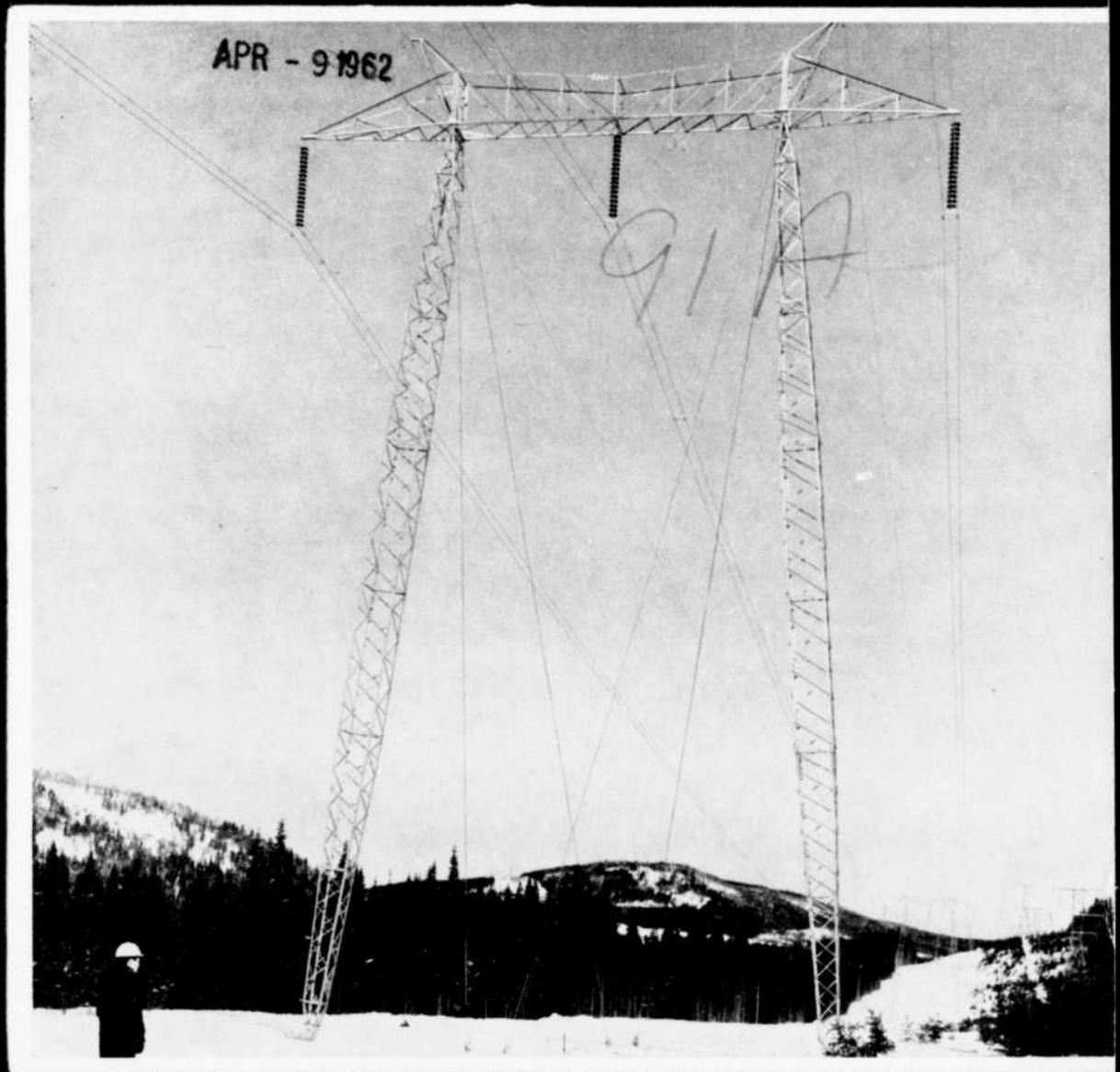


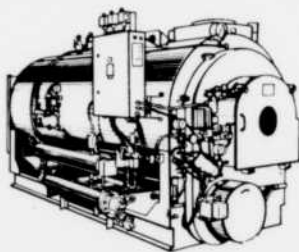
L





Pourquoi souffrir d'insomnie, spécifiez **NAPANEE**

Il n'y a pas de doute... de plus en plus d'ingénieurs accordent toute leur confiance aux chaudières compactes Napanee. Ils apprécient ses longs services sans ennui, la satisfaction assurée du client, l'efficacité inégalée et les caractéristiques exclusives incorporées à chaque chaudière Napanee. (Le système de combustion "Flamme Radiante" diminue les frais d'opération



et élimine le besoin de contre-portes ou cloisons réfractaires dispendieuses).

Si vous ajoutez tout ceci au temps d'installation remarquablement court (24 heures) vous pouvez être assuré qu'une chaudière Automatique Napanee représente ce dont sont faits les rêves. Pour renseignements complets écrire à :



Napanee **INDUSTRIES LIMITED**

FABRIQUÉES ET VENDUES AU CANADA PAR

INTERNATIONAL EQUIPMENT CO. LTD., NAPANEE, ONT.



INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

PRINTEMPS 1962

VOLUME 48 — No 189

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

Gracie et élégant, tout nouveau au Canada et d'une très grande résistance, ce portique haubané porte la nouvelle ligne à 345 000 volts que la compagnie Shawinigan achèvera de construire cette année entre l'Isle-Maligne et sa station terminus de Québec. Il y a 397 portiques semblables, tous dans le parc provincial des Laurentides, sur les 599 pylônes de cette nouvelle ligne longue de 135 milles. Leur hauteur, entre le fil parafoudre et le sol, va varier de 76 à 111 pieds.

La nouvelle ligne de la Shawinigan aura une autre caractéristique très intéressante. Chacune des trois phases sera pourvue de deux conducteurs jumelés, aluminium-acier, que des écarteurs à ressort tiendront espacés d'environ 16 pouces.

SOMMAIRE

INSTALLATION D'UN CÂBLE DE 69 KV À QUÉBEC par <i>Gaston Galibois</i>	17
TECHNIQUE NOUVELLE DE CONSTRUCTION DE ROUTES SUR TERRAINS MARÉCAGEUX par <i>J.-J. Paré</i>	25
ANALYSES DE RÉSEAUX ÉLECTRIQUES À L'AIDE D'UN CALCULATEUR IBM 704 par <i>J. Bourbeau, F. H. Jonker et J. G. S. Thompson</i>	37
COUP D'OEIL	48
NOUVELLES DES INGÉNIEURS	52
NOUVELLES DES ASSOCIATIONS	56
REVUE DES LIVRES	58
INDEX DES ANNONCEURS	66

ÉDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada. Tel.: 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.

TIRAGE CERTIFIÉ : MEMBRE DE LA CANADIAN CIRCULATION AUDIT BOARD

CCAB



Les canalisations passent par des orifices renforcés, pratiqués dans les poutres d'acier.

L'acier vous donne plus

Une charpente encombrante exige un cloisonnage et un entretien coûteux. Par contre, dans les immeubles à charpente d'acier, l'épaisseur des planchers (y compris les diverses canalisations) est réduite au minimum. Les conduites de climatisation, ainsi que les autres canalisations, passent à *travers* les poutres d'acier. L'immeuble tout entier est moins haut, plus léger. La surface extérieure exige une quantité moins grande de matériaux de finition. Voilà quelques-unes des économies que l'acier vous permet de faire, — économies à ne pas négliger quand vous étudiez des devis de charpentes.



Les conduites de climatisation passent à travers les poutres d'acier.



Les tuyaux d'eau et de chauffage passent à travers les poutres d'acier.



À profondeur égale, l'acier permet d'utiliser des poutres plus longues que celles faites d'autres matériaux.



Les colonnes d'acier de cet immeuble à plusieurs étages permettent de disposer d'un espace utile plus grand.

d'espace utile

Si vous pensez à construire, considérez soigneusement les avantages de la charpente d'acier. Dominion Bridge a des ingénieurs et des ateliers dans presque toutes les grandes villes. Leur expérience et la qualité de leurs produits sont quasi inégalées au Canada.

88F

Division des charpentes d'acier

DOMINION BRIDGE

15 USINES D'UN OCÉAN À L'AUTRE

VOS OUVRAGES EN BOIS DURERONT-ILS LONGTEMPS?

"Prolongez leur durée de 3 à 5 fois"

Si le bois que vous utilisez dans vos travaux est exposé à l'humidité, il peut s'altérer et pourrir. La peinture seule ne peut le protéger efficacement. Prolongez sa durée avec les préservatifs OSMOSE ou PENTOX. Conservez ce guide pratique pour vous y référer au besoin:

**Pour traiter
LE BOIS VERT
AU CHANTIER
exigez
OSMOSE**



Traitant des dormants avec "Osmose"

"OSMOSE" appliqué sur le bois vert, au chantier par trempage ou par baignage a prouvé son efficacité pour la protection des poteaux, piquets, glissoirs, charpentes de pont, traverses, bacs, barrages, etc.

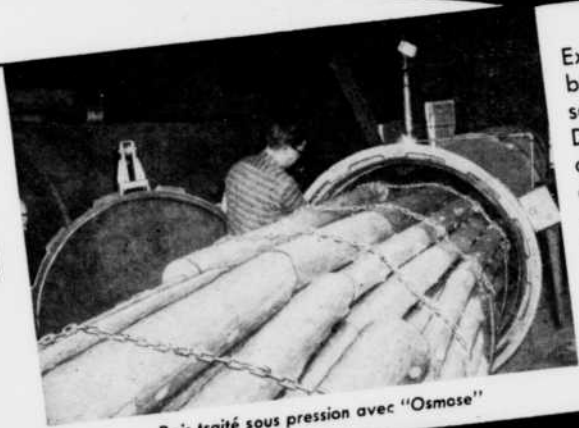
**Pour traiter
LE BOIS SEC
AU CHANTIER
OU À L'USINE
exigez
PENTOX**



Traitant des chassis avec "Pentox"

Préservatif toxique pénétrant et faisant bouche-pores pour bois sec. S'applique au pinceau ou par trempage; vous pouvez commander votre bois déjà traité à votre marchand. Idéal pour charpentes lamellées, revêtements extérieurs en bois, clôtures, quais, traverses de poteaux, travaux de menuiserie, etc. . . . , et tout ouvrage extérieur en bois. Répond aux normes CSA No 0132.1.

**Pour
les ouvrages en
BOIS TRAITÉS
SOUS PRESSION
exigez les bois
traités à
L'OSMOSE**



Bois traité sous pression avec "Osmose"

Exigez-les partout où du bois de construction traité sous pression est indiqué. De nombreux marchands ont en stock du bois de construction traité de dimensions ordinaires. Le bois traité sous pression à l'"OSMOSE" est propre et apte à recevoir la peinture; il est ignifuge. Répond aux normes CSA.

25 ANS D'EXPÉRIENCE DANS LA PRÉSERVATION DU BOIS

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



Anaconda

produit l'assortiment
le plus complet de
cuivre et d'alliages de cuivre au
Canada, sous forme de feuilles,
bandes, tubes, barres, fils spéciaux
et profilés extrudés. ■ Pour de plus
amples renseignements, écrivez
à: Anaconda American Brass
Limited, New Toronto, Ontario.
Bureaux de ventes: Québec,
Montréal, Calgary et Vancouver.

ANACONDA

C-6204-F

SYMBOLE DE PUISSANCE

POUR AUJOURD'HUI ET POUR DEMAIN

Partout où il y a de l'électricité, il y a de la vie: miracle de prévoyance et de génie humains. Elle fait naître des industries, accroît le confort du foyer et ouvre au progrès des horizons nouveaux.

Indispensable à la réalisation de ces merveilles, le pylône qui supporte une ligne de transport d'énergie est un symbole de puissance, d'abondance et de foi en l'avenir.

La compagnie Shawinigan joue un rôle important dans la marche en avant que permet l'énergie électrique. En assurant le service à plus de 250,000 usagers — particuliers, commerces, industries — elle appuie solidement l'essor du Québec. Grâce à l'électricité, jointe aux meilleurs techniques et à la compétence de la main-d'oeuvre, les produits de notre province se vendent aux quatre coins du monde.

PRODUITS CHIMIQUES • GÉNIE
The Shawinigan
WATER AND POWER CO.
ÉNERGIE ÉLECTRIQUE


compagnies associées et filiales



De retour pour la mille et unième fois

Les barils à bière constituent un exemple parfait des améliorations que peut apporter dans nombre de domaines l'acier inoxydable Atlas. En dépit de voyages innombrables, d'un usage brutal et de lavages répétés, les barils d'acier inoxydable sont pratiquement indestructibles. Sur les trois millions de ces barils actuellement en service, seulement .5% ont nécessité des réparations. Nombre de grandes industries canadiennes ont résolu leurs problèmes de conception et de production grâce à l'acier inoxydable d'Atlas.

L'acier inoxydable est d'utilisation facile. Il n'est

pas besoin de laisser de jeu pour obvier à la corrosion, car la corrosion ne se produit pas. Et l'acier inoxydable ne requiert ni peinture ni placage. Nombre d'opérations peuvent être éliminées.

Au Canada, le plus grand producteur d'acier inoxydable et la compagnie la mieux outillée pour vous servir, c'est Atlas. Pour tous renseignements au sujet de l'acier inoxydable ou des aciers spéciaux, veuillez communiquer avec votre représentant Atlas.

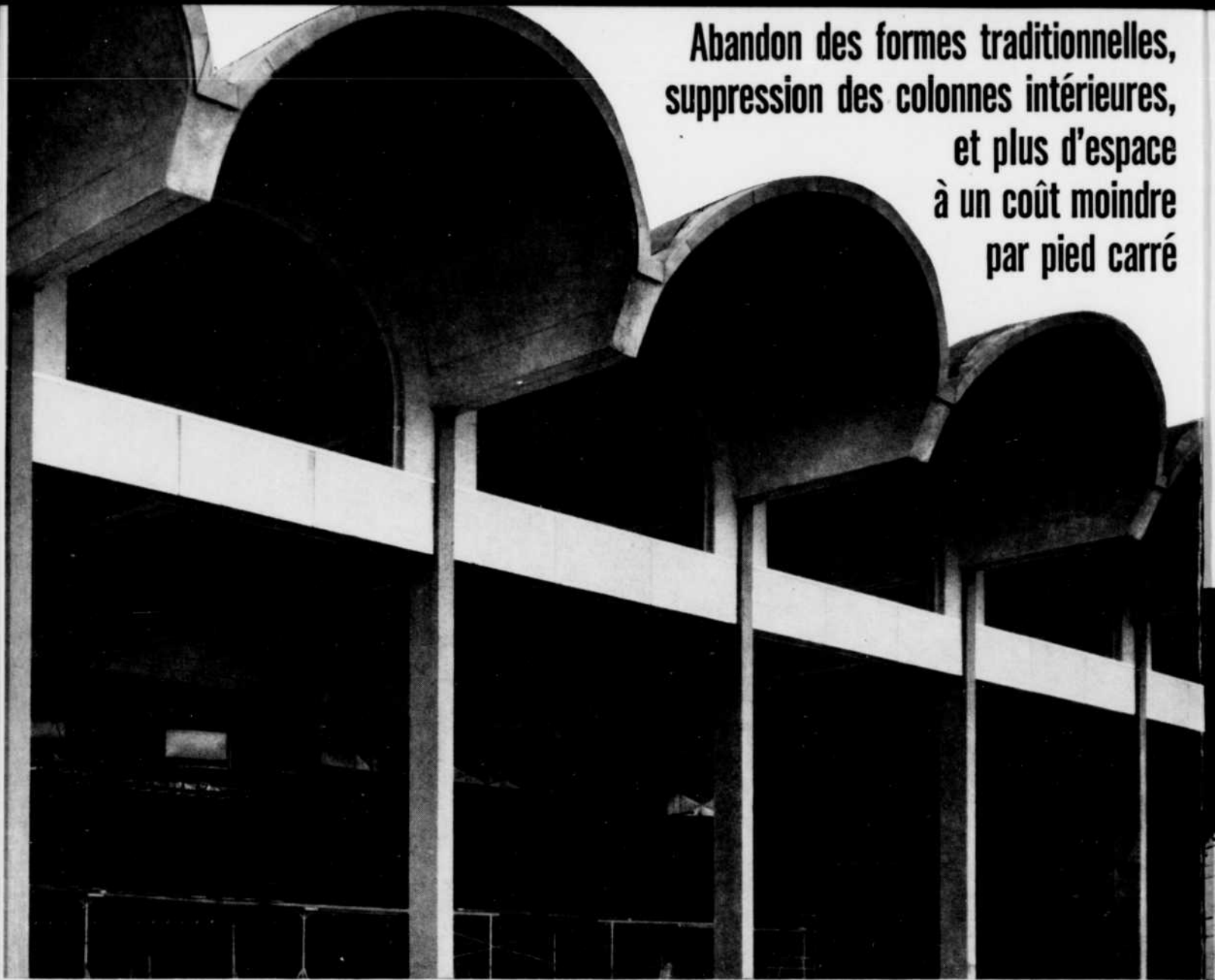
**ATLAS
STEELS**

ATLASSTEELS LIMITED, WELLAND, ONTARIO. Entrepôts: Montréal • Toronto • Hamilton • Windsor • Winnipeg • Vancouver. Représentants: London • St. Catharines • North Bay

L'INGÉNIEUR

PRINTEMPS 1962 — 7

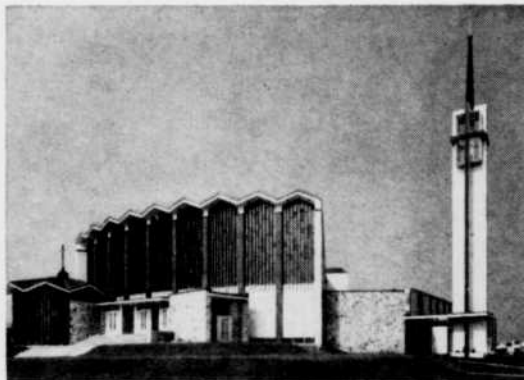
Abandon des formes traditionnelles,
suppression des colonnes intérieures,
et plus d'espace
à un coût moindre
par pied carré



Sections du toit cintré à voiles minces en béton préfabriqué, pendant la construction du nouveau magasin Steinberg, au centre d'achats Riverside, de Eastview, Ontario. Architectes: **Dawson & Baker**, Montréal. Ingénieur-conseil: **Dr. Félix M. Kraus**, Montréal. Fabricants des voûtes en béton préfabriqué: **Hochelaga Precast Structures, Ltd.**, Montréal. Entrepreneurs généraux: **Beta Construction Ltd.**, Montréal, et **Geo. A. Crain & Sons Ltd.**, Ottawa.



Intérieur du gymnase de l'école Samuel de Champlain, Ville Jacques-Cartier, P.Q. Architecte: **René Richard**, Hull, P.Q. Architecte associé: **Maurice Gauthier**, Montréal. Ingénieurs en structures: **Bourgeois & Martineau**, Montréal. Entrepreneur général: **Conrad Forget, Inc.**, St-Jovite, P.Q.



