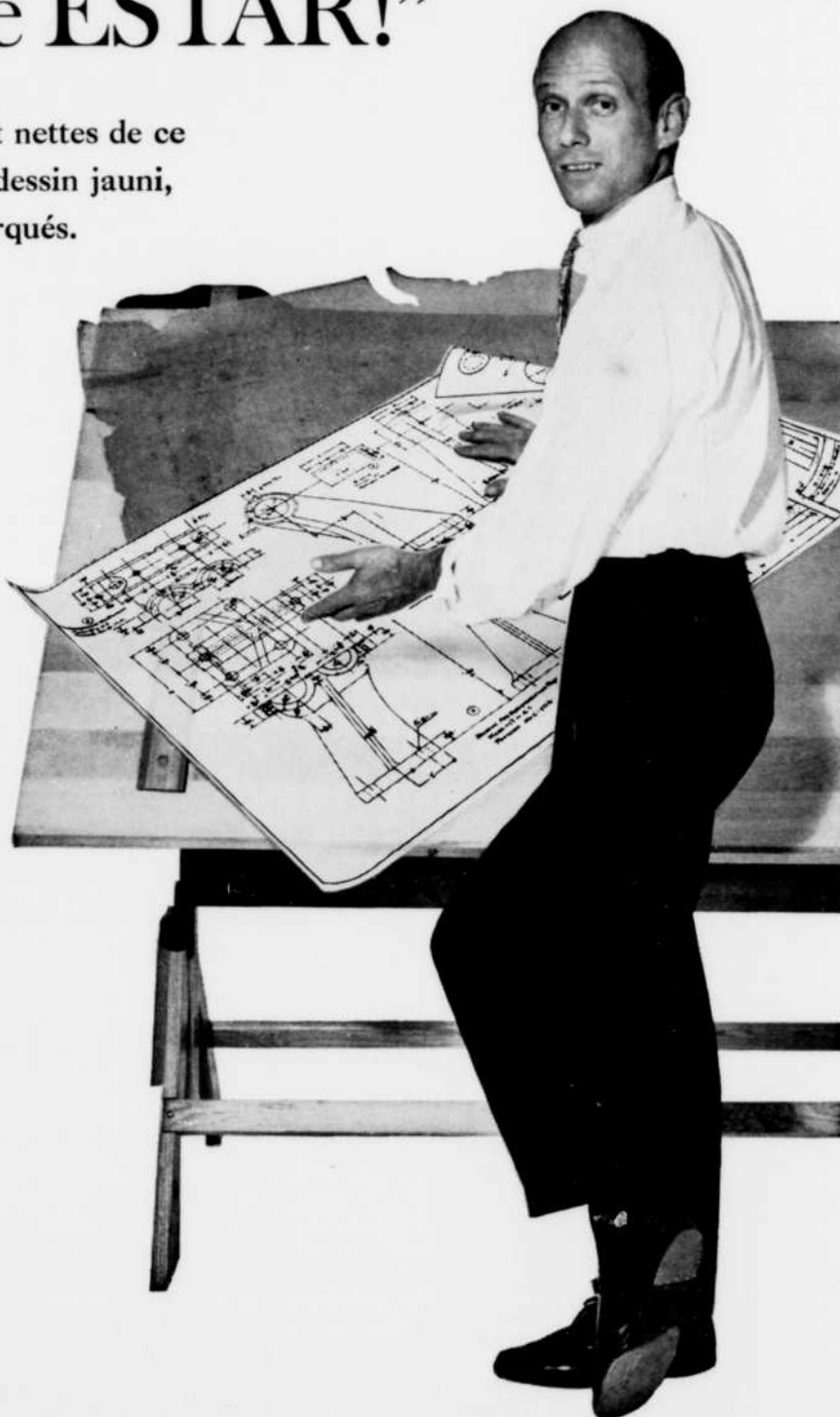
Faites venir la brochure gratuite donnant tous les détails sur la gamme complète de films et papiers de reproduction KODAGRAPH à base ESTAR... ainsi que la façon dont ils simplifient le travail dans la salle de dessin et la salle de tirage.

CANADIAN KODAK CO., LIMITED
Toronto 15, Ontario



MATÉRIEL DE REPRODUCTION

*pour la meilleure reproduction qui soit,
ligne pour ligne*



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.

Beaudoin, Bernard, Poly '46, président de B. Beaudoin & Associés et de Canadian Electro-Automatic Press Inc., a été élu au Conseil d'administration de Modulite Inc., il y a quelque temps.

Beaudry, Gilles, Poly '58, ingénieur de la Cité de Pont Viau, était fier, le 12 janvier dernier, de faire les honneurs du nouvel hôtel de Ville de Pont Viau, construit sous sa direction et dont les autorités municipales faisaient l'inauguration.

Beauvais, Alexandre, McGill '50, a été récemment promu ingénieur surintendant adjoint, Transmission et Distribution, à la Division métropolitaine de l'exploitation de l'Hydro-Québec.

Bernier, Thomas-A., Poly '27, autrefois Vice-président et ingénieur de la Cie de Pouvoir du Bas St-Laurent, en même temps que Vice-président et Directeur général de la Cie Québec Telephone a pris sa retraite au 1er janvier dernier. Il demeure toutefois Vice-président et membre du Conseil d'administration de la compagnie de téléphone.

Bluteau, Léo Maurice, McGill '50, a été récemment élu directeur et vice-président de la nouvelle étude d'ingénieurs-conseils Racey, MacCallum & Bluteau Ltd., à Montréal.

Bonin, Jacques, Poly '62, qui était assistant ingénieur de la Cité de Noranda depuis sa graduation, a accepté à la mi-décembre 1962, le poste d'Ingénieur de la Cité de Drummondville.

Boyd, Robert-A., Poly '43, a été récemment promu Ingénieur en chef de la Division métropolitaine de l'Exploitation de l'Hydro-Québec.

Cartier, Jacques, Poly '62, a accepté dernièrement le poste d'Assistant du Surintendant de la construction, à la Coopérative d'Habitations de Montréal.

Cordeau, Jean-Pierre, Poly '48, qui fit, par la suite, son cours de médecine à l'Université de Montréal et obtint son diplôme de médecin avec grande distinction en 1954, a été nommé vice-doyen de cette faculté en novembre 1962. Au moment de sa nomination, le docteur Cordeau était professeur agrégé de neurophysiologie à l'Université de Montréal.

Cossette, Claude, Poly '61, autrefois associé aux entreprises Francon Ltée,

est depuis le début de l'année, Ingénieur en chef de Stancrete Ltd., fabricants de pièces préfabriquées en béton précontraint, à Longueuil.

Dionne, Jean-Jacques, Poly '60, qui était au service de l'Aluminium Co. of Canada, à Shawinigan, depuis sa graduation a récemment accepté le poste d'Ingénieur des projets pour Westminster Paper Co. Ltd., à Crabtree Mills, P.Q.

Donaldson, Claude, Poly '56, autrefois associé à l'étude de Desjardins & Sauriol, à Chomedey, a été récemment nommé Directeur des services techniques de la Cité de Fabreville.

Drolet, Jean-Paul, diplômé des universités Laval et Columbia vient d'être nommé sous-ministre adjoint des Mines et Relevés techniques, à Ottawa. Chargé des cours d'économie des minéraux et de la loi des mines à Laval, M. Drolet était adjoint au président de la société Quebec Cartier Mining.

Dugré, Roland, Laval '49, est maintenant Directeur du Département de Génie Civil et de Mécanique, à la Canadian Johns-Manville Company Limited d'Asbestos.

Dupaul, Gilles, Poly '56, autrefois à l'emploi de l'étude Deslauriers & Mercier, est maintenant associé à l'étude conseil Régis Trudeau & Associés, à Montréal.

Gaudette, Guy Marcel, Poly '49, vient d'être nommé au poste de Vice-président de Sylvania Electric (Canada) Limited.

Gauthier, René, Poly '38, qui est à l'emploi de l'Hydro-Québec, est membre du Conseil d'administration du groupe des ingénieurs professionnels de l'Hydro-Québec. Dans notre dernière livraison, nous avons indiqué, par erreur, qu'il s'agissait de René Gauthier, McGill '52.

Geoffrion, Claude, doyen de la Faculté des Sciences de l'Université Laval, a été récemment porté à la présidence de l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (AC FAS).

Groleau, A. J., McGill '28, est devenu, le 1er février 1963, vice-président de Bell Telephone Co. of Canada et président du Comité d'administration de Trans-Canada Telephone System.

Jobidon, Louis, Laval '50, a laissé son poste de directeur général de Electric Manufacturing Co., à Montmagny, pour fonder la Société Industrielle d'Appareillage Technique Inc. (S.I.A.T.) à Lauzon. Cette compagnie s'occupe de la production d'appareillage électronique de toutes sortes.

Labrecque, Rémi, Laval '54, autrefois au service de Defense Construction, à la station de radar du C.A.R.C., à St-Sylvestre, est maintenant associé au bureau de Georges Demers, ingénieur conseil, à Québec.

Lachance, Denis, Ing. F., Laval, a récemment obtenu une bourse d'étude de l'Université de Wisconsin où il poursuivra ses études en phytopathologie.

Lacombe, Claude, McGill '52, autrefois de la firme Georges Demers, ingénieur-conseil, est maintenant représentant sénior des ventes, à la Canada Iron Foundries Co. Ltd., Division Dominion Structural Steel.

Lalancette, Jean-Claude, Poly '62, qui était à l'emploi de Bell Telephone Co. of Canada depuis sa graduation, est maintenant au service de la société Radio CJMS de Montréal.

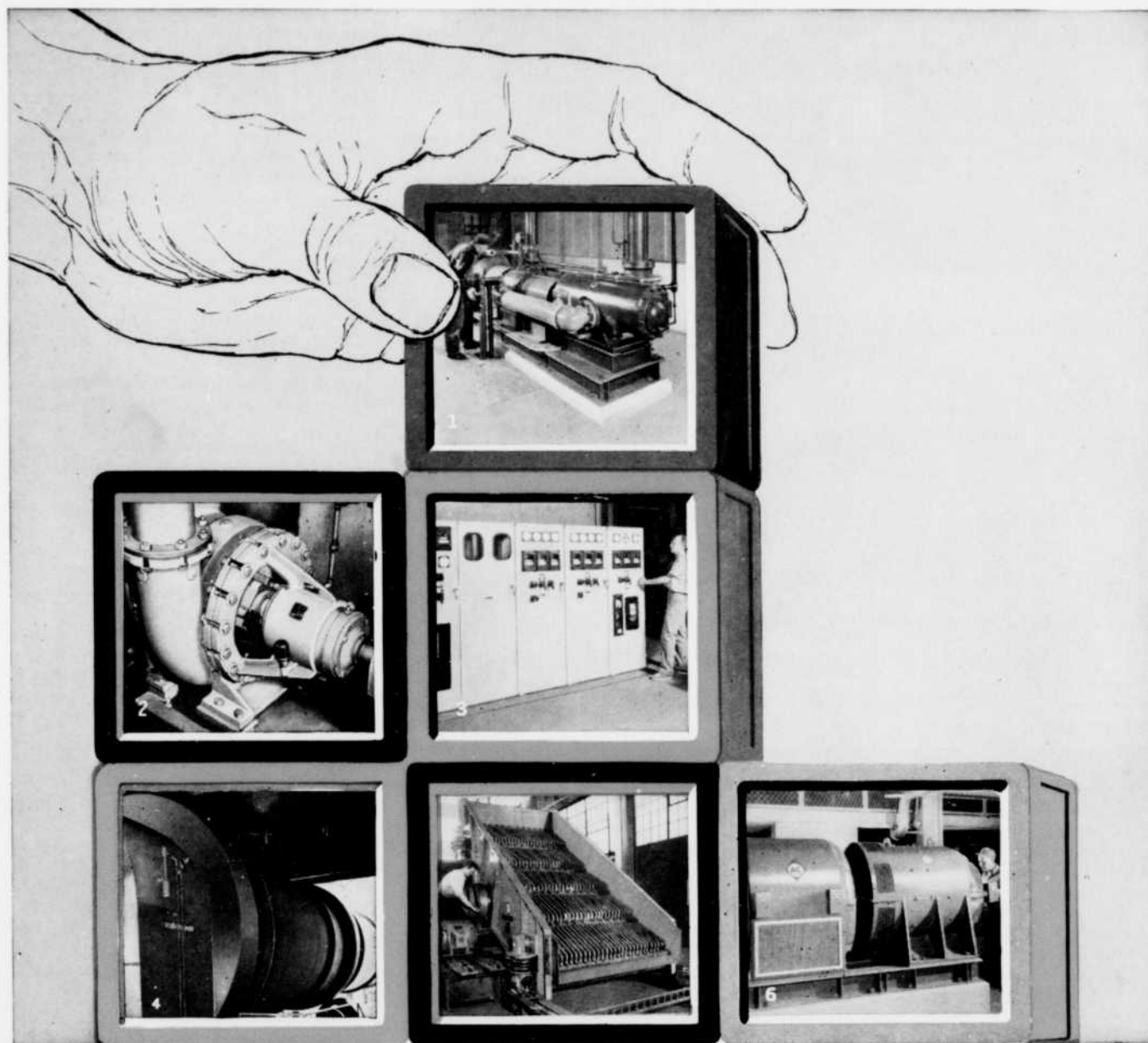
Lambert, Pierre, Poly '62, qui était au service de planification du Ministère des Richesses Naturelles du Québec depuis sa graduation, est Représentant commercial de la Master Builders Company, pour la région de Québec, depuis la mi-février.

Lavallée, Gaétan, Poly '50, autrefois Chef métallurgiste chez Crucible Steel of Canada Ltd., à Sorel, a été récemment nommé Ingénieur métallurgiste à l'étude Surveyer, Nenniger & Chênevert, à Montréal.

Leblanc, Lt-colonel, A.J., M.B.E., M.E.I., a été récemment élu au poste de président du Bureau de Direction et directeur du bureau exécutif de la société Canadian Dredge & Dock Co. Ltd.

Lemay, Rodrigue, Sherbrooke '59, jusqu'à ces derniers temps ingénieur pour Lemay Construction Ltée, de Victoriaville est, depuis la fin de février, au service de la société de construction Dumez Canada Ltée, dont le siège social est à Montréal.

Letendre, Lucien, Poly '42, de l'étude d'ingénieurs-conseils Lalonde, Girouard & Letendre, a été élu président du Club



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

de golf Laval-sur-le-Lac, à la dernière assemblée annuelle du club.