Centre Marial Montfortain, Montréal. Architectes: **Roux, Morin & Langlois**. Ingénieurs en structures: **Jean F. Gagnon & Associés, Inc.** Entrepreneurs généraux: **Desourdy Construction Ltée.**



Le pavillon Queen Elizabeth au terrain de l'exposition de Toronto. Architectes: **Page & Steele**. Ingénieurs-conseils: **Hooper & Yolles**. Entrepreneurs généraux: **Hughes Construction Company Ltd.**

CIMENT CANADA

TOITS CINTRÉS EN BÉTON



Institut de Technologie Laval, Montréal. Architectes: **Dufresne & Bouvra**. Entrepreneurs généraux: **Collet Frères Ltée**, Montréal. Ingénieurs en structures: **Beaulieu, Trudeau & Associés**.

Les audacieuses formes curvilignes, maintenant réalisables grâce à l'introduction du cintre en béton, ont vite stimulé l'imagination des architectes et du public. Voici quelques exemples qui donnent une idée de la façon dont on a tiré parti de la solidité et de la malléabilité du béton pour l'adapter à de nouvelles conceptions architecturales ultra-modernes telles que toits voûtés, cylindriques, "plissés", et en paraboloides hyperboliques. Vous serez également impressionné par l'économie d'espace, de matériaux et d'argent que vous pourrez souvent réaliser en coiffant de toits cintrés en béton un grand nombre d'immeubles industriels, commerciaux et publics. Pour recevoir de la documentation sur ce sujet, veuillez utiliser le triangle pointillé ci-contre.



Église Saint-Bernardin-de-Sienne, Ville Saint-Michel, Montréal. Architectes: **Duplessis, Labelle & Derome**. Ingénieurs-conseils: **Beaulieu, Trudeau & Associés**. Entrepreneurs généraux: **J. H. Dupuis Ltée**.



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

**Veillez
m'envoyer
vos brochures:**

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

HARNACHEMENT DE

l'Hydro-Québec construit la plus vaste entreprise hydro-électrique du Canada aux Rivières Manicouagan-aux Outardes

Hommes, équipement et explosifs travaillent depuis près de deux ans à une entreprise de \$2 milliards qui répondra aux besoins en électricité du Québec pour les 10 ou 12 prochaines années. Cette entreprise consiste à harnacher les fougueuses rivières Manicouagan et aux Outardes dans le nord du Québec.

Les ingénieurs de l'Hydro-Québec et les entrepreneurs ont véritablement accompli des exploits si l'on considère le temps limité et les gigantesques problèmes que pose le dur granit des Laurentides. Grâce à des méthodes de forage et de sautage utilisées pour la première fois au Canada, on a réussi à percer 4,400 pieds de tunnels jumeaux de dérivation, un mois avant la date limite. La méthode de forage avec échelles et la technique de sautage périmétrique au moyen de XACTEX ont permis de terminer ces travaux avec rapidité, économie et efficacité.

Pour la construction des voies d'accès, il faudra dynamiter et déblayer près d'un million de verges cubes de roc. Une méthode unique de chargement, mise au point par le Service technique de la C-I-L avec le concours de l'entrepreneur a considérablement réduit les travaux de forage et par conséquent, a permis de réaliser d'importantes économies sur le coût total des travaux d'excavation. Au moyen de FORCITE

75% et de CILGEL-B 70%, cette technique a permis d'agrandir de 50% les plans de forage, tout en désintégrant la masse en morceaux transportables.

Les explosifs jouent également un rôle important dans la construction d'une glissoire pour billots d'une largeur de 15 pieds et dans l'extraction de 60,000 verges cubes de pierre concassée devant servir à la construction d'un brise-lames qui améliorera les installations portuaires de Baie Comeau.

Au total, il aura fallu faire sauter près de cinq millions de verges cubes de roc afin de terminer cette entreprise. Du premier au dernier sautage, des représentants du Service des Ventes des Explosifs et du Service technique de la C-I-L prêteront leur concours aux équipes de l'Hydro-Québec et des entrepreneurs. Canadian Industries Limited, B.P. 10, Montréal, P.Q.

Explosifs 

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



On a fait sauter deux bouchons de roc qui retenaient les eaux de la Manicouagan pendant la construction des tunnels de dérivation au moyen de 14,000 livres d'explosifs brisants C-I-L. Les tunnels étaient prêts pour l'Hydro-Québec un mois avant la date limite.

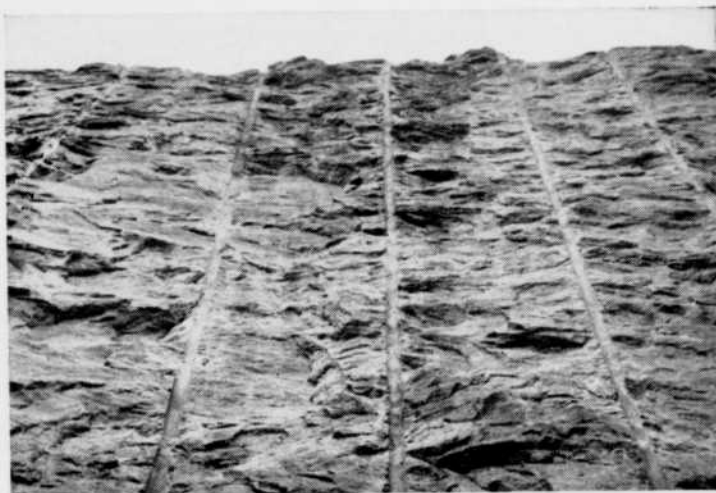
6 MILLIONS DE H.P.



Esquisse de l'établissement No 5, une fois terminé. Ce barrage de 600 pieds d'épaisseur à la partie centrale de sa base, requerra près de 2,5 millions de verges cubes de béton et créera un réservoir de 800 milles carrés.

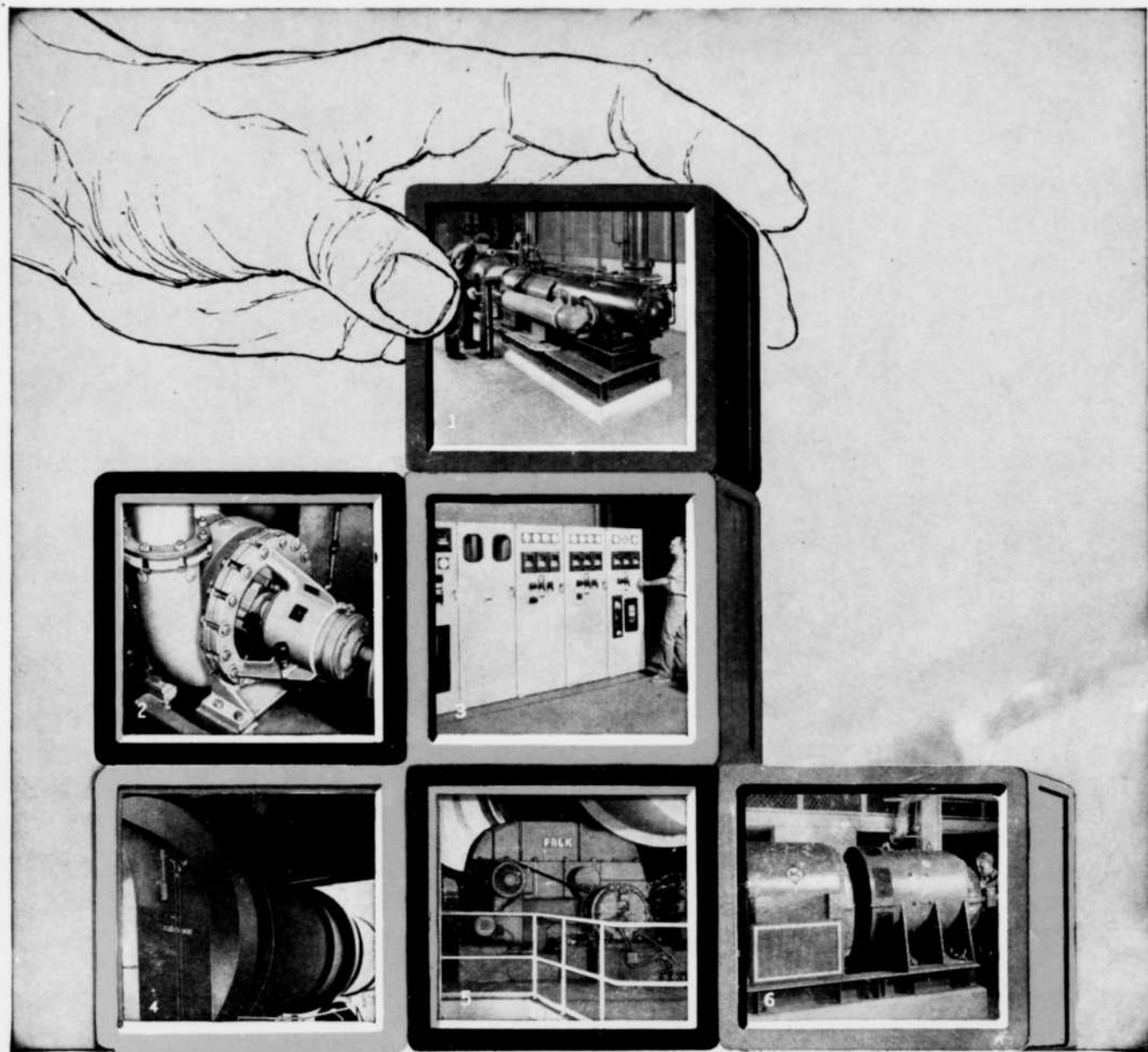


Intérieur d'un des deux tunnels de 2,200' de longueur sur 47' de diamètre, construits pour détourner la rivière Manicouagan du barrage principal durant la construction. Le sautage périmétrique au XACTEX a permis d'obtenir des parois lisses et uniformes pour les murs et la voûte du tunnel.



La méthode de sautage par découpage préalable, mise au point par les Explosifs C-I-L, a servi à la construction des voies d'accès. Cette méthode réduit considérablement l'écaillage, même dans le roc instable et donne des parois très lisses.

CANADIAN ALLIS-CHALMERS



1. Compresseurs 2. Pompes 3. Appareils de manoeuvre électrique 4. Fours rotatifs
5. Réducteurs Falk et transmissions à courroie en V "Texrope" 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

FA
CLIE
Cité
LOCA
Trois
INGÉ
M. G
INGÉ
ASSO
L. W
TYPE
Pont
NOM
84 P
46 P
CHA
60 t
LON
20'
83'

D
D

SABLE
MOYEN
TRACES

SABLE
UNIFORM
TRACE

SABLE
TRACE

SABLE
TRACE

ARGIL
LIMON

FAITS DIVERS FRANKI

CLIENT :

Cité de Trois-Rivières

LOCATION :

Trois-Rivières

INGÉNIEURS-CONSEILS :

M. G. Vezina

INGÉNIEURS-CONSEILS

ASSOCIÉS :

L. Warycha & C. Skotcky

TYPE DE STRUCTURE :

Pont

NOMBRE D'UNITÉS :

84 Pieux Tubés avec bases Franki

46 Pieux Tubés

CHARGES PORTANTES :

60 tonnes

LONGUEUR DES PIEUX :

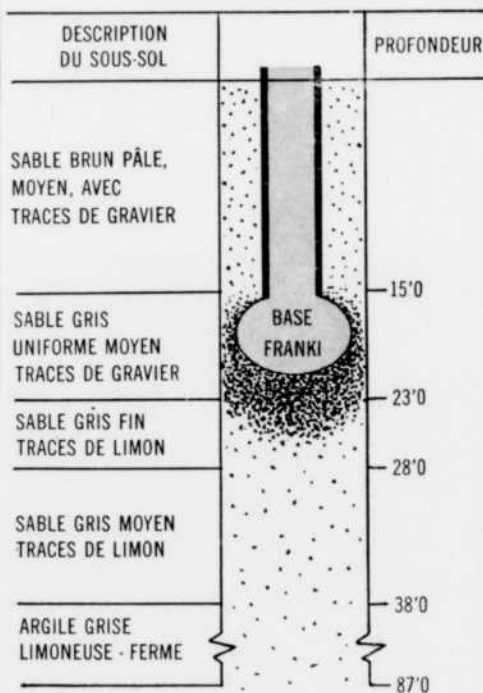
20' Pieux Tubés avec bases Franki

83' Pieux Tubés.



Pieux Franki résistent aux efforts latéraux et longitudinaux

PROTOCOLE DE SONDAGE



REFUS - MORAINÉ GLACIÈRE

Problème

Des variations assez sensibles dans la densité des couches de sable et d'argile nécessitaient des pieux prenant leur charge à la pointe.

En plus, chaque pile devait résister à des efforts latéraux de 110 kips et longitudinaux de 64 kips.

L'implantation des pieux devait se faire en hiver et devait être complétée avant le dégel et le mouvement des glaces.

Solution

La proposition Franki fut acceptée parce qu'elle offrait toutes les garanties de sécurité demandées par les ingénieurs-conseils ainsi qu'une économie importante dans le coût de ce projet.

Les culées et la pile dans le chenal le plus profond reposent sur 46 pieux tubés de 12" de diamètre dont les parois ont une épaisseur de 1/4"; ces pieux sont foncés jusqu'au refus et ont une longueur moyenne de 83'.

Les six autres piles reposent sur 84 pieux tubés de 12" de diamètre avec parois de 1/2"; ces pieux ont une longueur moyenne de 20' et reposent à leur extrémité inférieure sur une base Franki dans le sable. L'exécution des bases Franki consiste à forger du béton d'affaissement nul dans le sable jusqu'à ce que la résistance requise ait atteint un minimum de coups de marteau pour garantir une charge de service de 60 tonnes.

Un essai de charge de 120 tonnes a donné un tassement net de 0.340". Pour résister aux efforts latéraux et longitudinaux la majorité des pieux furent foncés avec une inclinaison de 10°.

L'emploi de 4 petites machines ne pesant qu'une tonne chacune a permis l'exécution rapide de ce projet, en travaillant sur la glace tel que prévu.



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

FRANKI

OF CANADA LIMITED

Siège Social, 187 BOULEVARD GRAHAM, MONTREAL 16, P.Q.

QUÉBEC • OTTAWA • TORONTO • EDMONTON • VANCOUVER

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)

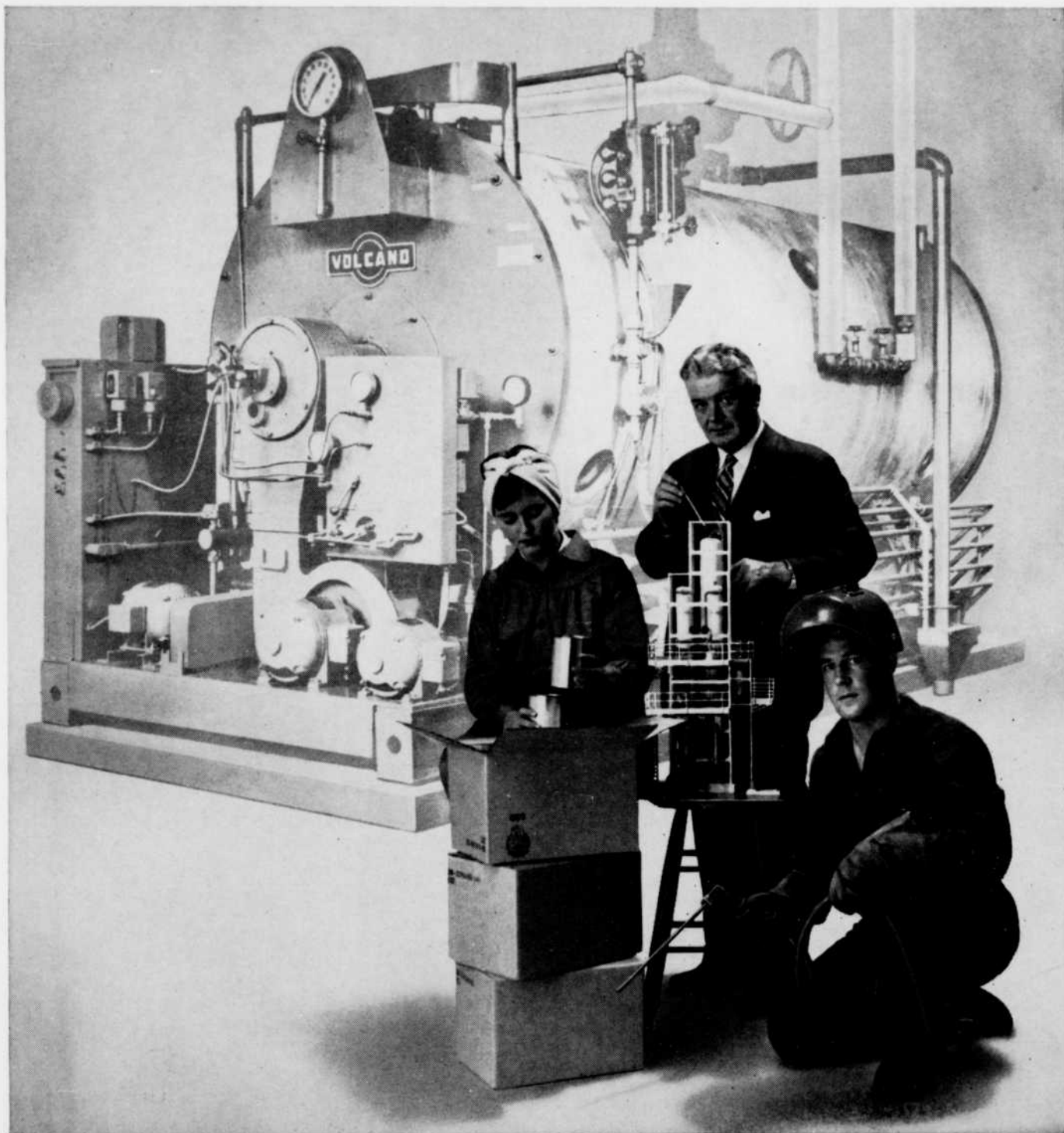
L'expérience de la maison Volcano est la garantie de satisfaction qu'on recherche quand vient le temps de choisir des appareils de chauffage automatiques. Le rendement des chaudières Volcano installées dans des usines et immeubles de tous genres résulte, de fait, de la supériorité acquise par cette compagnie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

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

est complet, prêt à être raccordé. Des techniques perfectionnées assurent un rendement sûr, efficace et économique, année après année. Vous pouvez en outre faire appel à nos spécialistes pour l'étude de tous vos besoins en chauffage. Communiquez avec le distributeur Volcano de votre localité. Les CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES "STARFIRE" — appareils de 5 à 500 c.v., à l'huile, au gaz ou combinés.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

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



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

Le long du boulevard Dorchester de Montréal, les nouveaux gratte-ciel et les bobines de câble Pirelli sont un spectacle familier. Le centre électrique de cette agglomération d'édifices commerciaux, est la plus grande sous-station souterraine au monde, construite par l'Hydro-Québec à l'arrière de ses nouveaux quartiers-généraux. Les câbles Pirelli à l'huile fluide constitueront une partie essentielle du circuit alimentant cette sous-station souterraine. De cette sous-station d'autres circuits se propagent aux sous-sols des gratte-ciel et aux étages les plus élevés pour alimenter les moteurs d'ascenseurs, les systèmes d'air climatisé, le chauffage et l'éclairage. Des circuits primaires de 120,000 volt jusqu'aux fils domestiques, les câbles Pirelli seront une partie intégrale des réseaux électriques du boulevard Dorchester.