Lortie, Guibert, Poly '57, qui fut longtemps au département des ingénieurs, chez The Sherwin-Williams Co. Ltd. of Canada est, depuis le début de l'année, Directeur de l'usine, à la biscuiterie et confiserie Viau Limitée, à Montréal.

Mailhot, Jean, Poly '53, autrefois à l'emploi de la Cité de St-Vincent-de-Paul, est, depuis quelque temps, associé au bureau d'ingénieurs-conseils Brett et Ouellet, à Montréal.

Marcotte Ernie, a donné une conférence intitulée "Milling at Denison (Mine)", au cours du "Student's Night" annuel organisé par le chapitre de Cobalt, Ont., du Canadian Institute of Mining & Metallurgy, le 23 novembre 1962.

Michaud, Marcel, McGill '40, a été élu à la présidence du chapitre de Thetford Mines du Canadian Institute of Mining & Metallurgy, à l'assemblée annuelle tenue le 29 novembre 1962.

Miller, Roger Émile, Poly '61 a obtenu sa Maîtrise ès Sciences (Administration des Mines) à Stanford University, en Californie. Monsieur Miller enseigne à Polytechnique et à la direction générale de la Planification au Ministère des Richesses Naturelles.

Millet, Paul, Poly '55, qui était, jusqu'à il y a quelques mois, assistant du Directeur de mécanographie de l'Université de Montréal, est, maintenant, à l'Université Laval au Centre de Traitement d'Information.

Montgrain, Clément L., Virginia Poly '46, vient d'être nommé au poste de Directeur des ventes pour la région de Québec à l'Aluminum Company of Canada Limited.

Moquin, Alphonse, Poly '58, autrefois chargé des évaluations au bureau-conseil Gendron & Lefebvre est, depuis le début de l'année, à l'emploi du bureau Lorrain, Tourigny, Dubuc & Gérin-Lajoie, ingénieurs-conseils, à Montréal.

Narbona, Juan, Poly '62, a laissé son emploi au bureau d'ingénieurs-conseils Asselin, Benoit, Boucher, Ducharme & Lapointe en novembre 1962, pour passer au département "General Engineering" de l'Aluminum Co. of Canada, à Montréal.

Normandeau, Paul-D., Poly '38, a été nommé Directeur de Montel Inc. & Electrical Mfg. Co. Ltd., de Montmagny.

Payette, Paul, Poly '55, pendant longtemps "Stress Engineer" à la Canadian Vickers Ltd., est depuis la mi-janvier, ingénieur des projets pour la Canadian Liquid Air Co. Ltd., à Montréal.

Phaneuf, Jean-Yves, Poly '57, a quitté son emploi à la Canadair, pour devenir "Senior Stress Engineer" à la société Jarry Hydraulics Ltd., à Montréal.

Poly '57. Dans le but de faire revivre une vieille amitié, quelques diplômés de la 81^{ème} promotion ont fondé, en septembre dernier, le CLUB SOCIAL de la 81^{ème} promotion. Les dirigeants du club sont: Guy Bélanger, président; François Lalande, vice-président; Gilles

Marinier, secrétaire; Raymond Bisson, trésorier; André Bisillon et Paul Cantin, directeurs.

Primeau, Raymond, Poly '53, Avocat, Adjoint du Gérant général de la Banque Provinciale du Canada a été élu dernièrement Secrétaire de l'Association Professionnelle des Industries (API) de l'État du Québec.

Rivard, Félicien, Ing.F., Laval '33, chef forestier de la Canadian International Paper, vient d'être élu président de la Corporation des Ingénieurs forestiers du Québec, après avoir été pendant plusieurs années membre du conseil et vice-président de cet organisme.

Rolland, Lucien-G., Poly '42, président de la Compagnie de Papier Rolland, vient de verser un don de \$2,500.00 offert au nom de l'entreprise qu'il dirige, aux "Presses de l'Université de Montréal", organisme créé pour aider les professeurs de l'Université à la préparation et à la publication de leurs ouvrages.

Samson, Laval, Laval '55, a été nommé dernièrement au poste de Vice-président délégué de la Compagnie Terratech Limitée, spécialistes en études géo-techniques.

Tecsult International Ltée, société fondée par les confrères Hector Asselin, Poly '39, Marc Benoit, Poly '44, Raymond Boucher, Poly '33, André Ducharme, McGill '50, et Gérard-A. Lapointe, Poly '38, pour étude et réalisation de projets en pays étrangers, vient d'ajouter à Dacca, Pakistan de l'Est, un bureau secondaire à celui déjà établi à Karachi, Pakistan de l'Ouest. Tecult International Ltée a pris cette décision, après avoir été chargé par la "Inland Water Transport Authority" du Pakistan de l'Est de faire des études en vue de l'établissement de facilités portuaires et de jetées de protection dans les secteurs de la côte de l'Océan Indien les plus sujettes aux assauts des tornades, cyclones, etc.

Tétreault, Fernand, Poly '61, autrefois à la Commission des Services électriques, pour la Cité de Montréal, est maintenant à l'emploi de la société d'ingénieurs constructeurs Collet & Frères Ltée, à Montréal.

Turgeon, Claude Y., Laval, vient d'être nommé chef de division pour la compagnie Shell Oil of Canada, à Québec.

NÉCROLOGIE

Boyer, Marc, Poly '28, Sous-ministre des Mines et des Relevés Techniques, depuis 1950, est décédé subitement à Ottawa, le 8 novembre 1962, à l'âge de 58 ans.

Né à Labelle, P.Q., Marc Boyer fit ses études universitaires à l'École Polytechnique de Montréal, où il obtint ses diplômes de B.Sc.A. et Ingénieur civil, en 1928. Quatre ans plus tard, il obtint un diplôme d'Ingénieur minier, à l'Université McGill, après avoir fait un stage dans l'industrie minière, en Co-

lombie-Canadienne. Enfin, en 1957, l'Université d'Ottawa lui décernait un doctorat ès sciences, honoris causa.

À partir de 1928, il fut, pendant quinze ans, à l'emploi du Ministère des Mines du Québec, où il occupa successivement les postes d'inspecteur minier et de Directeur du Service de cartographie. En 1943, il devint Commissaire de la Fonction publique de la province et, un an plus tard, passa à la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec à titre de Régistrateur et Secrétaire, poste qu'il occupa jusqu'à sa nomination, à Ottawa, en 1950.

En plus de la part active qu'il a toujours prise aux affaires de l'Association des Diplômés de Polytechnique, il était membre des Corporations des Ingénieurs Professionnels de Québec et d'Ontario, de l'Engineering Institute of Canada, du Canadian Institute of Mining and Metallurgy et de l'Institute of Public Administration of Canada.

David, Charles, Poly '14, est décédé le 23 novembre 1962. Né à Montréal le 5 avril 1890, il fit ses études au Mont St-Louis et à l'École Polytechnique où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et d'Architecte en 1914. Il suivit ensuite des cours spéciaux d'architecture à l'Université de Pennsylvanie où il obtint un "Certificate of Proficiency". En 1948, l'Université de Montréal lui décerna un doctorat "honoris causa" en Sciences appliquées. Durant la première guerre mondiale il servit comme lieutenant dans le Royal Canadian Engineers Corps. De 1941 à 1946 il fut Directeur du Wartime Housing, société de la Couronne relevant du Département de la Production nationale. Depuis 1946, il était membre du Comité d'Embellissement de la Capitale Nationale. Il fut membre de l'Association des Architectes de la Province de Québec, "fellow" de l'Institut Royal d'Architecture du Canada et membre associé de l'Académie Royale Canadienne. Au moment de son décès il agissait comme conseiller pour l'étude David, Barott & Boulva.