Sur l'avenue des gratte-ciel de Montréal ... les câbles

PIRELLI



- 1 Banque de Commerce Canadienne Impériale
- 2 L'édifice Sun Life
- 3 Banque Royale (Place Ville Marie)
- 4 Hydro-Québec
- 5 La maison C-I-L
- 6 L'édifice du Bell téléphone
- 7 L'édifice des bureaux du Canadien National
- 8 L'Hôtel Reine Elizabeth
- 9 La Cathédrale St-Jacques
- 10 L'Hôtel Laurentien



PIRELLI

cables, conduits limited

Bureau Chef et Usines: ST-JEAN, QUÉ.

Bureaux de vente:
MONTRÉAL • TORONTO • VANCOUVER



INSTALLATION D'UN CÂBLE DE 69 KV À QUÉBEC

par

GASTON GALIBOIS

*Ingénieur responsable des projets
de construction*

Compagnie Quebec Power, Québec

Présenté à la conférence technique régionale de l'Institut
Canadien des Ingénieurs, le 3 novembre 1961.

L'étude, la fabrication, l'installation et l'exploitation des câbles électriques mettent à profit l'apport des différentes disciplines de la science et du génie. Cet apport est particulièrement remarquable dans le domaine des câbles haute-tension modernes où une connaissance plus approfondie des caractéristiques des métaux et des isolants, alliée à la mise au point de procédés de fabrication et d'installation des plus ingénieux, ont permis une réduction sensible de leur coût et leur assure une performance de plus en plus sûre. Qu'il suffise de mentionner que les probabilités de défaut sur les câbles haute-tension de réalisation récente sont moins de un défaut par année par 100 milles de câble.

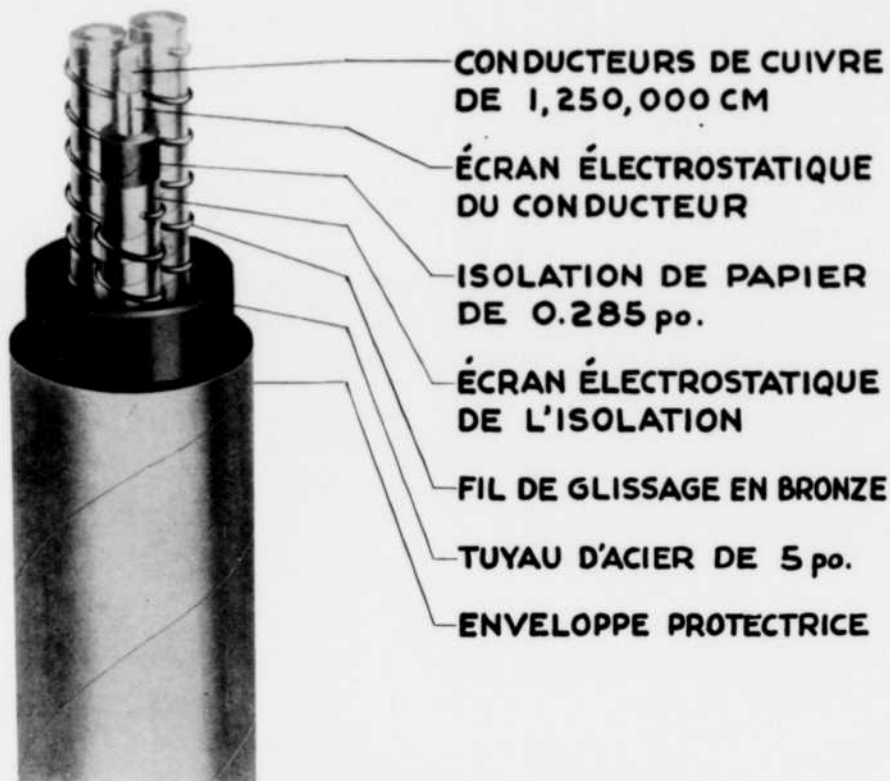
Tout câble haute-tension consiste essentiellement en un ou plusieurs conducteurs entourés d'un isolant et placés sous une gaine métallique. Le seul isolant qui soit utilisé présentement de façon commerciale est le papier imprégné d'huile. Étant donné que le passage d'un courant dans le conducteur produit un dégage-

ment de chaleur dans sa masse et que, dans les conditions usuelles d'exploitation, l'intensité de courant varie de façon périodique au cours d'une journée suivant les fluctuations de charge, il s'ensuit une variation continue du volume du conducteur, de l'isolant et de la gaine. Il faut empêcher toute formation de poches gazeuses à l'intérieur de l'isolant due aux différences de dilatation et de contraction entre l'isolant et la gaine, car sous l'action du champ électrique intense qui règne dans l'isolant, ces bulles gazeuses s'ioniseront et produiront de l'ozone et des composés nitrés qui détérioreront progressivement l'isolant et amèneront la destruction du câble. Pour prévenir la formation de poches gazeuses, l'on doit prévoir, dans un câble haute-tension, un coussin de gaz inerte ou d'huile qui compensera cette inégalité de dilatation et maintiendra constamment une pression positive sur l'isolant. Dans les câbles à pression d'huile, qui connaissent une grande faveur sur le continent nord-américain, on assure une

imprégnation parfaite de l'isolant à toute température par une circulation d'huile très fluide le long du câble; la pression d'huile y est maintenue au moyen de réservoirs d'expansion sous pression ou au moyen de pompes à l'huile.

L'ingénieur qui étudie un projet de câble haute-tension ne doit donc pas tenir compte exclusivement des problèmes d'ordre électrique, mais doit examiner également, du point de vue thermique, mécanique et même hydraulique, le comportement des éléments du câble. Il fera appel à la physique pour connaître de façon précise les phénomènes électriques en jeu ainsi que les propriétés des isolants telle que leur rigidité diélectrique sous différentes valeurs de température et de pression, afin d'arriver à une utilisation rationnelle des différents matériaux.

La chimie mettra à sa disposition des papiers et des huiles de plus en plus durs et stables et assurera un contrôle rigoureux du produit au cours des différentes étapes de la fabrication. Les



1 — Éléments constitutifs du câble de 69 KV.

métallurgistes joueront un rôle prépondérant dans le choix et la fabrication de métaux conducteurs à haute conductivité électrique et d'alliages pour les gaines protectrices et les armatures. L'ingénieur-mécanicien mettra au point la machinerie complexe requise pour la fabrication des câbles comprenant entre autres, les filières, tréfileuses, câbleuses, fours de recuit, machines à enrubanner, autoclaves de séchage et d'imprégnation, presses au plomb et machines à armer. L'étude de la mécanique des sols lui enseignera le mécanisme de la conduction de la chaleur dans les sols et lui permettra de choisir des matériaux de remplissage qui faciliteront l'évacuation de la chaleur dégagée dans le câble enfoui afin de pouvoir en utiliser sa pleine capacité. Enfin, la construction des conduites enrobées de béton, des chambres de jonction, des traversées sous les voies ferrées et les rivières mettra à profit la contribution de l'ingé-

nier civil. C'est donc dire que les installations modernes de câbles haute-tension sont le résultat des efforts conjugués d'un grand nombre de chercheurs et de praticiens appartenant à des disciplines différentes.

L'addition d'un câble haute-tension au réseau de la Compagnie Québec Power dans la ville de Québec marque la deuxième étape de la réalisation d'un plan d'ensemble conçu depuis quelques années déjà, en vue de doter le cœur de la ville d'un réseau d'alimentation qui puisse à la fois offrir les garanties d'un service meilleur et répondre aux besoins grandissants d'énergie dans cette région. La première étape, réalisée en 1956, comportait l'établissement d'un poste de transformation de type extérieur des plus modernes à la sous-station de la rue de la Reine, poste conçu pour transformer une puissance ultime de 200,000 kVA. Le plan directeur prévoyait également la construction éventuelle

de trois nouveaux circuits de 66,000 volts pouvant amener chacun une puissance de 100,000 kVA au nouveau poste. L'alimentation normale serait confiée à deux de ces circuits tandis que le troisième assurerait la relève en cas d'urgence.

Les deux lignes de transmission aériennes qui ont alimenté jusqu'à maintenant la sous-station de la rue de la Reine, à partir de la station terminus de la Compagnie Shawinigan Water and Power, près du parc de l'Exposition, n'ont qu'une capacité limitée et ne peuvent continuer à porter la charge accrue desservie par cette sous-station. De plus, à cause de leur type de construction et du trajet qu'elles empruntent, elles sont particulièrement exposées aux dangers d'avarie. Il ne pouvait être question de renforcer ces circuits : il fallait repartir à neuf.

La première possibilité mise à l'étude fut celle d'une nouvelle ligne aérienne sur pylônes d'acier. Cependant, à cause de la grande congestion dans les quartiers situés de part et d'autre de la rivière St-Charles, cette solution ne pouvait être de tout repos et nous avons dû la rejeter : seule la solution souterraine, plus coûteuse, s'imposait alors. Le circuit, étant souterrain, pouvait emprunter la voie publique, et être ainsi beaucoup plus court (2 1/2 milles au lieu de 4 milles pour la ligne aérienne) et moins vulnérable.

Ce projet du premier câble haute-tension de notre réseau a été l'objet d'une étude très poussée afin d'établir rigoureusement quelles seront les conditions d'exploitation du câble, d'approfondir les particularités de conception, de fabrication et d'exploitation des principaux types de câbles disponibles et, enfin, de connaître le point de vue des fabricants et des exploitants sur ces diffé-

rents types. Afin de déterminer de façon rationnelle le calibre du câble, il a fallu évaluer aussi exactement que possible les variations à la fois saisonnières et journalières de la charge à transporter, de la température ambiante du sol et de la résistivité thermique du sol. L'analyse des caractéristiques de la charge a permis de fixer la valeur du facteur de charge quotidien (daily load factor) à 70%. La variation saisonnière de la température moyenne du sol à la profondeur d'enfouissement du câble de 4 1/2 pieds a pu être évaluée en se basant sur des rapports publiés par le Conseil National des Recherches. À cette profondeur, le sol atteint une température de près de 3° centigrade en février et d'environ 22° C. en août et septembre. D'après la nature du sol et de son degré d'humidité, la valeur de la résistivité thermique du sol a été fixée à 90 ohms thermiques. Des mesures effectuées subséquemment à l'aiguille thermique le long du parcours du câble ont confirmé que cette valeur était juste.

À partir de ces données et en tenant compte que deux câbles portant leur pleine intensité nominale de 875 ampères seraient placés dans une même tranchée, l'on a pu calculer, par la méthode de Nehre et McGrath, que le calibre des conducteurs devrait être de 1,250,000 circular mils (correspondant à un diamètre d'environ 1.3 pouce), pour que la température maximum de l'isolation ne dépasse en aucun temps la valeur admissible de 80° C. (ou 176° F.).

Trois manufacturiers canadiens et deux anglais ont soumis plus de trente propositions. Deux types principaux de câble étaient offerts: un premier comprenant trois câbles unipolaires sous gaine de plomb ou d'aluminium placés dans trois conduites d'amianté enrobées de béton, et un second



2 — Les sections de tuyaux doivent être jointes au moyen d'une soudure parfaitement étanche.

type dans lequel les trois conducteurs dépourvus de gaine sont placés à l'intérieur d'un tuyau d'acier unique rempli d'huile.

Dans le cas des câbles unipolaires, un canal est aménagé dans l'âme du conducteur afin de permettre la libre circulation de l'huile et assurer en tout temps l'imprégnation parfaite de l'isolant. Ce canal est mis en communication avec des réservoirs d'expansion disposés le long du câble et qui maintiennent une faible pression d'huile, de l'ordre de quelques livres par pouce carré. La fabrication de tels câbles doit être exécutée avec grand soin: le conducteur isolé est recouvert de sa gaine de plomb puis l'isolant est desséché et imprégné et, grâce à la présence du canal central, il est possible d'éliminer toute présence de bulles gazeuses ou d'espaces vides. À partir de ce moment, le câble doit être maintenu constamment sous une pression d'huile, même durant sa pose. À cause du procédé de fabrication même, et de la tension électrique induite sous charge dans la gaine de ces câbles unipolaires, leur longueur est limitée à environ 1,000 pieds. Un circuit complet comportera donc un

grand nombre de joints et d'accessoires.

Dans le cas d'un câble tripolaire sous tuyau d'acier, le procédé de fabrication est plus simple du fait que l'imprégnation de l'isolant se fait sans gaine, dans la masse, et qu'il n'est pas nécessaire d'éliminer entièrement la présence des bulles gazeuses. En effet, dans ces câbles, on recule le gradient d'ionisation de l'isolant et de ses bulles gazeuses en augmentant la pression d'huile à des valeurs qui peuvent atteindre les 200 livres par pouce carré. Ce type de câble mis au point aux États-Unis comporte un seul réservoir d'expansion ainsi qu'un seul jeu de pompes et de valves de détente qui maintiennent la pression d'huile à une valeur à peu près constante. Lorsque le câble s'échauffe, la pression d'huile augmente, les valves de détente s'ouvrent et l'huile s'écoule dans le réservoir; lorsqu'il se refroidit, la pression dans le tuyau diminue et alors la pompe entre en action pour refouler l'huile à nouveau dans le tuyau. Ce câble peut être réalisé avec un nombre moindre de joints, car la seule limite à la longueur des différentes sections est la tension



3 — Creusage de la tranchée.

mécanique que doivent supporter les conducteurs par suite du frottement contre le tuyau lors du tirage.

Nous avons arrêté notre choix sur ce dernier type car, du fait de la flexibilité du tuyau, son installation est plus facile, particulièrement dans nos rues étroites et congestionnées; comportant moins de joints et d'accessoires, il exige moins d'entretien et de surveillance tout en offrant une très grande sécurité de service. Il ne

présente aucun des problèmes de mouvement de câble dans les chambres de jonction que l'on rencontre dans les câbles unipolaires. Enfin, le tuyau d'acier assure aux conducteurs une plus grande protection contre le choc des outils de fouille et les tassements de terrain. On doit cependant admettre que dans le cas d'avarie, les réparations sont plus longues et coûteuses. Actuellement, la tendance américaine indique une préférence marquée pour ce type de câble.

Étant donné qu'il faudra installer un deuxième circuit de même puissance dans quelques années, il a été décidé de placer immédiatement dans la même tranchée un deuxième tuyau, celui-ci vide. Le contrat pour la fabrication et la pose du câble a été accordé à la Compagnie Northern Electric de Montréal. Le projet dans son ensemble a comporté une dépense de l'ordre d'un demi-million de dollars.

Un parcours très court présentant un minimum d'obstacles a pu être choisi après un relevé précis des ouvrages souterrains existants et en tenant compte, après consultation avec les autorités provinciale et municipale et les compagnies de chemins de fer et de téléphone, des projets futurs de ces organisations. L'installation du câble a pu être faite à très bon compte car plus de 80% du trajet était situé soit dans des champs, soit sur un terrain de stationnement. Le câble, d'une longueur totale de 2 1/2 milles a pour point de départ la station terminus de la Compagnie Shawinigan Water and Power; il longe le nouveau boulevard Laurentien, traverse l'intersection projetée des voies étagées du boulevard Hamel, suit l'emprise d'une future rue, franchit le canal de dérivation de la rivière St-Charles, passe près du stade municipal, longe la limite du terrain de stationnement du parc Victoria, emprunte ensuite les rues Gignac, de la Couronne et Prince-Édouard jusqu'à la sous-station de la rue de la Reine.

Le câble comporte trois conducteurs de cuivre, isolés, placés à l'intérieur d'un tuyau d'acier de cinq pouces de diamètre et d'un quart de pouce d'épaisseur. Chaque conducteur est lui-même constitué d'un grand nombre de torons formant quatre secteurs compacts isolés les uns des autres afin de réduire l'effet pellicu-

laire. Chaque conducteur, produit en longueur de 3,000 à 3,500 pieds, est tout d'abord recouvert de deux papiers métallisés, puis reçoit son isolation qui est constituée de bandelettes de papier très pur de 5 millièmes de pouce d'épaisseur enroulées en hélice, en plusieurs couches, pour former une épaisseur totale d'isolation de 285 millièmes de pouce (soit un peu moins d'un tiers de pouce pour un câble de 69 kV). L'isolation est elle-même recouverte d'un papier métallisé afin d'obtenir une répartition purement radiale du champ électrique et d'éliminer toute composante tangentielle qui affaiblirait l'isolation. Afin de protéger le câble contre l'humidité lors de sa pose, l'on applique également un ruban de plastique imperméable (Mylar) enroulé en hélice ainsi qu'une protection mécanique constituée d'un ruban de bronze. Finalement, un fil de bronze est disposé en spirale autour de chacun des conducteurs afin que ceux-ci puissent glisser facilement dans le tuyau lors de l'installation. Toutes ces opérations d'enrubannage s'effectuent dans une salle où la chaleur et l'humidité sont rigoureusement contrôlées.

Les conducteurs ainsi isolés sont ensuite placés dans une cuve d'imprégnation où le papier est desséché à haute température sous un vide très poussé afin d'enlever complètement l'humidité et l'air emprisonnés, puis imprégné d'huile sous pression et à chaud. L'huile servant à l'imprégnation a été soigneusement séchée et débarrassée des gaz en solution en la faisant passer dans un dégazéificateur qui l'oblige à s'écouler dans le vide en lames minces. Les conducteurs sont enroulés séparément sur d'immenses bobines et chaque bobine est hermétiquement scellée et maintenue sous une pression d'azote afin de mettre tout conducteur à l'abri de l'humidité jusqu'au moment de la pose du câble.

Avant de procéder à l'installation du câble, nous avons fait un relevé de la résistivité thermique du sol le long du parcours du câble au moyen d'une aiguille thermique spécialement conçue à cette fin. Ce relevé nous a permis de déceler que le parcours du câble comprenait des terrains de remplissage récent, comportant surtout des cendres et des déchets dont la résistivité thermique était fort élevée. L'aiguille thermique a également permis de comparer les valeurs de conductivité thermique de sables provenant de différentes sources afin de choisir des matériaux de remplissage qui pourraient assurer une bonne dissipation de la chaleur produite dans le câble.

La première étape dans la pose du câble consiste dans l'installation du tuyau. Il faut tout d'abord briser le trottoir ou le pavage au moyen d'une machine qui coupe le béton ou l'asphalte en laissant tomber, de façon répétée, un couteau très lourd et qui agit un peu

à la manière d'une guillotine. L'excavation se poursuit au moyen de pelles mécaniques très flexibles, à commande souple permettant de creuser une tranchée de largeur et de profondeur très uniformes. L'on a cru qu'en enfouissant le tuyau à une profondeur de 4 1/2 pieds, on s'assurerait d'une plus grande protection contre les outils de fouille et que l'on rejoindrait des couches de terre de plus grande humidité, ce qui faciliterait l'évacuation de la chaleur.

Le tuyau, en longueurs de quarante pieds, est amené à pied d'oeuvre, chaque longueur ayant reçu à l'usine une couche protectrice constituée de feutre d'amiante, de ruban de fibre de verre et de goudron afin d'en protéger le métal contre la rouille et la corrosion. Les sections de tuyau sont ensuite soudées les unes aux autres afin d'assurer l'étanchéité du tuyau. Il va sans dire que ces soudures doivent être exécutées avec grand soin, car si l'humidité



4 — On procède à la photographie par rayons Gamma de chacune des soudures afin de s'assurer qu'elles sont sans défaut.

parvenait à s'introduire dans le tuyau, ne serait-ce qu'en un point, l'isolation du câble serait avariée et le câble deviendrait défectueux. Pour s'assurer que ces soudures soient parfaites, on les photographie une à une au moyen de rayons X ou de rayons Gamma. Dans notre installation, l'isotope 192 de l'iridium a servi de source de rayons Gamma.

L'examen soigneux de la plaque photographique permet de déceler tout défaut et toute faille dans la soudure. Avant de déposer le tuyau dans la tranchée, l'on applique une tension de 15,000 volts à l'enveloppe protectrice afin de s'assurer qu'elle n'a pas été endommagée. Le tuyau est ensuite déposé sur un lit de sable de quatre pouces au fond de la tranchée, puis il est recouvert de sable. En utilisant du sable, on s'assure ainsi qu'aucune pierre ne sera en contact avec la couche protectrice du tuyau. On remplit ensuite la tranchée avec les matériaux d'excavation ou de la terre quelconque.

Dans les cas où les mesures à l'aiguille thermique ont indiqué que la dissipation de chaleur serait mauvaise, la tranchée a été élargie et ensuite comblée avec un sable de basse résistivité thermique. Ainsi, dans la portion située près du Parc Victoria, il a fallu rejeter une bonne partie des matériaux excavés qui contenaient surtout des cendres.

Afin de diminuer autant que possible les méfaits résultant de tassements de terrain et afin d'obtenir autour du tuyau un sol compact de faible résistivité thermique, tout remplissage a été soigneusement foulé au moyen d'un vibreur mécanique.

La traversée de la rivière St-Charles a présenté certains problèmes particuliers. Ainsi, afin de conserver au tuyau une pente convenable sur les deux rives et d'enfourer celui-ci dans une tranchée de quatre pieds de profon-



5 — Pour la portion de la traversée de la rivière, le tuyau reçoit une couche protectrice de béton.

deur dans le lit de la rivière, il a fallu faire l'excavation de plus de 6,000 verges cubes de terre. Le creusage de la tranchée s'est fait au moyen d'un montage comportant une grue géante et un treuil placés de part et d'autre de la rivière. On a utilisé, pour la traversée de la rivière, un tuyau de double épaisseur recouvert d'une couche de béton "Gunité" d'un pouce afin d'obtenir une plus grande protection mécanique.

Une fois l'installation du tuyau complétée, on soumet celui-ci à une pression d'azote de 250 livres par pouce carré, pour s'assurer de sa bonne étanchéité, puis à un vide très poussé (100 microns de Hg) pour faire disparaître toute humidité qui pourrait s'y trouver. Car l'humidité est la bête noire des installations de câbles haute-tension; il faut à tout prix l'éliminer pour ne pas en affecter la performance.

Les trois bobines portant les conducteurs sont montées sur des tourets placés en ligne et les trois conducteurs sont déroulés, reliés à un manchon, puis tirés ensemble à l'intérieur du tuyau par un fil d'acier qui a été préalablement

placé à l'intérieur du tuyau. Le tirage s'est fait au moyen d'un treuil motorisé à commande très souple d'une capacité de 20,000 livres. À cause du frottement des conducteurs sur le tuyau, il a fallu limiter dans notre installation la longueur de tirée à environ 3,500 pieds pour ne pas endommager les conducteurs par des efforts de traction trop grands.

Des tensions de tirée allant jusqu'à 15,000 livres ont été enregistrées au cours de cette opération. Le câble a dû être installé en cinq tronçons, qu'il a fallu joindre les uns aux autres. L'épissure des conducteurs est une opération extrêmement délicate car il faut reconstituer l'isolation de papier. Chaque conducteur d'un tronçon doit d'abord être joint au conducteur correspondant du tronçon suivant, au moyen d'une douille de raccord sertie à la presse hydraulique; puis l'isolation est reconstituée à la main au moyen de rubans de papier imprégné d'huile. L'ensemble est recouvert d'un manchon d'acier qui est soudé, à chaque extrémité, au tuyau de chacun des tronçons. Des déshumidificateurs durent être installés dans les chambres de

jonction et les papiers baignés dans de l'huile chaude afin de réduire autant que possible l'absorption d'humidité. Les travaux de jonction d'un câble triphasé durent environ 12 heures.

Des boîtes d'extrémité en porcelaine ont été placées à chaque extrémité du circuit de façon à faire le lien entre le câble et les circuits aériens des sous-stations de départ et d'arrivée. Ces boîtes sont conçues pour pouvoir supporter la pleine pression d'huile.

Le tuyau contenant les conducteurs est à nouveau soumis à un vide très poussé durant 24 heures, afin d'éliminer toute humidité qui aurait pu s'introduire dans le tuyau lors de la pose des conducteurs. Puis le tuyau est rempli d'une huile que l'on a débarrassée au préalable de toute impureté et de toutes bulles gazeuses en la passant dans le dégazéificateur. Plus de 7,000 gallons d'huile furent requis pour cette opération. Cette huile est maintenue par la suite à une pression

à peu près constante par le poste de pompage.

Le poste de pompage comprend un réservoir d'expansion de 2,000 gallons, un double jeu de pompes à haute pression, ainsi qu'un double jeu de valves de détente. La pression à l'intérieur du tuyau peut être maintenue à une valeur moyenne de 200 livres par pouce carré avec un écart en plus et en moins d'environ 20 livres par pouce carré suivant les variations de la charge portée par le câble. Le poste de pompage est abrité dans une bâtisse qui a été construite à cette fin.

De façon à protéger le tuyau contre la rouille et la corrosion, dans l'éventualité où l'enveloppe protectrice du tuyau serait endommagée, l'on a prévu un système de protection cathodique. Ce système comprend un redresseur et permet d'appliquer une tension de l'ordre de 1.4 volt entre le tuyau et une anode constituée de tiges de carbone enfouies dans le sol. En maintenant ainsi

le tuyau à une faible tension négative par rapport au sol, on annule l'effet de tout couple électrochimique qui pourrait se produire le long du tuyau. Des mesures effectuées après la mise en service du câble nous ont indiqué que le courant requis pour protéger efficacement le tuyau était moins de 22 milliampères, ce qui indique que l'enveloppe protectrice isolante est extrêmement efficace.

Notons également que pour protéger l'enveloppe protectrice contre les surtensions qui pourraient se produire sur le tuyau, celui-ci est raccordé à un éclateur dont l'une des bornes est reliée directement à la masse.

Des thermo-couples ont été installés à tous les mille pieds le long du câble, afin de pouvoir déterminer en marche normale l'échauffement du tuyau et, par suite, l'échauffement des conducteurs eux-mêmes.

Le câble est alimenté à partir d'un réseau triphasé dont la fixation du point neutre est obtenue au moyen de transformateurs de mise à la terre. Normalement, la valeur de la tension composée du réseau se situe à environ 66 kV, et la tension étoilée à 38 kV. Dans les conditions normales, le gradient maximum à la surface des conducteurs du câble ne dépasse pas les 55 kV/cm alors que les Européens utilisent couramment des gradients de 100 kV/cm pour de tels câbles. Même si lors de perturbations sur le réseau le point neutre devenait complètement déplacé, le gradient maximum ne dépasserait pas 95 kV/cm (ou 240 volts/mil).

Des essais effectués à l'usine ont permis de conclure que l'épaisseur d'isolation employée sur les conducteurs offrait un facteur de sécurité très satisfaisant. Deux essais de type, réalisés sur deux échantillons, doivent retenir notre attention: dans l'épreuve de tension de longue durée, une ten-



6 — Compaction de la terre de remplissage.



7 — Les trois bobines contenant chacune des conducteurs sont placées en ligne et les conducteurs sont tirés ensemble dans le tuyau.

sion alternative de valeur égale à 4 fois la tension de service a été appliquée entre le conducteur et la masse pendant plus de 20 heures, sans que le câble flanche; dans l'essai aux tensions de choc (impulse test) le claquage ne s'est produit qu'après avoir appliqué plus de 82 ondes d'amplitude croissante à partir de 350 kV jusqu'à 450 kV. Des essais de contrôle effectués sur chacune des longueurs de câble ont indiqué que l'isolation était excellente dans tous les cas avec des facteurs de puissance de moins de 0.24%. Finalement, un essai en surtension a été effectué en ap-

pliquant une tension continue de 171 kV durant 15 minutes avant la mise en service pour vérifier que le câble ne comporterait aucun point faible.

Cette installation qui est la première dans l'est du Canada a été manufacturée entièrement au pays, à l'exception des jeux de pompes. Pouvant porter plus de 100,000 kVA à 69 kV, elle est la plus puissante du genre au Canada.

La Compagnie Northern Electric a confié la pose du câble à la firme montréalaise G. M. Gest, qui a agi comme sous-traitant.

Les travaux ont été exécutés avec grande diligence; commencés au milieu de mai, ils étaient complétés à la fin d'août.

La technique des câbles haute-tension n'a cessé de progresser durant le dernier demi-siècle. Les améliorations remarquables, apportées à celles-ci depuis notamment les 20 dernières années, nous permettent aujourd'hui de canaliser à un coût abordable des quantités énormes d'énergie électrique avec un minimum d'encombrement. Qu'il suffise de noter que le câble qui vient d'être installé pourrait porter à lui seul les $\frac{3}{4}$ de la charge actuelle de la ville de Québec, bien que son diamètre ne dépasse pas 6 pouces. Des recherches constantes portant sur de nouveaux isolants, telles que des pellicules de polycarbonate ainsi que des huiles synthétiques, nous laissent entrevoir des résultats fort encourageants qui permettront de réduire davantage les coûts et mettront les câbles haute-tension à la portée d'un marché de plus en plus grand. Ce n'est qu'en recourant aux techniques des plus modernes dans le domaine de la transmission et de la distribution de l'énergie que nous réussirons à devancer continuellement les besoins en énergie de notre région et à lui assurer un service de plus en plus sûr.



TECHNIQUE NOUVELLE DE CONSTRUCTION DE ROUTES SUR TERRAINS MARÉCAGEUX

par

J.-J. PARÉ

*Professeur de Géotechnique
et Directeur du Laboratoire de Contrôle
de la Fibre d'Amiante, Université de Sherbrooke,
Sherbrooke, P.Q.*

Communication présentée
à la
Conférence Technique Régionale
de
l'Institut Canadien des Ingénieurs.

Québec - Novembre 1961.

RÉSUMÉ

Cette communication porte sur la construction d'une section du boulevard Laurentien qui traverse une savane ou un "muskeg" de 4000 pi. de longueur et de 25 à 30 pi. de profondeur. L'auteur participa à cette construction à titre d'ingénieur des sols au Ministère de la Voirie auquel il fut attaché de 1957 à 1961.

On y expose le problème qui a été solutionné en employant une nouvelle méthode de construction de routes, dite méthode de préconsolidation, employée pour la première fois dans la province de Québec dans le cas de construction de routes sur les terrains marécageux.

Une étude du sol, sur place et au laboratoire, est aussi présentée, et les résultats obtenus sont comparés à ceux obtenus par d'autres investigateurs d'Ontario et de Colombie-Britannique. De nombreuses lectures des instruments de contrôle, tels que piézomètres, plaques de tassement, indicateurs de déplacement latéral, ont permis de tirer des conclusions intéressantes quant au comportement de la savane durant la construction.

Introduction

En 1957, le Ministère de la Voirie décidait de faire une étude préliminaire, en vue de la con-

struction d'un boulevard à voies divisées et à accès limité, entre les limites de la ville de Québec et Notre-Dame-des-Laurentides. Le but de cette route, à laquelle on donna le nom de boulevard Laurentien, était de rattacher le boulevard Talbot à un nouveau réseau routier autour de la capitale provinciale.

Une étude pédologique du tracé, en vue d'identifier les différentes couches de sols à l'endroit où devait passer le nouveau boulevard, fut alors faite par le Service des Sols. Ces sondages furent faits à l'aide d'une tarière de 2.5 po. de diamètre, à chaque 100 pi. le long de la ligne de centre, et à 50 pi. de chaque côté de cette ligne centrale. Aux endroits où le sol était très mou ou marécageux, une tige d'acier d'un demi-pouce de diamètre était enfoncée à la main jusqu'à la couche solide. Cette étude préliminaire du sol indiqua que le boulevard, d'environ 10 milles de long, devait tra-

verser une savane ou un "muskeg" de près de 4000 pi. de long et d'environ 30 pi. de profondeur à certains endroits. La Fig. 1 montre l'emplacement du nouveau boulevard ainsi que la savane qu'il doit traverser.

D'habitude, en génie routier, lorsqu'on rencontre une étendue de terre noire longue et profonde, on change le tracé de la route afin de contourner cet obstacle, surtout lorsqu'il s'agit de routes importantes, à circulation lourde et intense. Donc, afin de choisir un nouvel alignement, une autre série de sondages fut faite, sur une ligne perpendiculaire à la ligne de centre proposée initialement, à chaque 200 ou 300 pi., et on choisit le centre de la savane pour faire cette section. La Fig. 2 donne le profil longitudinal de notre muskeg ainsi que la section pédologique transversale faite au chaînage 225 + 00. On remarque, du côté est de cette section transversale, que les sondages furent

profondeur du dépôt instable. La profondeur économique d'excavation semble varier entre 5 et 10 pi. dépendant de la longueur du dépôt organique que la route doit traverser.

b) Déplacement de la terre noire :

Cette méthode consiste à construire le remblai sur le dépôt organique et à déplacer la couche de sol instable, soit par gravité, i.e. par le propre poids du remblai, soit par dynamitage, soit par injection d'eau faite sous le remblai de sorte que le sol se déplace par liquéfaction et fluage latéral. Le déplacement exige aussi une grande quantité de matériaux et, pour les raisons énumérées précédemment, cette méthode fut abandonnée.

c) Coussin pour flotter la route :

Ce procédé consiste à construire la route directement sur le savane en utilisant un coussin de sable très large, afin de mieux ré-

partir la charge et d'avoir une structure flottante. Cette méthode de construction a été utilisée surtout pour des routes secondaires, quoiqu'au Québec cette technique fut employée dans quelques cas pour des routes de première classe, sur des muskegs de faible profondeur. Mais dans notre cas, avec un dépôt aussi long et aussi profond, une telle méthode aurait eu pour résultat des tassements différentiels importants, un entretien de la route difficile et onéreux, une surface de roulement peu satisfaisante pour un boulevard, de sorte qu'elle fut abandonnée.

d) Pieux filtrants en sable :

On envisagea la construction de pieux filtrants en sable, appelés aussi drains de sable, pour accélérer la consolidation de la couche de sol instable que l'on rencontre sous la terre noire. Mais, cette solution fut aussi

abandonnée parce qu'un drainage vertical n'est d'aucune utilité dans la terre noire, à cause de sa grande perméabilité, parce que ce procédé est dispendieux et parce qu'on ne pouvait garantir que la partie supérieure des puits filtrants, forée dans la couche de terre noire, resterait verticale après la construction des deux remblais.

e) Préconsolidation :

En 1958 et 1959, le Ministère des Routes de la Colombie-Britannique et la Foundation Co. of Canada expérimentèrent une nouvelle technique de construction de routes sur les muskegs. Cette méthode de construction, appelée préconsolidation, est dite nouvelle en ce sens que jusqu'alors on ne l'avait employée que dans le cas de construction sur dépôts instables constitués de sols minéraux inorganiques, et qu'eux l'expérimentèrent dans le cas de cons-

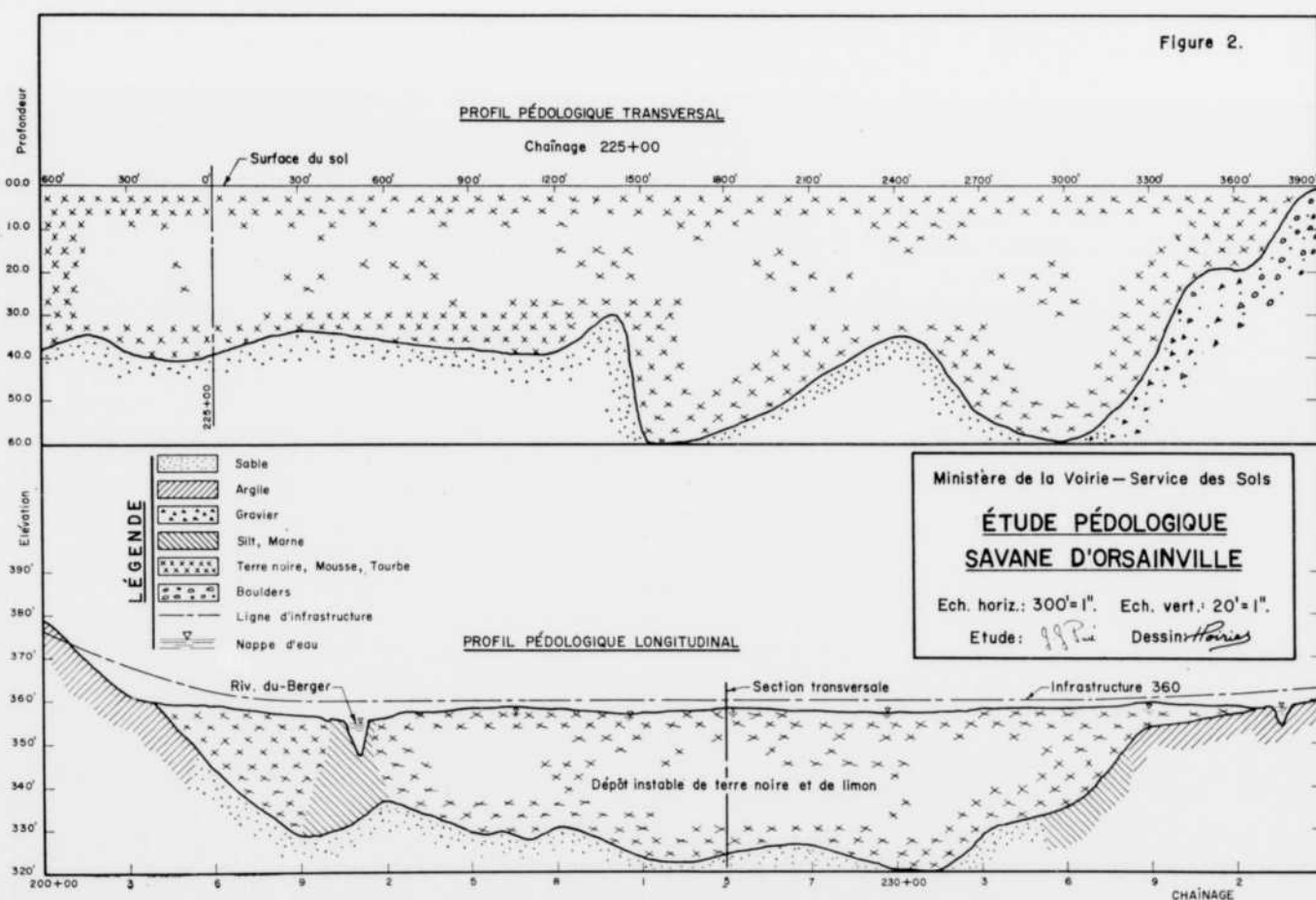


Fig. 2 — Profils pédologiques de la savane d'Orsainville.