Duperron, Arthur, Poly '11, est décédé à Montréal le 15 décembre 1962. Né à Nicolet le 29 septembre 1889, M. Duperron fit ses études à l'Académie commerciale de Nicolet, au collège Mont St-Louis et à l'École Polytechnique où il reçut les diplômes de B.Sc.A. et ingénieur civil, en 1911. Il débuta dans la profession en faisant des arpentages et relevés hydro-électriques pour la province de Québec. De 1912 à 1915 il s'occupa de construction et de ponts pour la Canadian Pacific Railway. De 1915 à 1927, il travailla à la Commission des Eaux Courantes de Québec, s'occupant surtout des barrages-réservoirs, entre autres ceux du lac St-François et du lac Aylmer dans les comtés de Frontenac et Wolfe, du lac Kénogami au lac St-Jean, le barrage Mercier sur la Gatineau et le barrage Gouin sur le St-Maurice. En 1927, il fut nommé ingénieur en chef de la Commission des

tramways de Montréal et en 1937, Ingénieur en chef de la Montreal Tramways Co. En 1942, il fut nommé gérant général adjoint de cette compagnie et le 16 novembre 1949 il en devint le gérant général; quand la Commission de Transport de Montréal fut formée en 1950, il en fut nommé président, poste qu'il occupa jusqu'à sa retraite, en novembre 1950. De 1925 à 1942, il fut chargé des cours de barrages et murs de soutènement, à l'Ecole Polytechnique. En 1930, il fut président de la succursale de Montréal de l'Engineering Institute of Canada et en 1942, il fut élu président du Canadian Transit Association.

Richard, Adrien, Poly '40, est décédé le 27 novembre 1962. Né à Newport, Comté de Gaspé, le 21 septembre 1911, il fit ses études primaires dans son village natal, puis son cours classique à l'Université St-Joseph où il obtint son B.A., en 1934. Inscrit à l'Ecole Polytechnique en 1934 il y reçut les diplômes de B.Sc.A., et Ingénieur civil en 1940. Membre de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec et de l'Engineering Institute of Canada, M. Richard avait été successivement à l'emploi de la Voirie provinciale, de Mongeau et Robert, et de Roquet et Richard, avant d'entrer au service de la Cité de Montréal. Au moment de son décès, il était Surintendant des améliorations locales, à la Division Technique du service des Travaux Publics de la Cité.

Trempe, J.-Lucien, Poly '22, est décédé à Québec le 31 décembre 1962. Né à Montréal, le 27 avril 1900, il fit ses études secondaires au Mont St-Louis, et son cours universitaire à l'Ecole Polytechnique où il obtint les diplômes de B.Sc.A., et Ingénieur civil en 1922. Il consacra toute sa vie professionnelle au Ministère des Travaux Publics de la province de Québec, où il fut, tour à tour, stagiaire, assistant ingénieur de l'entretien, ingénieur surintendant pour la région de Québec et enfin, depuis 1945, ingénieur en chef adjoint pour la région de Québec. Il s'occupa activement de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, et de l'Association des Diplômés de Polytechnique.

De Blois, Roland, Laval '48, Ingénieur géologue, est décédé le 22 septembre 1962, à l'âge de 39 ans.

Gagné, Eugène, Laval '17, Ingénieur forestier au ministère de la Colonisation du Québec, est décédé à Québec le 21 novembre 1962, à l'âge de 72 ans.

Monast, Charles-O., McGill '16, Président du Conseil d'administration de C. O. Monast & Cie Ltée est décédé à Montréal, à la suite d'une longue maladie.

Hamel, J. Albert, McGill '27, Directeur des études, à l'Institut de Papeterie des Trois-Rivières est décédé il y a quelques temps.



Condenseurs "Buffalo" refroidis à l'air. Expédiés de l'usine comme ensembles montés. Capacité de 7½ à 100 tonnes pour une température de condensation de 120°, avec 40° à la succion et 100° d'ambiante.

NOUVEAUX

ENSEMBLES "BUFFALO" EXEMPTS DE COMPLICATIONS DE FONCTIONNEMENT COMMUNES À LA PLUPART DES CONDENSEURS REFROIDIS À L'AIR

- 1—Minimum d'attention requise établie dans la pratique.
- 2—Le "clapet de dérivation "Buffalo" réglant la pression" supprime bien des inconvénients inhérents aux "Régulateurs à base de soupape de stabilisation de pression". La construction du "Buffalo" maintient un réglage efficace de la pression principale sous charge réduite, ou dans le cas de variations prononcées des températures de jour et de nuit. Elle empêche également un refroidissement excessif à bas niveau alors que l'ambiante est basse.
- 3—Difficulté de fonctionnement réduites au minimum.
- 4—Le compresseur demeure en marche. Le vent influence facilement les ensembles du type à décharge horizontale, même si on utilise des déflecteurs. Dans certaines conditions, la vitesse efficace de l'air sur le serpentín est tellement réduite que le compresseur ne peut rester en marche.
- 5—Le dispositif régulateur "Buffalo" exige beaucoup moins de réfrigérant que dans le cas d'un "Réglage par serpentín submergé". Résultat : Économie importante de Fréon dont le coût est très élevé.
- 6—Les ensembles "Buffalo" donnent plus de tonnes d'évaporation (charge efficace de conditionnement d'air) que la plupart des autres modèles.

L'espace nous manque ici pour énumérer beaucoup d'autres avantages que présentent les condenseurs "Buffalo" refroidis à l'air. L'ingénieur de votre région représentant "Buffalo" se fera un plaisir de vous renseigner parfaitement. Appelez-le aujourd'hui au téléphone ou bien écrivez-nous.



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



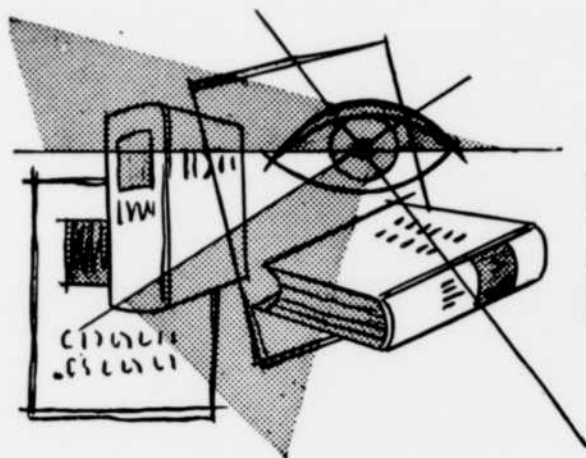
Équipement de traitement de l'air "Canadian Buffalo" pour déplacer, chauffer, refroidir, assécher et purifier l'air.



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.



Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

Étude des circuits électriques, tome I. Méthodes générales d'analyse, par JEAN LAGASSE. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6, 224 pages, 184 figures, relié : 42 NF. Paris, Éditions Eyrolles.

L'auteur a voulu que cet ouvrage couvre les principales techniques qui utilisent la théorie des circuits électriques, c'est-à-dire aussi bien l'électro-technique que l'électronique et la technique des asservissements. Cette généralité d'applications se rencontre tout au long de la lecture.