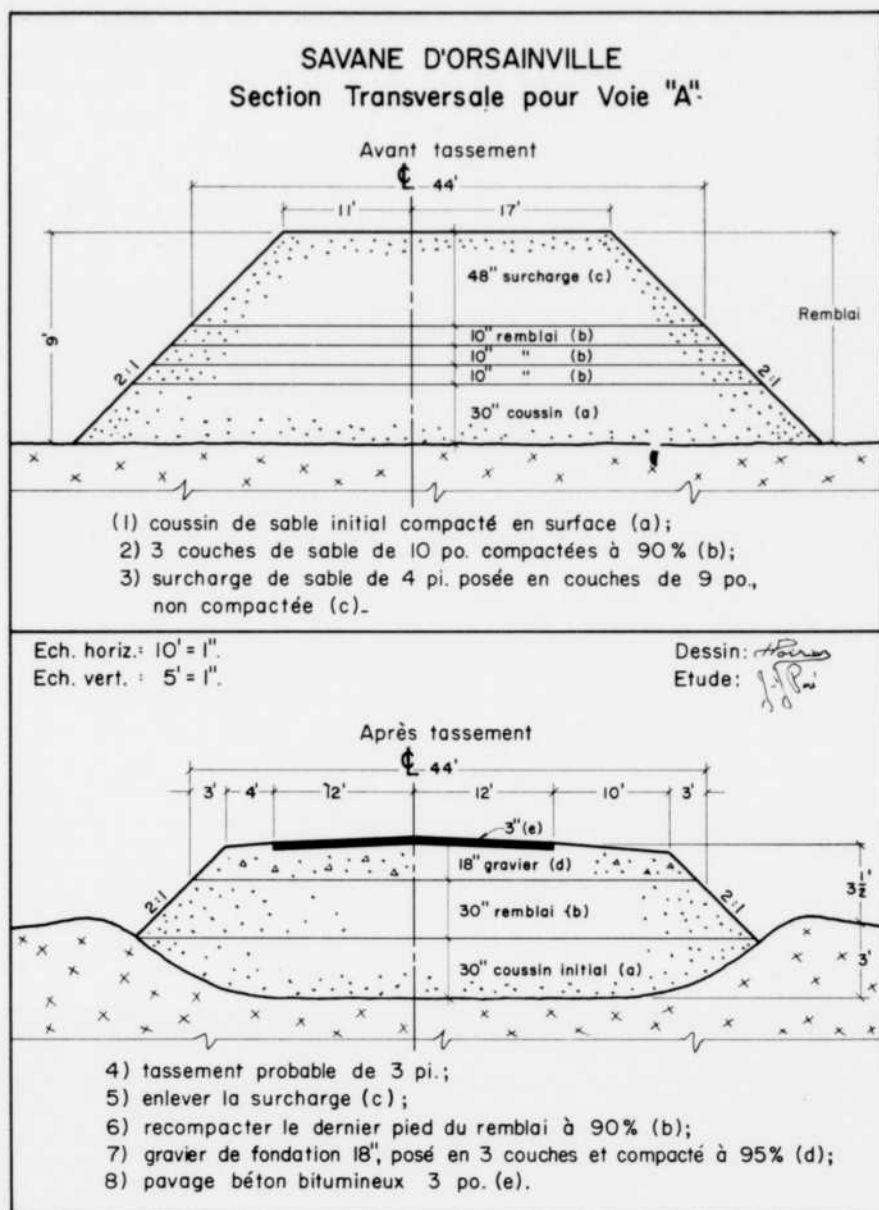


Fig. 3 — Section type du Boulevard avant et après tassement.

truction sur dépôts organiques. Lea et Brawner (2) ont décrit cette technique nouvelle de construction sur muskegs qui, selon eux, s'avéra très efficace dans le cas de routes importantes. A la suggestion de l'ingénieur des sols, le Ministère de la Voirie décida lui aussi de tenter l'expérience, à cause de la simplicité de la méthode et de l'économie qui pouvait être réalisée.

Cette méthode recommandée consiste à provoquer la consolidation et le tassement du terrain naturel, à l'aide d'une surcharge. Le principe de préconsolidation

(3) est le suivant: une charge, plus grande que celle que le sol naturel aura à porter après la construction, est placée sur le muskeg et laissée en place jusqu'à ce que le tassement du sol ait atteint sa valeur ultime. Cette dernière valeur est égale à la valeur du tassement qui aurait été atteint après environ 25 ans, si aucune surcharge, au-dessus du remblai final, n'avait été utilisée. Il s'agit donc, en résumé, d'obtenir en quelques mois, au moyen d'une surcharge, le tassement ultime du remblai final qui autrement ne pourrait être atteint qu'après plusieurs années. Il en

résulte alors une augmentation de la résistance au cisaillement du dépôt organique instable due à la consolidation du sol, une meilleure capacité de support, la possibilité de paver la route après une période relativement courte, et surtout l'élimination de fréquentes corrections de profil à apporter au pavage, corrections nécessitées par le tassement lent et progressif qui se produit toujours après la construction d'une route au-dessus d'un sol très compressible, comme un muskeg.

La réussite d'une telle méthode nécessite une étude détaillée du sol, une technique de construction précise et l'installation d'instruments de contrôle pour prévenir toute rupture du sol de fondation et pour déterminer quand le tassement ultime sera atteint.

Section type recommandée

Se basant sur le principe que, pour une telle construction, le profil de l'infrastructure doit être à 2 ou 3 pi. de la surface du terrain naturel, sur la capacité de support de la croûte de surface dont la résistance au cisaillement minimum était de 200 lb. pi.ca., et sur le tassement ultime estimé à 3 p., l'ingénieur des sols décida que la hauteur maximum du remblai serait de 9 pi., ce qui représente une charge de l'ordre d'une demi-tonne au pi.ca.

La Fig. 3 donne le détail d'une section type avant et après tassement. Avant tassement, le remblai de 9 pi. est constitué d'un coussin initial de 30 po., de trois couches de 10 po., ce premier 5 pi. de sol constituant la partie permanente du remblai, et enfin une surcharge de 4 pi. Après tassement, la surcharge sera enlevée, la couche de gravier de fondation de 1.5 pi. sera posée, ce qui va porter la hauteur finale du remblai à 6.5 pi., soit 3 pi. de tassement et 3.5 pi. de remblai au-dessus du sol naturel. A cause de la complexité de la terre noire

et de la difficulté de prélever des échantillons non-remaniés pour les essais de consolidation, aucun calcul ne fut fait pour prédire le tassement final. Nous avons préféré évaluer le tassement d'après les conclusions de certains auteurs (2), (4), (8), contrôler la construction, faire des observations sur place et tirer nos propres conclusions après construction.

Appareils de contrôle

Afin de suivre le comportement de cette masse de sol, tant en surface qu'en profondeur, des plaques de tassement, des piézomètres et des indicateurs de déplacement latéral furent installés. Au total 108 instruments de contrôle furent placés sur le muskeg.

a) Plaques de tassement :

Ces plaques sont nécessaires pour suivre la consolidation du sol de fondation et pour déterminer le moment où le tassement ultime recherché sera atteint. Alors, la surcharge pourra être enlevée, le gravier de fondation posé et la construction de la route complétée. La Fig. 4 donne les détails de cet appareil.

Ces plaques furent posées sur un coussin de sable de 4 à 6 po. d'épaisseur et l'emplacement fut débarrassé en coupant les tiges d'arbustes et les troncs d'arbres à 2 po. du sol. Elles furent placées à 400 pi. d'intervalle, au centre de chacun des 2 remblais, sauf pour 2 sections spéciales où deux plaques au lieu d'une furent placées de chaque côté de la ligne de centre.

b) Piézomètres :

Ces appareils construits à même les plaques de tassement, comme l'indique la Fig. 4, servent à suivre la variation de la pression de l'eau dans les pores du sol. Une pression interstitielle trop grande pourrait causer une rupture par cisaillement du sol de fondation.

Des lectures furent prises aussi fréquemment que pour les pla-

ques de tassement et une cote de sécurité fut déterminée. Cette cote était la suivante : le niveau de l'eau dans les piézomètres ne devra en aucun cas dépasser l'élévation à laquelle le remblai en construction sera rendu, sans mettre en danger la stabilité du remblai. A quelques occasions cependant, l'eau dans le piézomètre jaillit au-dessus du remblai. La construction fut aussitôt ralentie, et aucun incident fâcheux ne survint.

c) Indicateurs de déplacement latéral :

Ces instruments servirent à mesurer le déplacement horizontal et le déplacement vertical du sol naturel adjacent au remblai. Un déplacement latéral excessif est une indication d'une rupture possible de la croûte fibreuse ou d'une déformation plastique du sol de fondation. La stabilité du remblai fut donc contrôlée au moyen de ces indicateurs qui se sont avérés, avec les plaques de tassement, les appareils de con-

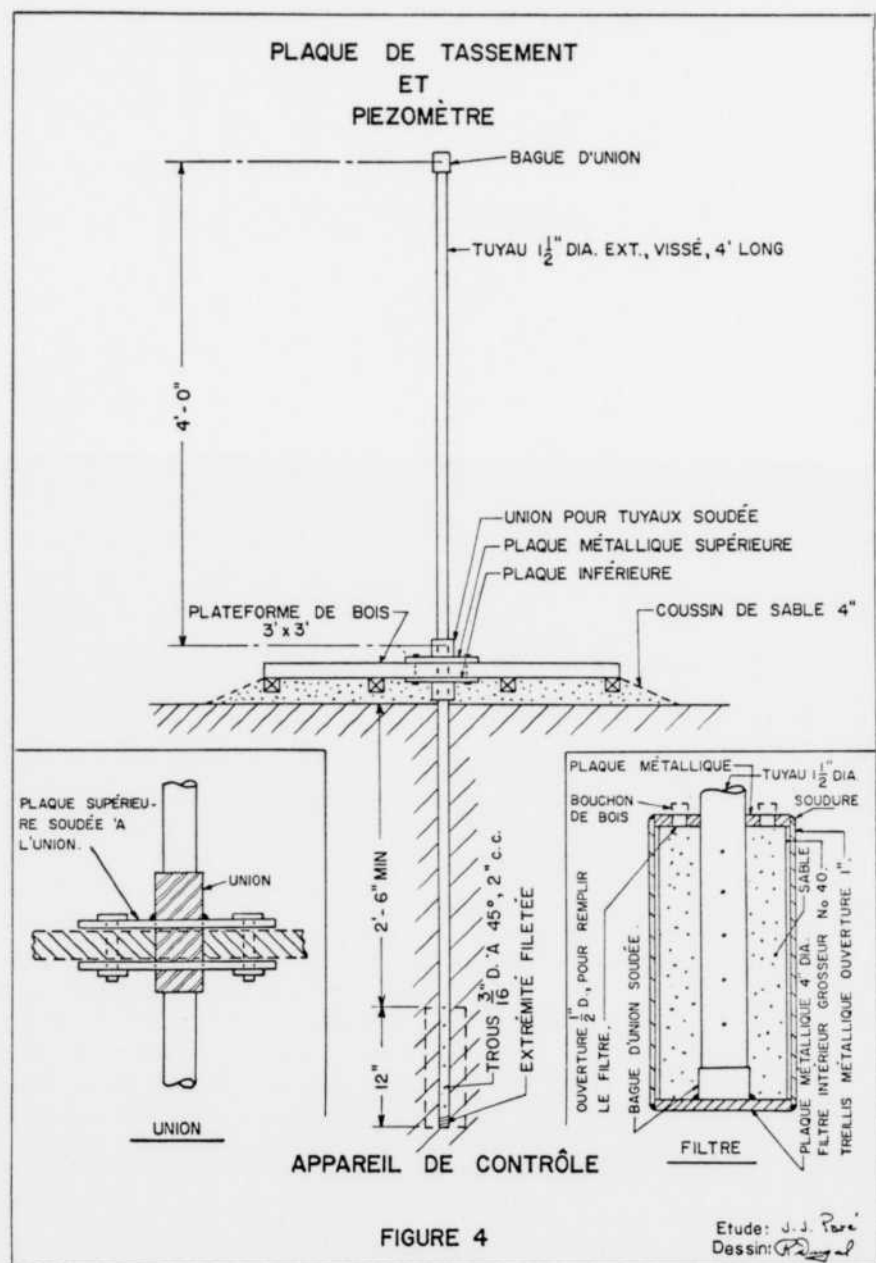


Fig. 4 — Plaque de tassement et piézomètre.

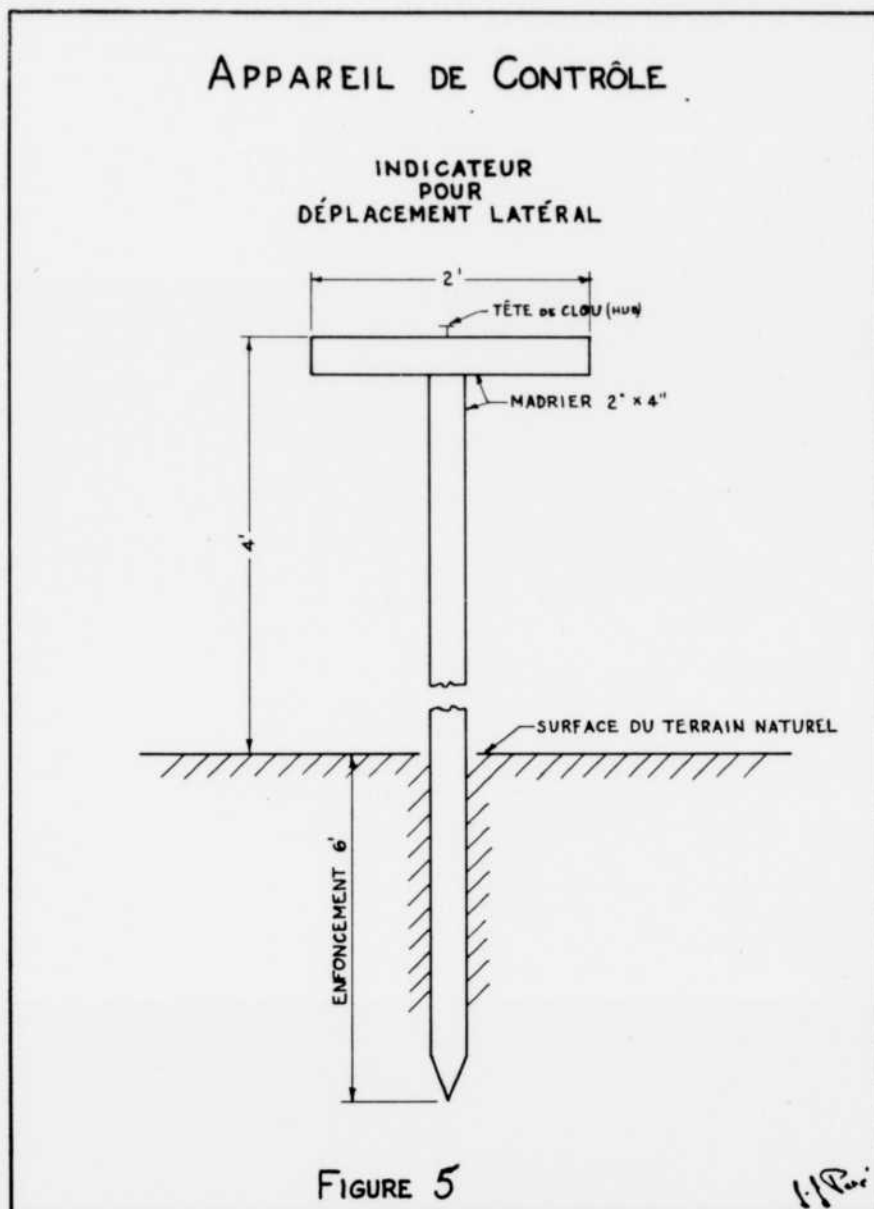


Fig. 5 — Indicateur de déplacement latéral.

trôle les plus importants pour ce genre de construction.

Ces indicateurs, dont le détail est donné à la Fig. 5, furent placés sur une même ligne parallèle à la route, à 18 pi. de part et d'autre du remblai, et à 200 pi. d'intervalle.

Étude de sol sur place

L'étude préliminaire de sol n'ayant eu pour but que de déterminer la profondeur et la longueur de la savane et de localiser la couche solide, une étude plus poussée du sol fut faite par la suite.

On tenta d'abord d'identifier la nature de chacune des couches du muskeg au moyen d'une tarière manuelle, mais les résultats ne furent pas très encourageants à cause de la croûte fibreuse, de l'élévation de la nappe d'eau et de la faible consistance des couches de sols. On eut alors recours à une tarière mécanique de trois pouces, à vis sans fin, que l'on enfonça par rotation jusqu'au refus, ou jusqu'à ce que la résistance fut appréciable. La tarière fut ensuite retirée du sol à l'aide d'un trépied et d'un palan en prenant bien soin d'éviter tout mouvement de rotation additionnel,

pour ne pas perdre le sol prélevé par la vis durant la pénétration. On put alors identifier sur place chacune des couches du muskeg, connaître leur épaisseur, et prélever quelques échantillons remaniés. La Fig. 6 donne le détail d'une section type du muskeg. On put enfin déterminer que cet immense dépôt instable n'était pas uniquement constitué de matières organiques, mais qu'il y avait une importante couche de sol minéral sous la terre noire.

Afin de connaître la variation de la résistance du sol avec la profondeur, des essais de pénétration dynamique avec l'appareil McIntosh furent faits dans la ligne de centre, à chaque 100 pi. Cet essai consiste à compter le nombre de coups nécessaires pour enfoncer une tige d'acier de $\frac{1}{2}$ po. de diamètre. Comme avec cet appareil on mesure la résistance de la pointe à la pénétration et la friction le long de la tige, on n'obtient aucune valeur précise de la résistance du sol. Cet appareil nous donne une mesure relative de la résistance avec la profondeur et nous permet de contrôler l'épaisseur de la couche molle.

Afin de mesurer sur place la résistance au cisaillement, des essais furent faits au moyen de l'appareil "Vane". Aucun tuyau-enveloppe ne fut employé, la friction développée le long des barres étant considérée comme négligeable à cause de la nature du sol. Cette friction fut cependant mesurée à l'aide de barres de diamètre égal et la résistance développée le long de ces barres varia entre 10 et 40 lb. pi.ca., la valeur maximum étant développée dans la partie fibreuse de surface, et non pas lorsque la tige était très longue.

On remarque une certaine similitude entre les résultats du "Vane" et de l'appareil McIntosh. La résistance au cisaillement

après remaniement fut aussi mesurée sur place et la sensibilité du sol fut déterminée. La valeur moyenne de la sensibilité de ce dépôt instable varie entre 2.0 et 7.0. En juin 1961, après consolidation du sol de fondation, une autre série d'essais "Vane" furent faits. On a constaté que la résistance du sol, mesurée avant la construction, avait doublé 6 mois après la pose de la surcharge.

Résultats de laboratoire

Des échantillons de terre noire, remaniés et non-remaniés, furent prélevés en surface et à faible profondeur. Le prélèvement d'échantillons non-remaniés fut difficile, à cause de la nappe phréatique qui est à quelques pouces de la surface du sol, à la végétation et aux racines dans la couche de surface. En profondeur, il nous fut impossible de prélever des échantillons intacts, à cause de la très faible consistance des couches de profondeur et de l'outillage utilisé. Des échantillons remaniés de ces couches purent cependant être prélevés.