Bien que rédigé plus spécialement à l'intention des étudiants et des élèves ingénieurs, cet ouvrage intéressera également les ingénieurs affirmés qui pourront se mettre au courant des procédés modernes d'exposition et des méthodes récentes d'analyse.

L'isolation acoustique des logements, par ROBERT JOSSE. Un volume, éd. 1962, 8 1/4 x 5 1/4, 32 pages, 20 figures, broché : 5 NF. Paris, Éditions Eyrolles.

S'appuyant sur des centaines d'observations faites dans des immeubles récents et sur de minutieuses études de laboratoire, l'auteur montre comment il est possible, sans dépense excessive, d'assurer l'intimité acoustique des familles.

Éléments de calcul des probabilités : théorique et appliqué, par J. BASS. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6, 220 pages, avec 71 figures, relié : 34 NF. Paris, Masson.

Ces "éléments de calcul des probabilités" ont été écrits à l'intention des élèves des Grandes Écoles d'ingénieurs et des utilisateurs, ingénieurs ou physiciens. Mais ils peuvent aussi rendre des services aux étudiants du deuxième cycle des Facultés des sciences qui étudient le calcul des probabilités, la statistique, les Techniques Mathématiques de la Physique. Leur lecture n'exige pas une connaissance approfondie des mathématiques modernes, mais seulement une habitude raisonnable du maniement des mathématiques classiques, celles qu'on enseigne en propédeutique : éléments d'algèbre linéaire,

calcul des intégrales simples et multiples, avec quelques compléments qu'il est utile mais non indispensable de connaître pour une première lecture (intégrales de Fournier, fonctions eulériennes, fonctions de variable complexe).

Usines hydrauliques : usines de retenue — usines de plaine, par HENRI VARLET. Un volume, éd. 1962, 9 3/4 x 6 1/4, 342 pages, 180 figures, 10 tableaux et 8 pages de photo hors texte, relié : 79 NF. Paris, Éditions Eyrolles.

L'auteur a déjà fait paraître trois volumes sur la technique des aménagements hydroélectriques des cours d'eau : l'un consacré aux généralités, les deux autres aux usines de dérivation établies en haute montagne. Aujourd'hui, dans un quatrième volume, l'auteur consacre son étude, d'une part, aux usines avec barrages de retenues établies en régions montagneuses, d'autre part, aux usines avec barrages mobiles établies sur le cours des fleuves et rivières de plaine.

Pièces longues en voiles minces, par BASILE Z. VLASSOV. Un volume, éd. 1962, 9 3/4 x 6 1/4, 656 pages, 222 figures, 49 tableaux, relié : 115 NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Le présent ouvrage sur le calcul des pièces longues à parois minces, cylindriques ou prismatiques, contient, dans ses parties essentielles, aussi bien l'exposé de *vérifications expérimentales* que des *exemples de calculs pratiques* entièrement traités.

L'auteur a formulé des *lois nouvelles* qui résultent de l'examen des cas particuliers de la théorie générale des voiles et sont justifiées expérimentalement pour la forme allongée des pièces considérées. Ces lois permettent d'étendre largement les hypothèses simplificatrices admises en résistance des matériaux classique, notamment pour la flexion et le flambement des pièces longues du type poutres ou poteaux.

A la conception de *déformation plane* considérée jusqu'ici suivant les

hypothèses de Bernoulli et Navier, B. Z. VLASSOV oppose celle, générale, d'une *déformation spatiale* des pièces longues. Pour une pièce à section transversale de forme quelconque, l'auteur est ainsi amené à considérer le *gauchissement de section transversale* et la *torsion* de la pièce longue qui l'accompagne. Ce n'est que dans les cas bien particuliers d'une déformation plane que les lois nouvelles exposées rejoignent bien entendu celles habituelles de flexion et de flambements.

Traité de chimie appliquée, Tome II. Technologie minérale; première partie-Eau — Liquéfaction et séparation des gaz — Industrie de la potasse — Le bore et ses combinaisons — Sel de cuisine, soude et potasse — Chlore — Fluor — Combinaisons peroxydées, par KARL WINNACKER et LÉOPOLD KÜCHLER. Un volume, éd. 1962, 10 x 6 1/4, 648 pages, 169 figures, relié : 98 NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Les auteurs de cet important *Traité de chimie appliquée* se sont donné pour tâche d'exposer l'ensemble des procédés modernes des industries chimiques et para-chimiques. Ils ne se bornent pas à donner une description de procédés; ils en exposent l'aspect théorique et examinent les problèmes de génie chimique qu'ils suscitent. L'importance ainsi donnée aux techniques opératoires fait de ce traité de technologie, qui se situe à mi-chemin entre l'exposé de cours et l'encyclopédie, un ouvrage moderne et complet de chimie appliquée.

Dans ce second tome du «*Traité de chimie appliquée*» on trouve la première partie de la chimie minérale.

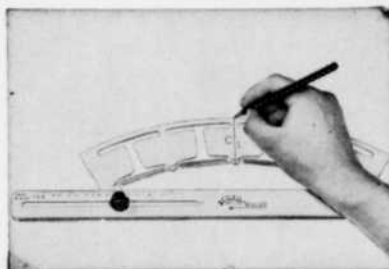
Éléments de physique, I—Mécanique, par MICHEL BAYET et PIERRE GAUTIER. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6 1/2, 168 pages, 242 figures, cartonné toile : 28 NF. Paris, Masson.

Éléments de thermodynamique statistique par A. PACAULT. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6 1/2, 358 pages, 49 figures, 54 tableaux, cartonné toile : 46 NF. Paris, Masson.

PRODUITS

NOUVEAUX

alpha

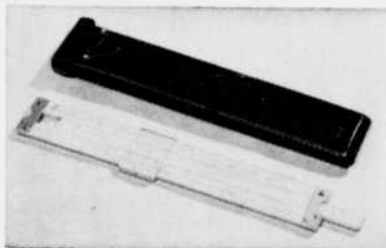


Règle Acu-Arc

La règle révolutionnaire Acu-Arc vous offre une méthode de tracer des arcs de cercle de n'importe quel rayon, soit de 7" à 200" rapidement, facilement et correctement. Il n'existe aucun autre instrument capable de tracer des arcs de cercle d'une aussi grande étendue de rayons.

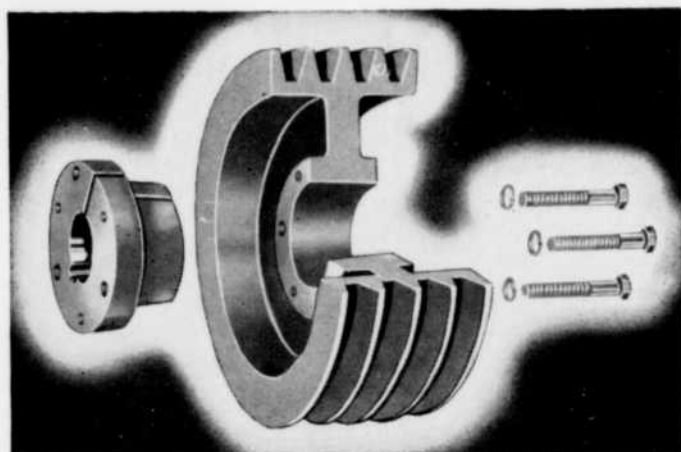
Règle à calcul de précision à deux échelles

L'inclusion d'une échelle divisée de 20" permet de faire les plus importants calculs avec une précision grandement accrue. La règle 2/83 convient particulièrement aux ingénieurs et techniciens qui comptent sur un degré très élevé d'exactitude mathématique dans leurs calculs.



CARSEN INSTRUMENTS LTD.

162 Bentworth Avenue Toronto 19 RU.9-2681



Maintenant en stock

**POULIES POUR COURROIES EN "V"
À MONTAGE RAPIDE**

L'emploi de moyeux coniques détachables permet à une poulie d'être remplacée par une autre de diamètre différent, souvent en utilisant le même moyeu.

La même poulie peut aussi être employée sur un arbre d'un autre diamètre simplement en changeant de moyeu.

Stock complet à
817 Notre-Dame Ouest,
Montréal, Cr. 6-3621

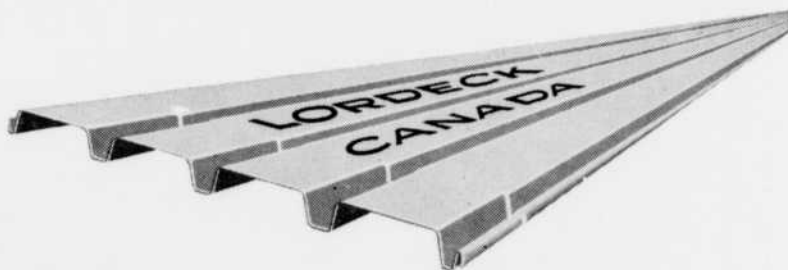


ALLÉGEZ VOS CONSTRUCTIONS ET VOS PRIX DE REVIENT

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. 4-4038

Mathématiques. Tome I. Éléments de calcul différentiel et intégral, par A. HOCQUENGHEM et P. JAFFARD. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6 1/2, 516 pages, 215 figures, cartonné toile : 36 NF. Paris, Masson.

Le livre publié aujourd'hui représente la première année du cours de Mathématiques professé par MM. Hocquenghem et Jaffard au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Electrostatique : étude du champ électrique et applications, par N. FÉLICI.

Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6 1/4, 108 pages, illustrations, broché : 16 NF. Paris, Gauthier-Villars.

Afin d'être utile à des étudiants d'origine et de préoccupations diverses, le présent volume amalgame des éléments variés. On y trouve des rappels très élémentaires, mais aussi des théories abstraites et générales, avec certains développements mathématiques. Quant ceux-ci, selon l'expérience de l'auteur, peuvent être utiles à la solution de problèmes concrets. Aucune place n'a été faite à certaines méthodes de calcul

numérique qui ne semblent pas assez payantes et auxquelles l'auteur préfère résolument les procédés analytiques ou bien l'étude sur modèles et les approximations graphiques.

Étude critique du système métrique, par MAURICE DANLOUX DUMESNILS. Un volume, éd. 1962, 10 x 6 1/4, 432 pages, relié : 45 NF. Paris, Gauthier-Villars.

Unités de mesure : tables de coefficients de conversion, par LA SOCIÉTÉ POUR L'ÉTUDE ET LA RÉALISATION D'ENGINS BALISTIQUES. Un volume, éd. 1962, 8 3/4 x 11, 78 pages, reliure spirale : 40 NF. Paris, Gauthier-Villars.

Construction des voiles minces : calcul pratique approché, par A. CHRONOWICZ. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6 1/4, 204 pages, 153 figures, 16 planches hors texte, relié : 95 NF. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

Formulaire des cadres simples pour le calcul des grandeurs statiques relatives aux formes usuelles de cadres à travée unique en béton armé, acier ou bois, par A. KLEINLOGEL. Un volume, éd. 1962, 9 1/2 x 6 1/4, 460 pages, 114 formes de cadres, 1578 figures, relié : 88 NF. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

Méthodes objectives d'interprétation des mesures, par G. YVON. Un volume, éd. 1962, 8 1/2 x 5 1/4, 176 pages, broché : 16 NF. Paris, Dunod.

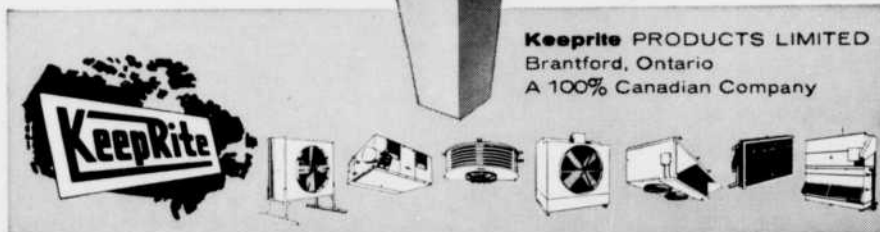
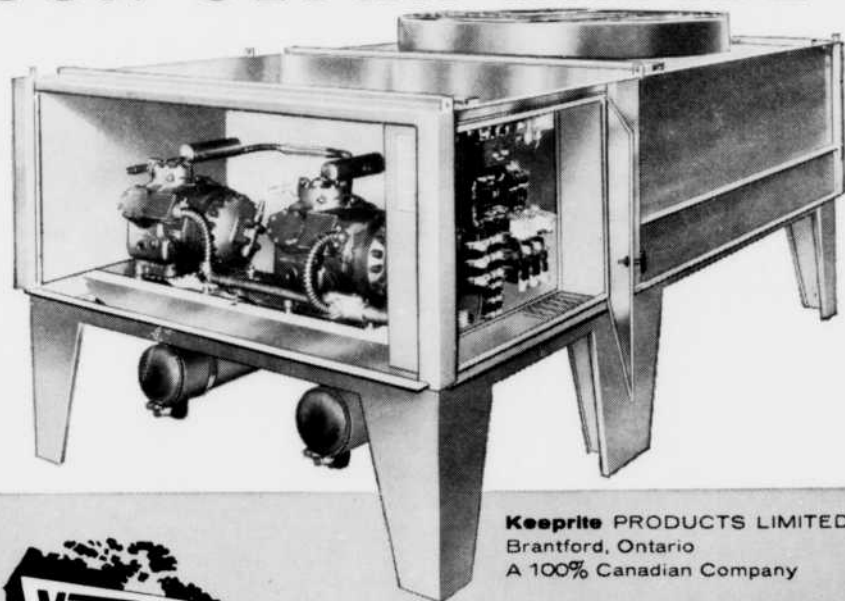
Proposition relative à la création d'un Institut International des sciences et de la technologie : Rapport du Groupe de travail créé par le Secrétaire Général de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord. Un volume, éd. 1962, 9 x 6, 64 pages broché. Paris, OTAN-NATO.

Anisotropie et effet d'entaille, par A. BRODEAU. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 115. Un volume, éd. 1962, 10 3/4 x 7, 16 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Contribution à l'étude de l'écoulement turbulent dans une conduite cylindrique à paroi poreuse, par HENRI BURNAGE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 114. Un volume, éd. 1962, 10 3/4 x 7, 44 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Contribution à l'étude de la photo-extensométrie statique et dynamique, par JEAN SAPALY. Publications scientifiques et techniques du Ministère de

NOUVEAU COMPRESSEUR/ REFROIDI A L'AIR... DE 6 A 30 TONNES • CONDENSEUR VERTICAL GALVANISÉ • COMPRESSEURS SEMI-HERMETIQUES • CONTROLES RACCORDES A L'USINE • FAIT A BRANT- FORD, CANADA • LIVRAISON ULTRA-RAPIDE •



Keeprite PRODUCTS LIMITED
Brantford, Ontario
A 100% Canadian Company

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

CIMENT FONDU

- ★ permet une mise en service
en quelques heures
- ★ résiste aux corrosions
- ★ est réfractaire (2,500°F.)
- ★ assure un béton isolant

Demandez notre brochure
gratuite de 12 pages :

"QUELQUES IDÉES PRATIQUES"

LA SALLE
BUILDERS SUPPLY LIMITED

159 ouest, Jean-Talon, Montréal

CR. 3-1781

325 de l'Espinay, Québec

LA. 4-2478

LA GAMME COMPLÈTE DRAVO



Le **DRAVO**
Counterflo...