Une étude détaillée de ces échantillons de terre noire fut faite au laboratoire. Le pourcentage de matières organiques fut calculé suivant une méthode décrite par Cook (5). Suivant cette méthode, la valeur moyenne de matières organiques de la couche de surface fut de 70%. Une deuxième combustion sur le résidu fut faite et une perte d'environ 40% fut encore enregistrée, ce qui semble indiquer que l'échantillon doit être brûlé pendant une période de temps plus longue que celle suggérée par Cook. Le pourcentage total de matières organiques fut donc de l'ordre de 80%. Les valeurs ainsi obtenues furent utilisées pour calculer le poids spécifique, considérant la partie organique ligneuse comme ayant un poids spécifique de 1.5, et la partie minérale de 2.7. Le poids spécifique de la couche de surfa-

ce ainsi calculé varie entre 1.6 et 1.9. Le pourcentage de cendres, déterminé suivant Anderson (6) varie entre 10 et 16%.

La teneur en eau fut calculée après séchage au four à 110°C pendant 24 heures et les résultats varièrent entre 500 et 700%. La valeur du pH déterminée d'une manière rapide au papier tournesol fut de 5 pour tous les échantillons. L'indice des vides moyens, considérant le sol comme saturé fut de 10.0. Une étude faite par Cook (5) montre qu'il existe une

relation linéaire entre le pourcentage d'humidité et l'indice des vides. Cette relation a été vérifiée par Brawner (3) dont les résultats sont reproduits à la Fig. 7 avec nos propres résultats, et tout semble indiquer que la relation établie par Cook s'applique aussi à la savane d'Orsainville.

Des essais de consolidation furent faits sur différents échantillons. L'indice des vides et le coefficient de compressibilité furent calculés pour chacune des pressions appliquées durant l'es-

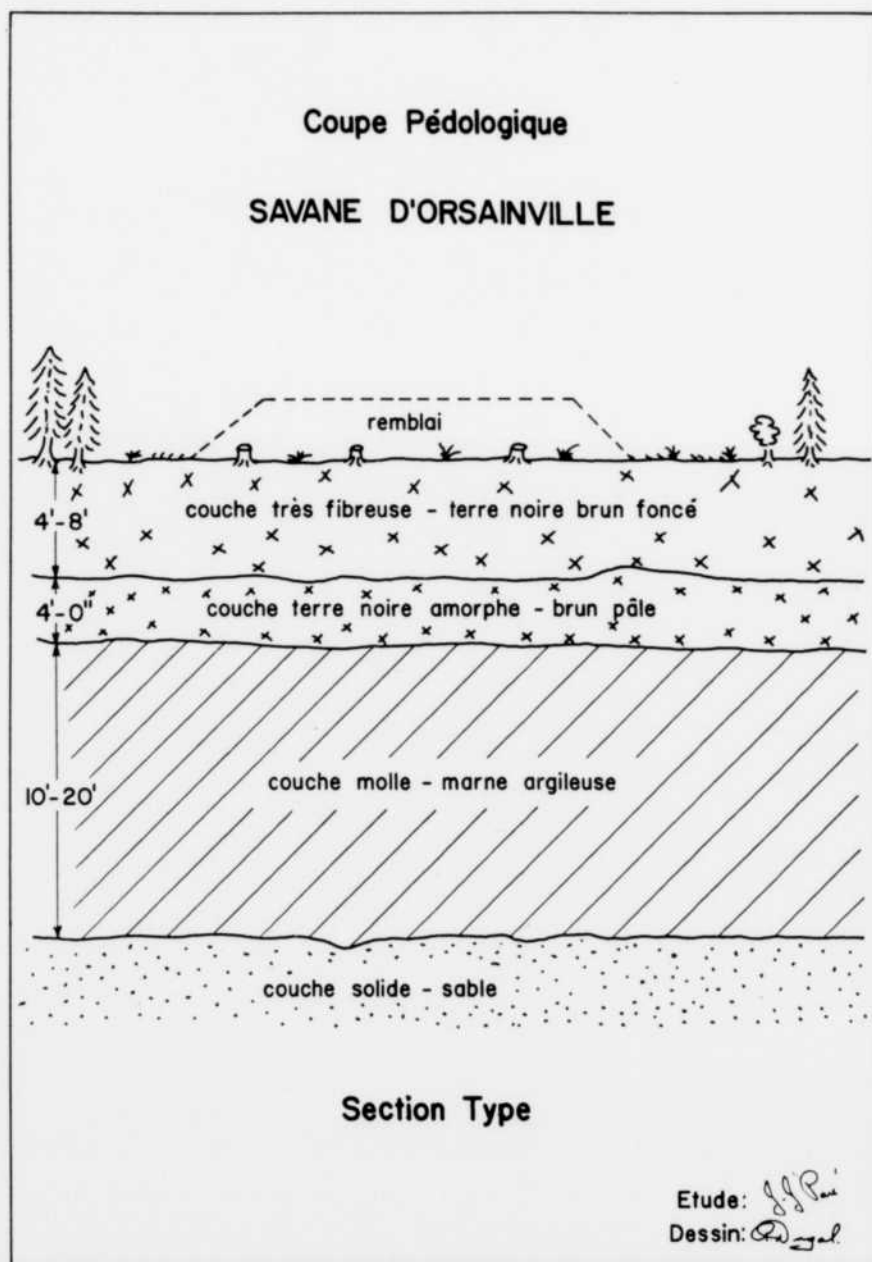


Fig. 6 — Section type de la savane d'Orsainville.

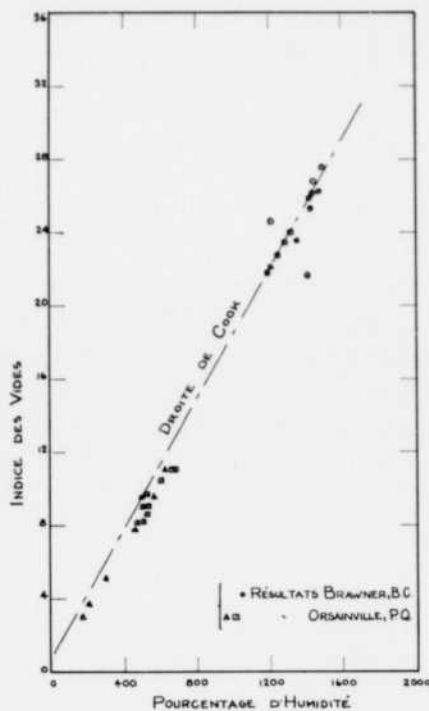


Fig. 7 — Indice des vides vs pourcentage d'humidité.

sai afin de pouvoir calculer le tassement de la couche fibreuse de surface; les résultats indiquèrent un tassement variant entre 0.3 et 0.4 de l'épaisseur de cette couche.

La variation du coefficient de compressibilité en fonction de l'indice moyen des vides pour différentes pressions est donnée à la Fig. 8. Des résultats d'ailleurs (3), (5) sont aussi présentés sur ce même graphique et une assez bonne corrélation existe entre nos résultats et ceux obtenus par d'autres investigateurs, ce qui nous permet de conclure que le coefficient de compressibilité peut être obtenu directement à partir de ces courbes, et ce, avec presque autant de précision qu'à partir des essais de consolidation faits sur des échantillons de terre noire qui, à toutes fins pratiques, sont légèrement remaniés. Le tassement de la terre noire fibreuse peut ainsi être évalué rapidement.

MacFarlane, du Conseil National des Recherches, et Rutka (7), du Ministère des Routes de l'On-

tario, ont fait une investigation sur le comportement des routes secondaires construites sur des muskegs. Les résultats de cette investigation, où 44 muskegs répartis sur plus de 6000 milles de routes furent étudiés, indiquent qu'il existe des relations entre certaines caractéristiques de la terre noire. Ces courbes, qui sont rapportées ici avec nos propres résultats, aux Fig. 9, 10 et 11, montrent la variation du pourcentage de matières organiques en

fonction de l'acidité, en fonction du poids spécifique et du pourcentage d'humidité; à la Fig. 12, on voit aussi la variation du poids spécifique en fonction du pourcentage d'humidité. On constate que nos propres valeurs concordent assez bien avec leurs résultats, ce qui nous amène à conclure que les corrélations développées en Ontario sembleraient valides pour les savanes du Québec malgré le manque d'homogénéité qui peut exister dans un sol

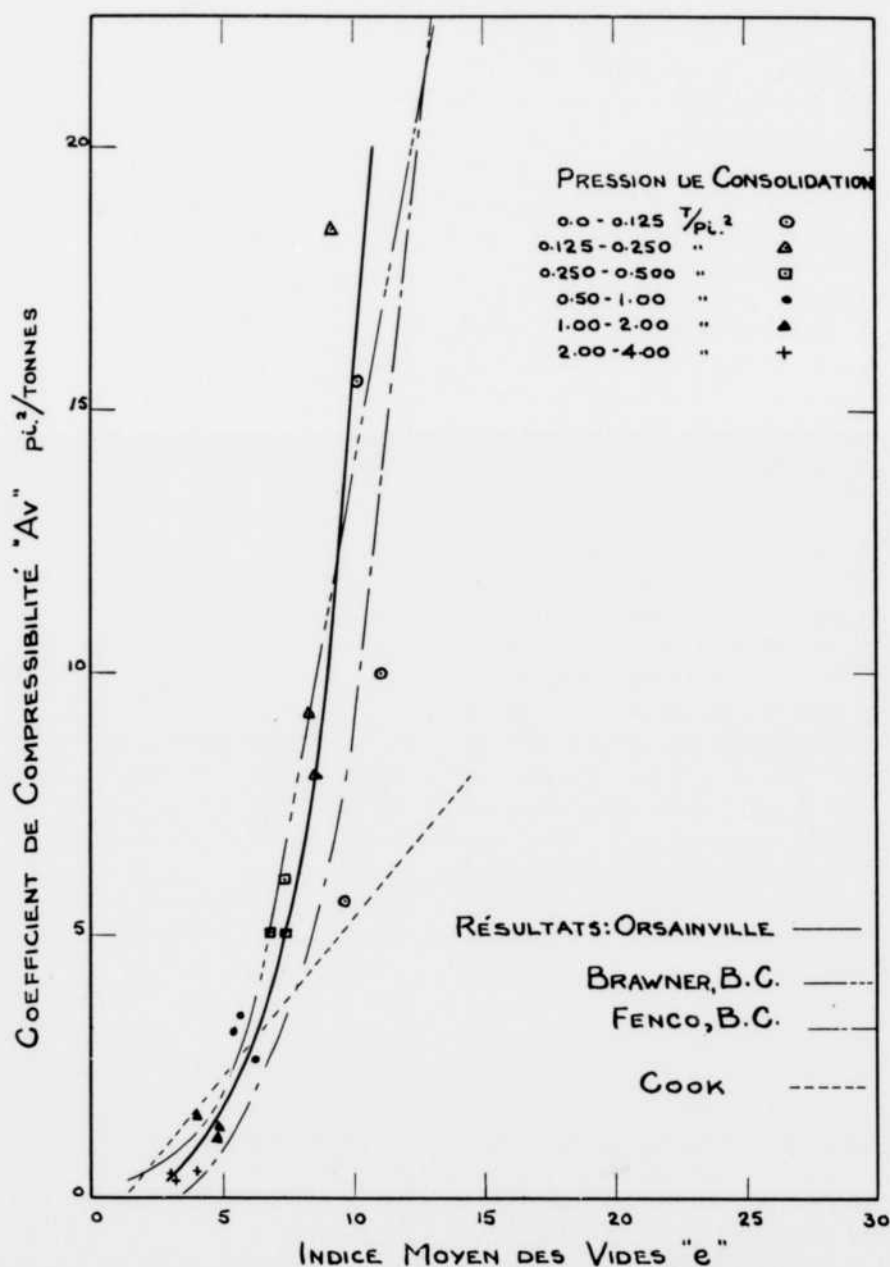


Fig. 8 — Coefficient de compressibilité vs indice des vides.

comme la terre noire et malgré la différence des lieux.

Observations, interprétation et recommandations

Dès le début de la construction, le relevé des 108 instruments de contrôle se fit suivant les exigences du devis et après chaque série de lectures, on traça des courbes pour suivre le comportement du sol de fondation en fonction du temps et de la hau-

teur du remblai. Les Fig. 13 et 14 donnent un exemple de la variation du tassement, de la pression d'eau, du déplacement horizontal et vertical pour un chaînage donné.

Après étude des courbes de tassement, on peut conclure qu'au moment de la pose du coussin initial, il s'est produit un tassement immédiat important suivi d'un adoucissement dans la pente de la courbe jusqu'à ce que les

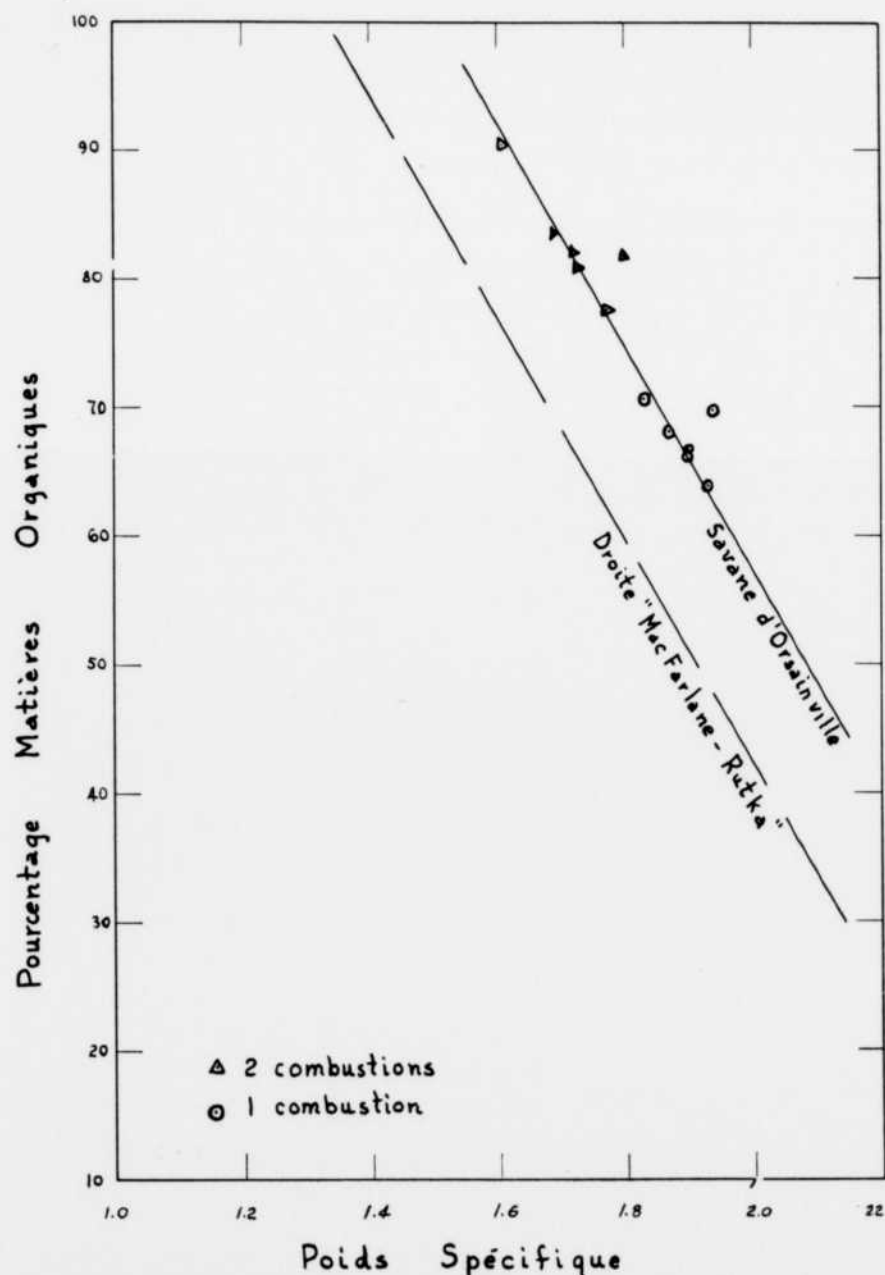


Fig. 10 — Pourcentage de matières organiques vs poids spécifique.

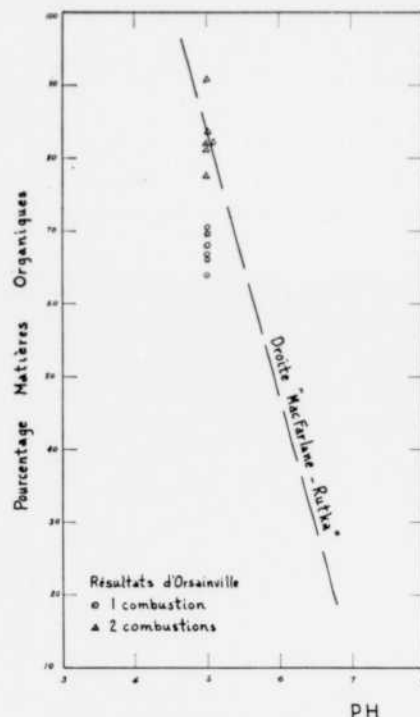


Fig. 9 — Pourcentage de matières organiques vs PH.

autres couches successives soient placées. Alors la pente de la courbe augmente pendant la pose de ces couches; elle diminue de nouveau une fois le remblai de 9 pi. complété.

Quant à la pression d'eau, à la Fig. 13, on constate qu'elle augmente très rapidement après la pose du coussin initial et qu'elle se dissipe aussi rapidement. Par la suite, même durant la pose des autres couches du remblai, la pression d'eau va aller en diminuant de sorte que l'on peut conclure que la pression d'eau n'est critique qu'au moment de la pose du coussin initial ou immédiatement après, pourvu évidemment que le taux de progression de la construction soit raisonnablement lent. Cela est dû au fait que l'eau est relativement incompressible par rapport à la terre noire et que par conséquent elle absorbe une partie importante de la charge au moment de la pose du coussin. Et comme la terre noire est très perméable, la pression d'eau peut se dissiper rapidement. Il en résulte alors un tasse-

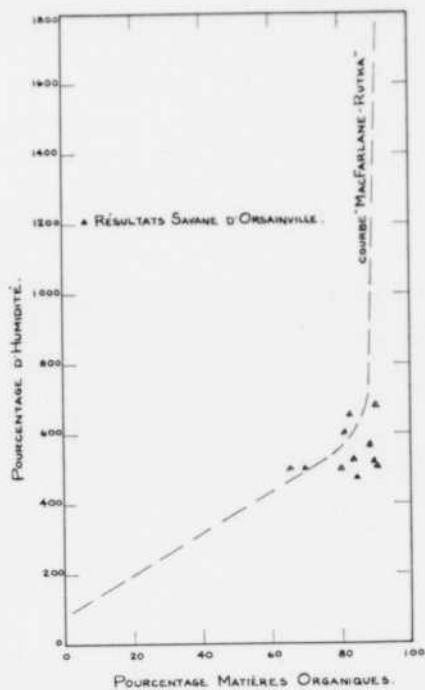


Fig. 11 — Pourcentage d'humidité vs pourcentage de matières organiques.

ment immédiat important et dissipation rapide de la pression d'eau.

A la Fig. 14, les courbes du déplacement latéral et du déplacement vertical montrent aussi que la croûte se déplace rapidement au moment de la pose du coussin, que par la suite le mouvement de la croûte varie peu et qu'à certains endroits il y a tendance à un mouvement de retour vers l'intérieur après la pose de la surcharge.