40 Modèles
400,000 à 2,000,000 BTU rendement heure
Pour immeubles industriels
et commerciaux

Le **DRAVO**
Paraflo...

4 Modèles
200,000 à 250,000 BTU rendement heure
Pour les immeubles industriels et
commerciaux moins considérables



UNITÉS **DRAVO**
Opérant au Gaz

68,000 à 172,000 BTU rendement heure
10 Modèles
Pour magasins, postes d'essence
et autres petits immeubles

TOUTES LES FOURNAISES DRAVO sont pourvues de contrôles
automatiques et thermostatiques dont le rendement minimum n'est
jamais moins de 80% ... fonctionnent sans conduits ... donnent
un rendement idéal pour le chauffage d'hiver, la ventilation l'été
ainsi que dans les procédés de séchage.

BUREAU DE VENTE ET D'ADMINISTRATION
MARINE BUILDING, 1405, rue Peel, Montréal, P.Q.
BUREAUX RÉGIONAUX ET DISTRIBUTEURS

MARINE
INDUSTRIES LTD.
Bloor Bldg.,
Bloor & Bay Sts.,
Toronto, Ont.

*NORTH WEST
WHOLESALE CO.,
347 Princess St.,
Winnipeg, Man.

*H. F. CLARKE LTD.
5220 - 1A Street S.E.,
Calgary, Alta.

*BAINE, JOHNSON
& Co. LTD.
Saint-Jean
Terre-Neuve

*BRUCE SUTHERLAND
ASSOCIATES LTD.
Moncton,
Nouveau Brunswick

*FRED McMEANS
& Co.
1608 West 5th Ave.
Vancouver 9, B.C.

DIVISION DU CHAUFFAGE

*Distributeurs

MARINE INDUSTRIES LIMITED

l'Air, notes techniques 118. Un volume, éd. 1962, 10½ x 7, 100 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information de l'Aéronautique.

Contribution à l'étude des sources calorifiques dans les problèmes de conduction, par F. DENNERY et R. GUENOT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 112. Un volume, éd. 1962, 10¾ x 7, 130 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

À VOTRE SERVICE

BANQUE

CANADIENNE

NATIONALE

Contribution à l'étude théorique et expérimentale de l'écoulement turbulent dans un tube circulaire, par MICHEL COANTIC. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 113. Un volume, éd. 1962, 10¾ x 7, 82 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Contribution à la théorie linéarisée des effets de jets minces et de cavitations. Calcul des écoulements par analogie rhéoelectrique, par THOAI-SUM LUU. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: no 389. Un volume, éd. 1962, 10½ x 7, 124 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Étude sur la détermination des températures de surfaces (de 0 à 400°C) par l'intermédiaire des émissions de minces revêtements photoluminescents, par JEAN-PIERRE LEROUX. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 119. Un volume éd. 1962, 10½ x 7, 78 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

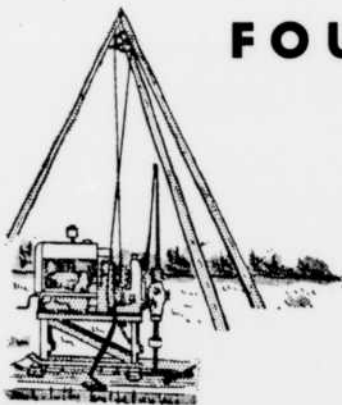
Propriétés arithmétiques déduites d'une présentation simplifiée de la formule

du binome, par STEPHANE THOUVENOT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 388. Un volume, éd. 1962, 10¾ x 7, 165 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Séminaire de plasticité (École Polytechnique, 1961), par J. MANDEL, R. ÉPAIN, J. LUBLINER, F. PARSY, D. RADENKOVIC. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 116. Un volume, éd. 1962, 10¾ x 7, 179 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Stabilité de la combustion vibratoire dans le brûleur à résonance, par JEAN-CLAUDE LEYER. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 117. Un volume, éd. 1962, 10½ x 7, 57 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Sur l'équation de Boltzman des gaz faiblement iosinés, par JACQUELINE NAZE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 387. Un volume, éd. 1962, 10¾ x 7, 92 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.



FOUNDATION TESTING INC.

Étude des fondations

Sondages et forages

Essais en laboratoire et sur le chantier

**Travail soigné, sous la direction
d'ingénieurs professionnels spécialisés**

F.-R. Laberge, Ing. P.
Président

V. Cossette, Ing. P.
Ingénieur en chef

R. Trudeau, Ing. P.
Ingénieur de chantier

1275, Hodge — Ville St-Laurent — Montréal 9 — RI. 4-2347

BUREAU À LOUER

- Superficie de 1600 pi. ca. dans un tout nouvel immeuble
- Aménagé en vue d'occupation par bureau d'ingénieurs ou architectes
- Situation exceptionnelle qui offre des communications rapides
- Stationnement illimité
- Chauffé, très clair, disponible immédiatement

Pour plus amples renseignements
veuillez vous adresser à

LABORATOIRE DE BÉTON INC.

3800 est, boul. Métropolitain
angle 19e ave, Ville St-Michel
Montréal 38

Tél. : 729-6394
Code régional 514

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.

ARPEUTEURS-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

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

DES LAURIERS & 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

BÉLANGER & BOURGET

Marie-Albert Bourget, A.G.I.F. J. Adrien Chalifour, A.G.
Gabriel Cloutier, A.G.I.F.M.F. 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

INGÉNIEURS-CONSEILS
ARPEUTEURS-GÉOMÈTRES

François Lalonde, Ing.P. Jean-M. Amiot, Ing.P.
Anthony H. Roy, Ing.P. Hector Perreault, 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

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.

9825, rue VERVILLE
MONTREAL
DU. 7-3747

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)

Collet Frères, Limitée

Entrepreneurs généraux

1978 rue Parthenais,
MONTRÉAL, Qué.

SONDAGE UNIVERSEL INC.

ÉTUDE DES SOLS

J. A. GUY SICARD, ING. P.
GAÉTAN COUTURE, ING. P.
JEAN-GUY PAQUETTE, ING. P.

1948 ouest, blvd Dorchester,
935-7487

Montréal, Qué.

JEAN DOUCET, Ing. P.
Secrétaire-trésorier

AUGUSTE DOUCET
Président

DOUCET & DOUCET LTÉE

ENTREPRENEURS

CHAUFFAGE — PLOMBERIE

1640 ave North, coin Rockland
MONTRÉAL

CR. 4-5426

DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

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

POUR

Des sondages bien faits

EXIGEZ

NATIONAL BORING AND SOUNDING INC.

615 rue Belmont, Montréal 3

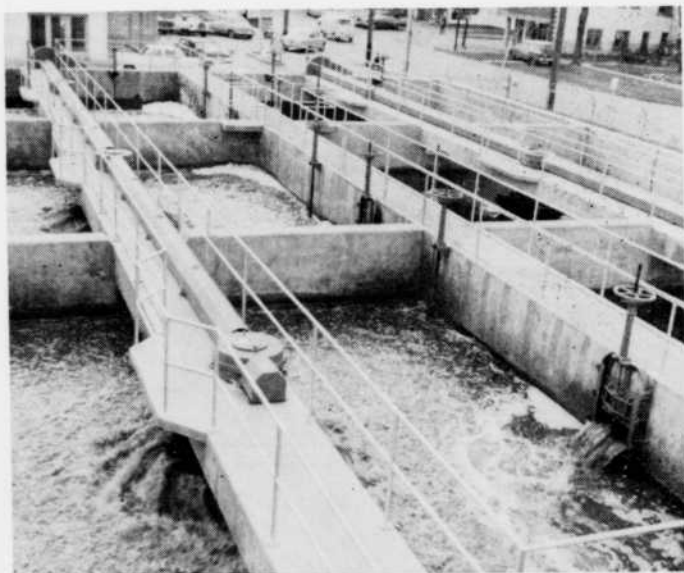
Spécialistes en étude des sols depuis 25 ans



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.

Index des Annonceurs

American Air Filter of Canada Ltd.	19	Hewitt Equipment Ltd.	11
Ames Crosta Mills Canada Ltd.	76	•	
Anaconda American Brass Ltd.	61	Imperial Oil Ltd.	Couv. 3
Atlas Steels Company Ltd.	17	Ingénieurs Associés, Les	73
•		•	
Banque Canadienne Nationale	72	Jenkins Bros. Ltd.	11
Beauchemin, Beaton, Lapointe	73	•	
Beaudry, Beaulieu, Dupuis & Morin	75	Keeprite Products Ltd.	70
Beaulieu, Trudeau & Associés	73	•	
Bélanger & Bourget	74	Laboratoire de Béton Inc.	72-75
Bouthillette & Parizeau	74	Laboratoire d'Hydraulique LaSalle	2
•		Lalonde, Girouard & Letendre	73
Canada Cement Co. Ltd.	8-9	Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés	74
Canadian Allis-Chalmers Ltd.	65	LaSalle Builders Supply Ltée	71
Canadian Blower & Forge Co. Ltd.	67	Leblanc & Montpetit	73
Canadian Formwork Ltd.	4	Lemieux & Tétreault	74
Canadian General Electric Co. Ltd.	20	Lord & Cie	69
Canadian Industries Ltd.	3	•	
Canadian Kodak Co. Ltd.	59-63	Marine Industries Ltd.	71
Carsen Instruments Ltd.	69	Ministère de la Défense Nationale	18
Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermentinger & Associés	74	•	
Crane Canada Ltd.	14	National Boring & Sounding Inc.	75
Collet Frères Ltée	75	Northern Electric Co. Ltd.	21
•		•	
Darling Brothers Limited	12	Osmose Wood Preserving Co. of Canada Ltd.	6
Demers, Geo.	74	•	
Desjardins & Sauriol	74	Payette Radio Ltée	71
Deslauriers & Mercier	74	•	
Dominion Engineering Co. Ltd.	22	Quebecair	13
Dominion Steel & Coal Corp. Ltd.	10	•	
Doucet & Doucet	75	Recordak of Canada Ltd.	15
•		Rockwell Mfg. Co. of Canada Ltd.	16
Ecole des Hautes Etudes Commerciales	62	•	
Ecole Polytechnique de Montréal	56	Sondage Universel Inc.	75
•		Standard Electric Time Co. of Canada Ltd.	7
Forano Ltée	69	Surveyer, Nenniger & Chênevert	73
Foundation Testing Inc.	72	•	
•		Volcano Ltée	Couv. 4
Goulet, Saint-Pierre, Bertrand, Charron & Lavoie	73	•	
Gravel, C.-E.	73	Woodward Governor Co.	Couv. 2



Vue des bassins d'aération mécanique, West Side Plant,
Port Colborne, Ontario.
Projet : Canadian British Engineering Consultants.

FABRICANTS D'ÉQUIPEMENT POUR USINES D'ÉPURATION
DES EAUX D'ÉGOUT DEPUIS PLUS DE 60 ANS.

AMES CROSTA MILLS (CANADA) LTD.

1454, rue de la Montagne
Montréal — VI. 4-1160

88 Eglinton Ave. East
Toronto — HU. 8-7336

AÉRATION MÉCANIQUE, EN SURFACE SIMPLEX

UN PRODUIT DE



Le Cone H.I. Simplex produit un équilibre idéal d'intense aération en surface et de circulation rapide pour soutenir les fortes concentrations de riches boues activées et par le fait même accomplir rapidement l'oxydation biologique des eaux d'égout.

Les procédés d'aération en surface Simplex d'Ames Crosta Mills exigent moins de capitalisation — pas de tuiles, de diffuseurs ou de compresseurs — les bassins n'ont jamais besoin d'être vidés — frais d'entretien négligeables — coût moindre du courant.

- BASSINS DE DÉCANTATION — circulaires ou rectangulaires
- ÉPURATEURS À RÉGIME LENT — rotatifs et rectangulaires
- DIGESTION DES BOUES
- CHAUFFERETTE pour digesteur de boues
- POMPES, ÉJECTEURS, VANNES D'ÉCLUSE, ROBINETS-VANNES
- RACCORDS pour usines d'épuration



Les recherches
de l'Imperial Oil
aident l'industrie
à "tourner rond"

L'industrie s'efforce sans cesse de produire davantage et à moindre coût. Pour l'y aider, les services de recherche de l'Imperial Oil travaillent sans relâche à mettre au point de nouveaux lubrifiants et carburants encore plus efficaces.

Même quand un produit pétrolier s'est révélé satisfaisant, ils continuent à chercher—et à trouver!—le moyen de l'améliorer encore.

Pour obtenir les toutes dernières informations sur les lubrifiants et carburants, téléphonez au plus proche bureau de l'Imperial Oil et demandez le représentant des ventes industrielles.

Qui s'y connaît exige
IMPERIAL





NOUVEAUTÉ VOLCANO: CHAUDIÈRES AQUATUBULAIRES À DEUX AILETTES

Duofin*

Pour améliorer le rendement des chaudières, les ingénieurs de chauffage avaient lancé l'idée de les munir de tubes à deux ailettes. Grâce au perfectionnement des procédés de fabrication, Volcano a appliqué cette disposition avantageuse dans une nouvelle gamme de chaudières aquatubulaires, les *Duofin*. Les ailettes montées de chaque côté des tubes assurent: 1) une excellente protection des parois isolantes; 2) l'accélération des échanges calorifiques; 3) une meilleure circulation interne. La nouvelle gamme de chaudières aquatubulaires *Duofin* Volcano comporte 6 séries, formées chacune de 5 modèles principaux. Les puissances et capacités vont jusqu'à 2,000 CV ou 70,000 lb. de vaporisation horaire. Demandez notre dépliant illustré, ou la visite d'un représentant Volcano.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA VOLCANO LIMITÉE

8635 Boul. St-Laurent, Montréal, P.Q.
Usines: St-Hyacinthe, P.Q. Succursales: Toronto, Québec



*DUOFIN: marque de commerce des chaudières Volcano à tubes à deux ailettes