Revenons maintenant au tassement dont les valeurs observées sont certainement les plus intéressantes. Dans une de ses publications, Brawner (4) dit que le tassement peut varier entre le tiers et la moitié de la hauteur du remblai placé sur la terre noire. Nous avons donc essayé de trouver une relation entre le tassement observé à Orsainville et la hauteur de notre remblai. A la Fig. 15, nous avons placé le tassement en fonction de la hauteur du remblai au moment où les lectures du tassement

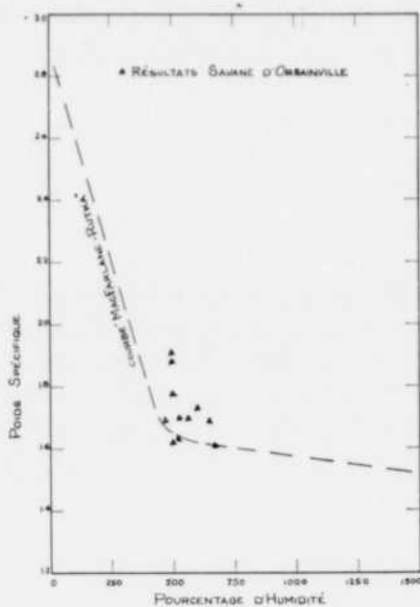


Fig. 12 — Poids spécifique vs pourcentage d'humidité.

étaient observées. On constate qu'après la pose du coussin il y a eu un tassement initial variant entre 0.5 pi. et 1.5 pi. pour une épaisseur de 30 à 50 po. de coussin, ce qui donne un tassement immédiat moyen de 0.3 fois la hauteur du coussin ou du remblai. Durant la pose des couches subséquentes, on remarque en-

core un tassement de 0.3 fois l'épaisseur de la partie du remblai ajoutée au coussin. Enfin une fois la construction complétée, on remarque un tassement dû à la consolidation de l'ordre de 1 pi. à 1.5 pi., soit une valeur d'environ 0.15 fois la hauteur totale du remblai. La somme de ces trois tassements donne 0.45 fois la hauteur du remblai. Ceci correspond à un tassement total de 4 pi., valeur qui est assez près de la moyenne trouvée. Il est évident cependant que la hauteur du remblai est loin d'être le seul facteur qui influence le tassement. Cette dernière relation est donnée parce qu'elle nous semble intéressante.

On a enfin porté en graphique les valeurs du tassement ultime en fonction de la profondeur de la savane, i.e. de l'épaisseur de la couche molle compressible; la Fig. 16 montre la relation que nous avons obtenue. On peut, je crois, conclure qu'il existe une relation linéaire entre le tassement total ou ultime et l'épaisseur de la couche molle et que le rap-

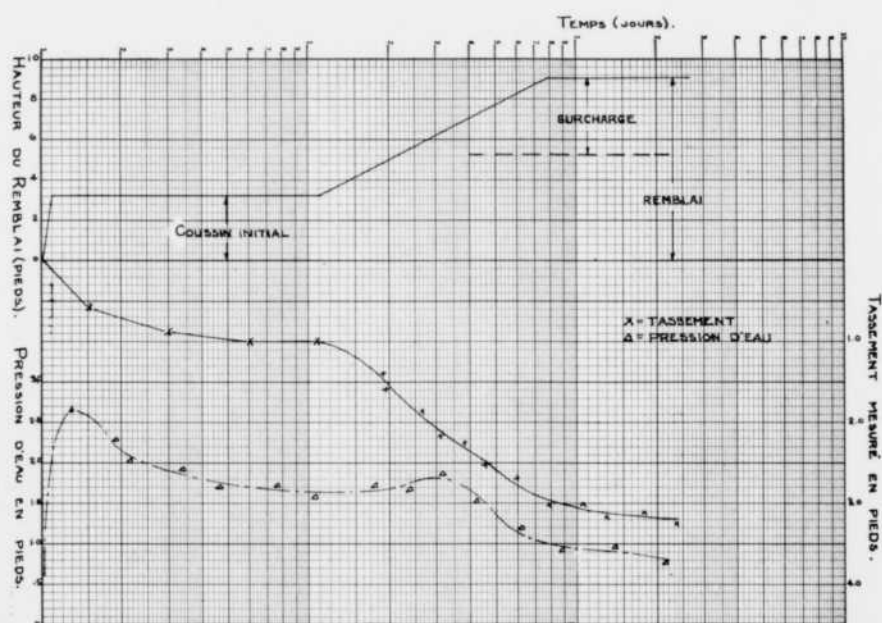


Fig. 13 — Tassement et pression d'eau vs temps et hauteur du remblai.

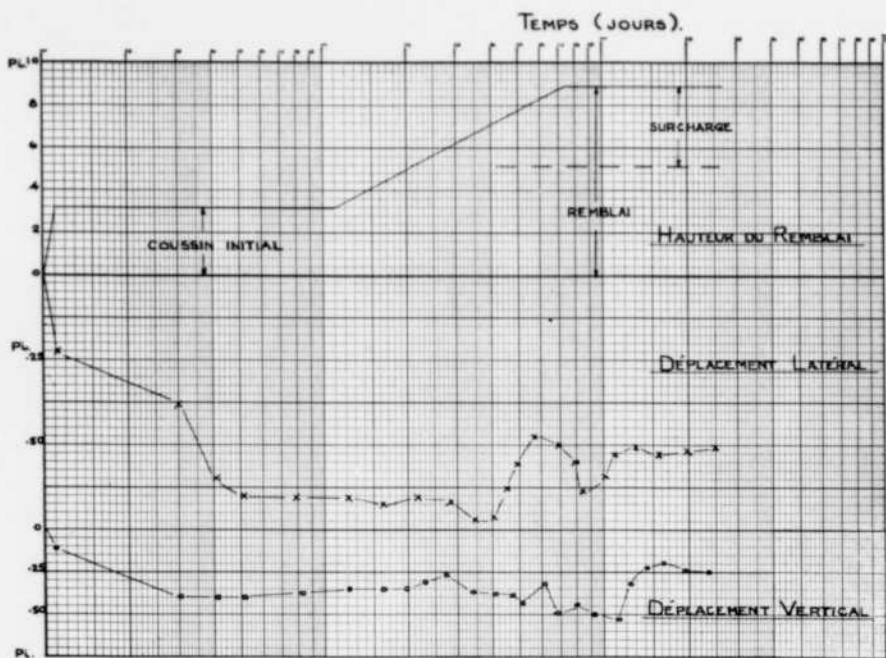


Fig. 14 — Déplacement latéral et vertical vs temps et hauteur du remblai.

port entre ces deux valeurs est de l'ordre de 0.2.

On y remarque aussi que le tassement moyen est de 3 pi. et que sur les 24 plaques de tassement utilisées, 12, soit 50%, nous donnent un tassement ultime entre 2 et 4 pi. Les valeurs entre 0.5 et 1.5 pi. furent obtenues à la fin de la savane, i.e. à l'extrémité nord où la profondeur de la terre noire est faible. Les valeurs entre 5 et 6 pi. furent obtenues sur une longueur d'environ 1000 pi. au centre de la savane, ce qui correspond à la partie la plus profonde. On remarque dans cette zone centrale un gonflement de la croûte de près de 1 pi. de haut de part et d'autre de chacune des 2 voies et un déplacement latéral de la croûte de plus de 1 pi. ce qui semblerait indiquer un fluage plastique du sol de fondation dû à une rupture possible dans la masse du sol.

Pour remédier à cet état de choses indésirable et pour assurer plus de stabilité au remblai, nous avons recommandé la pose de contre-poids de chaque côté

des remblais, ainsi que la pose d'un drain de surface longitudinal, placé au centre du terreplein, afin de drainer la partie centrale du boulevard de son eau superficielle et d'augmenter la résistance de la croûte en l'asséchant.

Conclusion

Le but de cette communication était de présenter le problème, la manière dont il a été résolu et les résultats obtenus jusqu'ici. Aucune conclusion finale ne sera tirée puisque la construction n'est pas terminée. Il est important de se rappeler qu'il s'agit d'une expérience dont la préparation a comporté peu de calculs, mais dont l'exécution lente nous a permis de faire beaucoup d'observations à l'aide des instruments de contrôle, afin d'en arriver à tirer des conclusions pratiques basées sur les résultats obtenus.

Certaines relations existent entre cette expérience à Orsainville et d'autres faites récemment dans d'autres provinces au Canada quant aux propriétés de la terre noire, au comportement du muskeg, etc. Il est certain cependant qu'il faudra d'autres expériences similaires pour pouvoir tirer des conclusions définitives dans le cas d'un sol aussi peu homogène que la terre noire et d'un terrain aussi difficile qu'un muskeg.

TASSEMENT VS HAUTEUR DU REMBLAI.

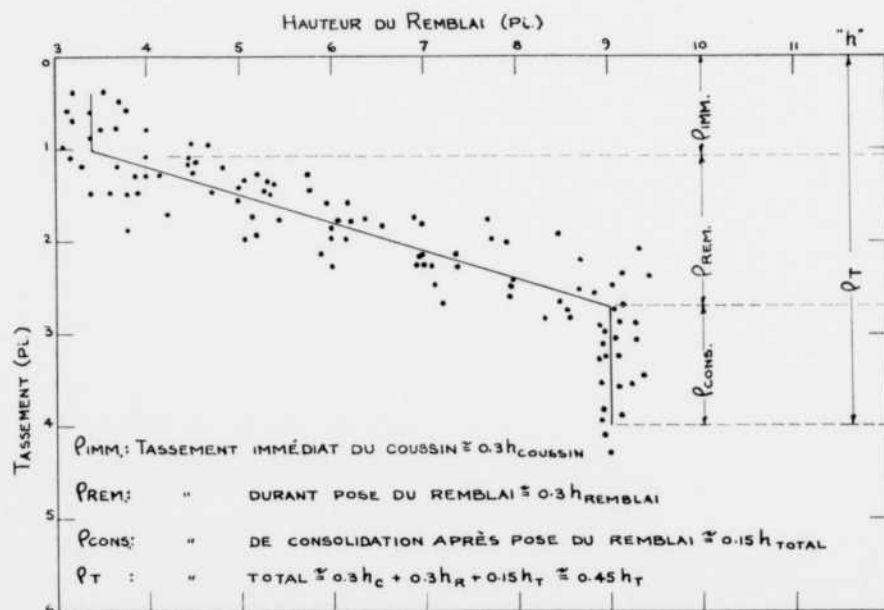


Fig. 15 — Tassement vs hauteur du remblai.

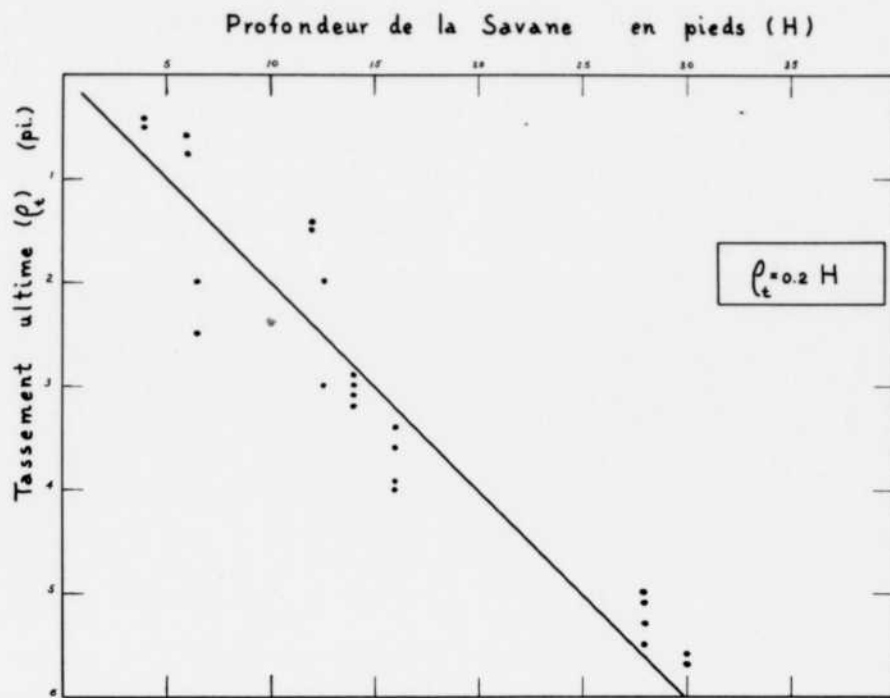


Fig. 16 — Tassement vs profondeur de la savane.

Remerciements

L'auteur désire exprimer sa gratitude à monsieur Arthur Branchaud, Ingénieur en Chef au Ministère de la Voirie, pour lui avoir permis de publier les résultats de cette expérience, ainsi qu'à monsieur René Rioux, aviseur technique au Ministère, pour

son encouragement durant la préparation de cette communication.

Enfin l'auteur tient à remercier d'une manière spéciale le Q.A.M.A., l'Université de Sherbrooke et le personnel de la Faculté des Sciences, qui ont grandement facilité la préparation, la rédaction et la publication de cette communication.

RÉFÉRENCES

- (1) MACFARLANE, I. C., "Guide to a Field Description of Muskeg", Technical Memorandum 44, National Research Council, Ottawa, June 1958.
- (2) LEA, N. D. and BRAWNER, C. O., "Foundation and Pavement Design for Highways on Peat", Proceedings, Canadian Good Roads Association, Vancouver 1959.
- (3) BRAWNER, C. O., "The Principle of Preconsolidation in Highway Construction Over Muskeg", Proceedings, Fifth Muskeg Research Conference, Winnipeg, March 1959.
- (4) BRAWNER, C. O., "Discussion", Proceedings, Canadian Good Roads Association, Vancouver 1959 — pp. 421 - 424.
- (5) COOK, P. M., "Consolidation Characteristics of Organic Soils", Proceedings, Ninth Canadian Soil Mechanics Conference, National Research Council, A.C.S.S.M. Tech. Memo. 41, Ottawa 1956.
- (6) ANDERSON, K. O. and HEMSTOCK, R. A., "Relating the Engineering Properties of Muskeg to some Problems of Fill Construction", Proceedings of the Fifth Muskeg Research Conference, National Research Council, A.C.S.S.M. Tech. Memo. 61, Ottawa 1959.
- (7) MACFARLANE, I. C. and RUTKA, A., "An Evaluation of Pavement Performance over Muskeg in Northern Ontario", Highway Research Board, 40th Annual Meeting, Washington, D.C., January 1961.
- (8) MACFARLANE, I. C., "A Review of the Engineering Characteristics of Peat", Proceedings of the American Society of Civil Engineering, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, Vol. 85 — Feb. 1959.



ANALYSES DE RÉSEAUX ÉLECTRIQUES À L'AIDE D'UN CALCULATEUR IBM 704

par

J. BOURBEAU

*Ingénieur en planification et prix de revient,
Division des Aménagements,
Commission hydroélectrique de Québec, Montréal*

F. H. JONKER

et

J. G. S. THOMPSON

H. G. Acres & Company Limited

**Conférence prononcée à l'assemblée
annuelle de l'Institut Canadien des
Ingénieurs, à Vancouver, en mai 1961.**

SOMMAIRE

Pour faciliter la planification des aménagements de la Commission hydroélectrique de Québec, on a simulé un modèle du réseau en expansion de la Commission, au moyen d'un ordinateur IBM 704. Le présent article décrit la nature et la portée du modèle, ainsi que les méthodes d'analyse employées.

L'aménagement de tous les emplacements hydroélectriques économiques de la région de Montréal, l'endroit où la demande est la plus élevée, est maintenant presque terminé. Pour faire face à la demande croissante, la Commission a jeté les yeux sur les rivières de l'est de la province qui seront aménagées durant les 15 prochaines années. Déjà, la Bersimis est entièrement aménagée; il reste, un peu plus loin, la rivière aux Outardes et la Manicouagan à aménager.

Ces rivières peuvent produire, en moyenne, 3,300 mégawatts-ans par année. Des recherches sur place et des études de génie ont permis de choisir les endroits où l'on peut harnacher cette énergie à meilleur marché. La Fig. 1 indique ces emplacements et leur production de base.

Le problème qui se pose à la Commission est d'établir l'ordre le plus économique de ces aménagements de façon à obtenir, en tout temps, assez de flexibilité pour faire face aux changements

de la demande tout en conservant des réserves suffisantes pour faire face aux fluctuations du débit des rivières. Le programme doit être conçu de façon à assurer que l'installation progressive de la puissance totale des nouvelles centrales s'intègre bien aux besoins du réseau, tant actuels que prévus. Il faut en outre adopter un programme général de construction qui soit pratique.

Puisque les centrales des rivières de l'est seront assez éloignées du principal centre de consommation, le plan d'ensemble doit tenir compte de l'intégration et de l'expansion du réseau de transmission et du choix des niveaux de tension. On doit aussi peser les avantages des longues lignes de transport en regard de la sécurité de fonctionnement du réseau.

La présente étude considère aussi les avantages qu'il y aurait à placer des installations de pointe près du centre de consommation. Il pourrait s'agir de turbines à gaz, d'une centrale thermique ou d'une centrale hydroélectrique alimentée par une réserve pompée.

Caractéristiques prévues de la charge

La Fig. 2 présente un pronostic de la demande à la pointe et de

l'énergie pour le réseau de la Commission. Les usines existantes et celles qui sont en construction près de Montréal suffiront pour faire face à l'accroissement de puissance jusqu'à l'automne 1964 et d'énergie jusqu'à la fin de 1965. Par la suite, l'augmentation annuelle de la demande à laquelle les nouvelles usines devront faire face passe d'environ 400 à environ 600 mégawatts par année à la fin de la période d'expansion de 15 ans. Il est intéressant de noter que durant la période à l'étude, la puissance installée du réseau de la Commission aura presque triplé.

Bien que ce pronostic général indique, pour fins de planification générale, le total des besoins en puissance lors de la pointe et en énergie pour chaque année, la demande mensuelle, qui reflète la consommation d'énergie durant le cours de l'année, n'en est pas moins significative. D'après les dossiers de la Commission, on a pu établir des rapports constants entre la demande maximum mensuelle et la demande maximum annuelle et tracer une courbe typique ou normalisée, de la durée mensuelle de charge (voir Fig. 3). On peut donc, pour fins d'analyse, définir les charges futures en mettant en corrélation la courbe nor-

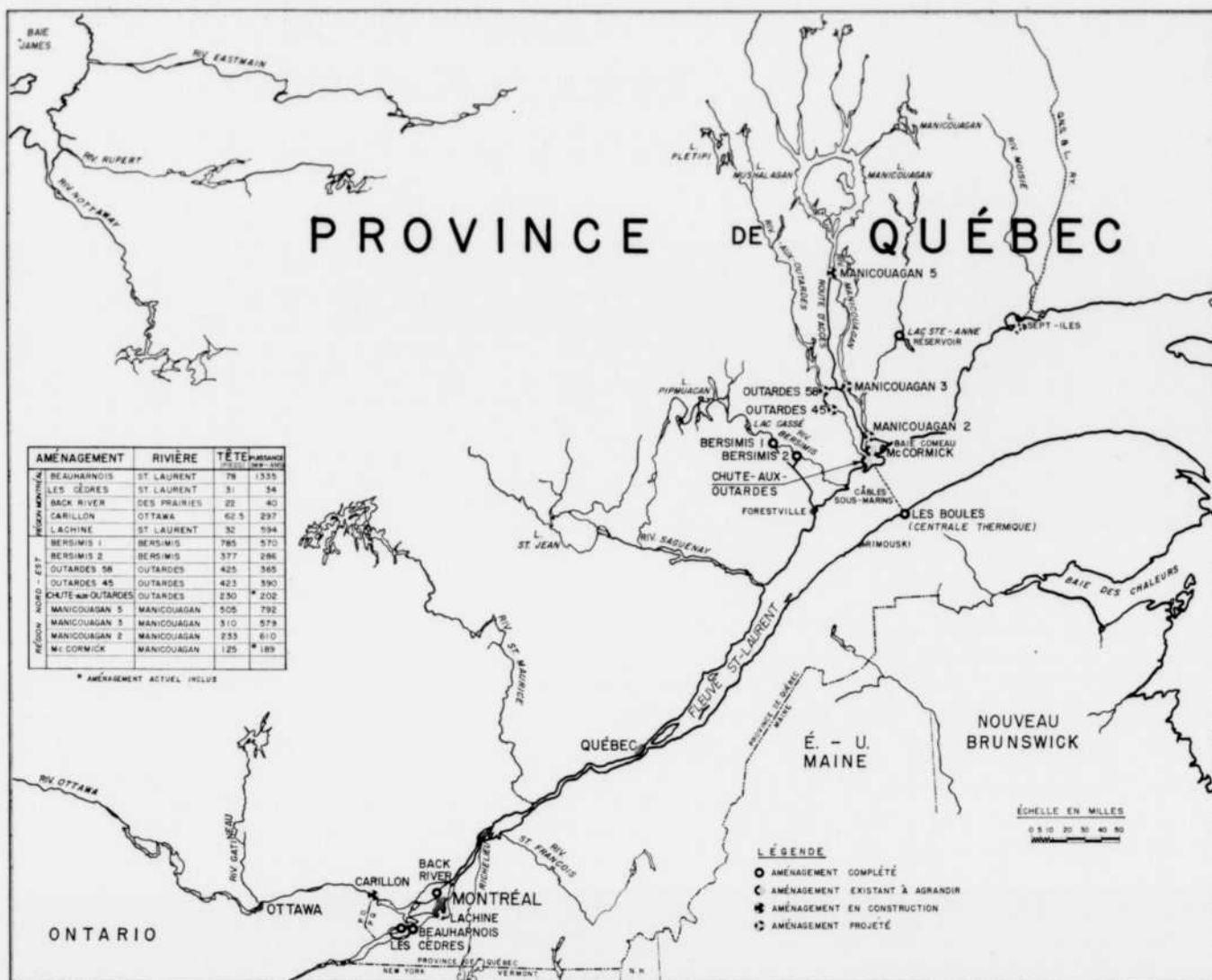


Fig. 1 — Carte montrant l'emplacement et les caractéristiques des aménagements.

malisée de durée de la puissance, les rapports mensuels de puissance maximum, les facteurs d'utilisation mensuels et annuels et le taux annuel d'augmentation de la demande.

Caractéristiques des centrales actuelles

Le réseau interconnecté actuel comprend presque exclusivement des centrales hydroélectriques. Il se compose de deux groupes de centrales situées dans deux régions distinctes de la province. Les centrales de la région de Montréal, le principal centre de consommation, constituent le premier groupe. Ce sont trois centrales au fil de l'eau, Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies. La plus considérable, celle de

Beauharnois, est située sur le Saint-Laurent et a une puissance installée de 2,140,000 h.p. Elle est conçue de façon à utiliser presque tout le débit du fleuve. Toutefois, on doit souvent réduire la production en hiver pour maintenir une couche de glace sur le canal d'amenée. Il est malheureux que cette réduction coïncide avec la période de demande maximum. Alors, une partie de l'eau du fleuve qui n'est pas utilisée par Beauharnois peut passer par la centrale des Cèdres, dont la puissance installée est de 218,000 h.p. Enfin, la petite centrale de la Rivière des Prairies a une puissance de 60,000 h.p.

Le second groupe de centrales se situe sur la rivière Bersimis, à

quelque 360 milles du centre de consommation. Bersimis I a une puissance installée de 1,200,000 h.p. Le volume considérable des réservoirs aménagés aux deux endroits permet une régularisation à long terme du débit. La facteur d'installation de Bersimis I est de l'ordre de 65 pour cent et celui de Bersimis II de l'ordre de 50 pour cent.

Caractéristiques de la centrale de Carillon en construction

L'installation de Bersimis II étant terminée depuis 1960 et celle de Beauharnois depuis 1961, la Commission n'a qu'une seule centrale en construction, celle de Carillon. Située sur l'Outaouais, elle aura une puissance installée de

840,000 h.p. et sera terminée en 1964. En été, ce sera une centrale au fil de l'eau; en hiver, le volume de retenue utilisable en fera une centrale de pointe.

Caractéristiques des nouveaux aménagements

La prochaine série de centrales sera aménagée sur les rivières Manicouagan et aux Outardes. On trouvera leurs caractéristiques générales à la Fig. 1. Sur la rivière aux Outardes, le principal réservoir sera situé au Mille 58. Ceux du Mille 45 et de la Chute aux Outardes auront des dimensions restreintes. Le facteur d'installation des trois centrales doit donc être presque identique si on veut éviter les déversements et l'abaissement excessif de la retenue.

Sur la Manicouagan, le principal réservoir sera situé à Manicouagan 5. Par son volume de retenue, il occupera la troisième place au monde, après ceux d'Aldeadvilla en Espagne et de Kari-ba, en Rhodésie, plus considérables d'environ 25 pour cent et 15 pour cent, respectivement. Il faudra de 7 à 10 ans pour l'emplir, le temps requis pouvant varier

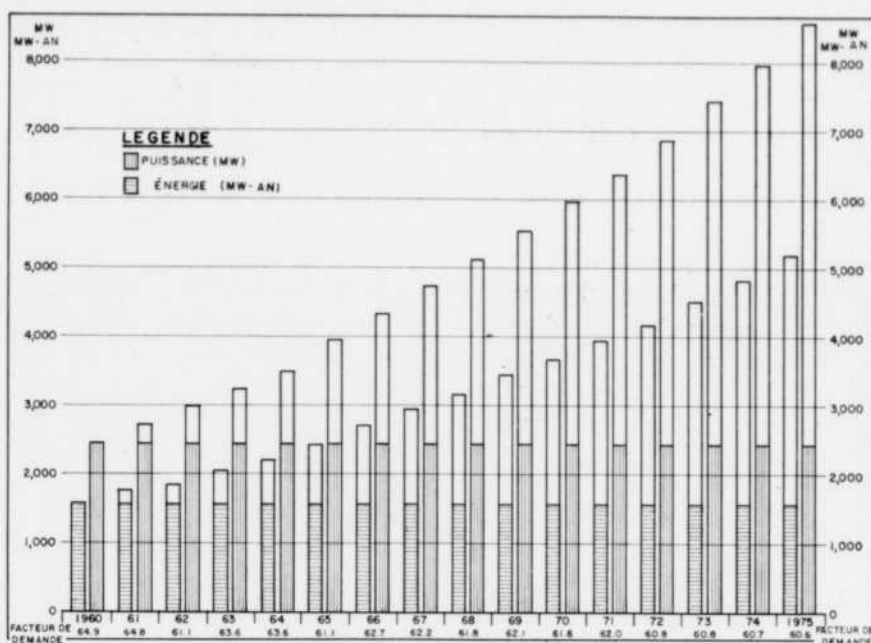


Fig. 2 — Demande prévue de puissance et d'énergie.

d'après l'hydraulicité et la demande. Le réservoir servira à régulariser les eaux de tout le réseau inter-relié.

En aval de Manicouagan 5, on aménagera complètement la hauteur de chute disponible, et on créera des réservoirs considérables à Manicouagan 3 et à Manicouagan 2. On pourrait remplir ces deux réservoirs en un an, mais le temps qu'il faudra en pratique dépendra du programme adopté.

En aval de Manicouagan 2, le réservoir de McCormick est de dimensions très restreintes. Il faudra donc, là aussi, que les facteurs d'installation de Manicouagan 2 et de l'usine de McCormick (une fois celle-ci terminée) soient presque identiques.

Il y a déjà un réservoir au Lac Sainte-Anne, qui sert en hiver à régulariser le débit pour l'usine actuelle de McCormick; il continuera à assurer une partie de la régularisation pour Manicouagan 2 et pour la centrale de McCormick lorsqu'elle sera complètement aménagée.

Pour toutes les nouvelles usines, la Commission jouit d'une grande liberté en ce qui concerne le choix des facteurs d'installation. Au point de vue économique, il est généralement désirable que les centrales de haute chute servent à produire la puissance de pointe; toutefois, dans le cas présent, les centrales de haute chute sont plus éloignées du centre de consommation que les centrales de basse chute. Le coût du transport de l'énergie réduit donc les avantages économiques. En outre, la puissance installée de toutes les usines doit être suffisante pour

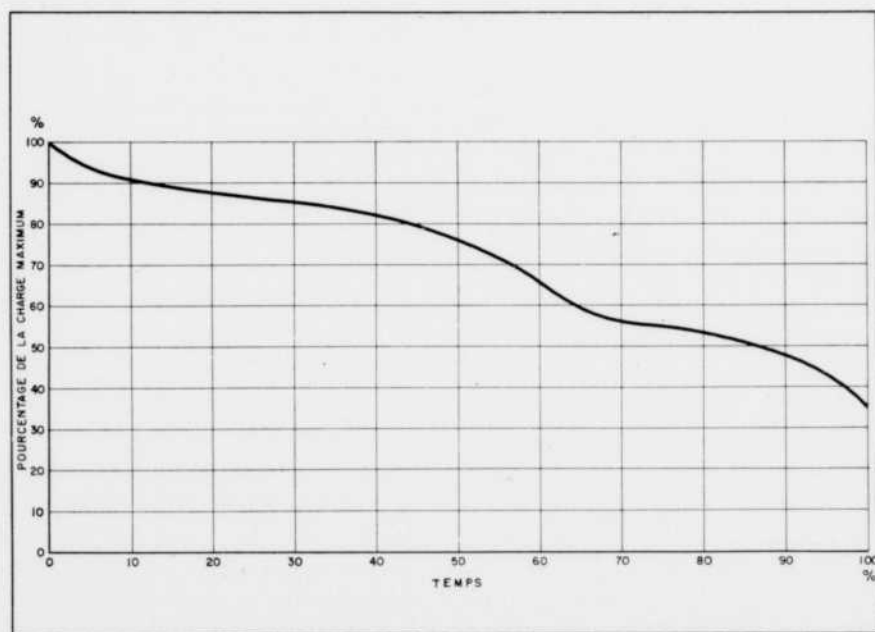


Fig. 3 — Courbe normalisée de durée de charge mensuelle.

utiliser toute l'eau et permettre de régulariser le débit pour les centrales d'aval.

On doit aussi considérer sous plus d'un angle les avantages qu'il y aurait à placer les centrales de pointe près du centre de consommation. Comme nous l'avons dit plus haut, il pourrait s'agir d'usines à gaz, d'usines thermiques ou d'une usine de pompage. Sur le plan économique, il faut tenir compte d'un côté du coût d'usines de ce genre, et de l'autre, de ce qu'il en coûterait pour installer la puissance de pointe aux centrales de la Manicouagan et de la Rivière aux Outardes, ainsi que le coût du transport de l'énergie jusqu'au centre de consommation. D'autres considérations entrent en ligne de compte ; par exemple, la stabilité et la sécurité de fonctionnement du réseau, tant dans une perspective immédiate qu'à long terme. Ces aspects nécessitent des études détaillées.

Par exemple, une usine à gaz ou une centrale thermique peuvent fonctionner économiquement aux heures de pointe, mais si elles doivent rester en marche durant de longues périodes, le coût du combustible et les frais d'entretien montent en flèche. Par ailleurs, une usine de pointe hydroélectrique, avec usine de pompage, ne peut servir que durant un temps relativement court, à moins qu'on ne soit prêt à encourir une dépense supplémentaire pour aménager un réservoir considérable. Il existe plusieurs emplacements propices à l'établissement d'une centrale de ce genre près du centre de consommation.

Variables principales

L'aménagement d'un emplacement doit être étudié en fonction de tout le réseau. Dans les analyses de réseaux, on doit tenir compte de l'effet d'un grand nombre de variables. Toutefois, certaines variables sont d'importance secondaire au début, car elles

n'affectent pas l'économie relative des diverses séquences d'aménagement ni le choix de la puissance à installer à chaque emplacement. Les variables principales qu'on a retenues pour le réseau de la Commission sont les suivantes :

Variation de la demande de charge — Pour fins d'analyse, on a établi une série de pronostics de charge dont la Fig. 2 donne un exemple.

Variation de la demande d'énergie — On a établi diverses demandes d'énergie (voir Fig. 2) et choisi une gamme de rapports entre la demande mensuelle et la demande annuelle.

Variation du débit des rivières — On connaît le débit à long terme du Saint-Laurent; il varie relativement peu, car il est régularisé par les Grands Lacs. Pour fins d'analyse, on a donc établi les trois séries de chiffres suivantes :

Débites mensuels au cours d'une année moyenne.

Débites mensuels au cours d'une année de faible débit.

Débites mensuels au cours d'une année de fort débit. Ces valeurs déterminent les variations de production des centrales existantes du Saint-Laurent.

En ce qui concerne la nouvelle centrale de Carillon, sur l'Outaouais, les observations ne remontent pas très loin. Toutefois, on a pu établir là aussi des valeurs estimatives de débit mensuel, pour les années moyennes, les années de faible débit et les années de fort débit.

En ce qui touche la Bersimis, la Rivière aux Outardes et la Manicouagan, situées dans des bassins adjacents, seule la Rivière aux Outardes est observée depuis un temps assez long. On a donc analysé le débit et on a transposé les valeurs ainsi obtenues, à l'aide de facteurs de superficie et d'écoulement, pour les appliquer aux deux autres rivières. Les aires d'alimentation en amont de cha-

que emplacement, ont été traitées séparément. Depuis le début des études, on a commencé à observer le débit proportionnel réel des diverses aires d'alimentation.

Variations de la puissance installée — Comme nous l'avons expliqué plus haut, il y a une grande liberté de choix en ce qui concerne la puissance à installer; mais il n'est pas facile de déterminer l'effet des variations à cause des besoins du transport, du programme de construction, des frais d'intérêt durant la construction, etc. Toutefois, lorsqu'on fait l'essai d'une séquence, on doit s'assurer non seulement que l'intégration des diverses usines permet de faire face à la demande de charge et d'énergie, mais aussi que l'intégration de la puissance installée à la fin de la période d'aménagement, assurera la sécurité de fonctionnement et l'équilibre du réseau. Il faut donc faire l'essai du plus grand nombre possible de variations, ce qui inclut l'installation de diverses centrales de pointe près du centre de consommation.

Variation du programme de construction : En théorie, le nombre de programmes à essayer n'est limité que par le nombre de permutations possibles des emplacements en question. Des considérations d'ordre pratique limitent toutefois le nombre de possibilités: durée de remplissage des réservoirs, limitations des programmes de construction. En outre, il faut éviter de procéder en même temps à la construction de plusieurs centrales ce qui augmenterait trop les dépenses en immobilisation et par conséquent les frais annuels durant la période de construction.

Variables secondaires

Comme nous l'avons expliqué plus haut, les variables qui n'affectent pas l'économie relative des diverses séquences d'aménagement ni le choix de la puissance à installer peuvent se classer parmi les variables secondaires. Pour

les études initiales, on peut leur assigner des valeurs appropriées. Voici la liste de ces variables, avec leur évaluation :

Caractéristiques des machines :

En déterminant les dimensions et les caractéristiques des groupes qui seront installés aux diverses centrales, on a supposé qu'ils auraient les dimensions maximales, les seuls facteurs de limitation étant la capacité de fabrication, l'expérience et les techniques. On a en outre présumé que l'efficacité de tous les groupes sera égale, ou presque, à la valeur maximale qu'on peut atteindre à l'heure actuelle. Dans le cas des usines de pointe, à turbine à gaz ou thermiques, on a fixé la puissance des groupes à 30 et 250 mégawatts respectivement.

Coût du combustible pour les usines thermiques : Il a déjà été établi que des usines thermiques de base ne seraient pas économiques au Québec pour la période à l'étude. Les centrales thermiques d'appoint présentent toutefois de nombreux avantages, économiques et autres. Ces centrales ne consommeraient que peu de combustible et les variations du coût du combustible auraient un effet négligeable sur le coût d'exploitation du réseau. Aux fins de la présente étude, on a présumé qu'on se servirait d'huile "Bunker C" au coût de 35 cents par million de B.T.U.

Pertes par transmission : On a présumé que les pertes encourues par les longues lignes de transport partant de la Manicouagan et de la rivière aux Outardes s'élèveraient en tout à trois pour cent de la puissance maximale transmise. Ce total ne comprend pas les pertes subies pendant la transformation au poste de départ, qui sont comprises dans l'efficacité des unités. Les pertes par transmission s'ajoutent à la courbe de charge nette.

Techniques de contrôle des réservoirs : Pour les divers réservoirs, on a adopté une méthode

d'exploitation à l'aide de courbes, méthode qui sera décrite plus bas. On a d'abord postulé les courbes, pour ensuite les vérifier par la méthode de tâtonnement. En général, elles se sont avérées près de la valeur optimum.

Niveaux prévus des réservoirs :

Les calculs préliminaires indiquent que l'élévation normale régulière des réservoirs de Manicouagan 5 et du Mille 58 de la rivière aux Outardes devrait se situer aux cotes 1180 et 1150, respectivement. On a donc adopté ces valeurs aux fins de la présente étude. On les vérifiera après avoir établi les grandes lignes du programme d'aménagement le plus économique.

Frais de construction, taux d'intérêt, méthode de comptabilité et frais annuels :

Dans les études comparatives, il est très important de normaliser les frais pour éviter les résultats anormaux. À cet effet, les ingénieurs de la Commission ont fait une étude exhaustive des frais de chaque aménagement. Lorsque la chose était possible, on normalisait le coût de l'équipement sous formes de courbes : ensuite, on calculait les immobilisations de chaque aménagement pour un facteur d'installation de 100 pour cent. On obtenait ainsi le coût de production de l'énergie de base. Pour obtenir les frais supplémentaires, on ajoutait d'autres groupes à l'installation de base. Le coût des lignes de transport et des postes de départ a été établi de la même manière.

On a déterminé les programmes de construction et choisi le chiffre de dépense annuelle après l'analyse de travaux semblables entrepris dans le passé.

Les taux d'intérêt, les méthodes de comptabilité et les frais annuels sont conformes aux pratiques de la Commission.

Critères d'exploitation du réseau

Dans un réseau où il n'y a, pour ainsi dire, aucune produc-

tion thermique, le premier critère de l'économie d'exploitation est la prévention ou la réduction des déversements. Il faut donc des réservoirs suffisants. Les trois rivières de l'est auront de très grands réservoirs, qui serviront en même temps de protection contre les périodes de faible débit. Celui de Manicouagan 5 sera le troisième du monde, par ordre de grandeur, et il y aura des réservoirs considérables à Bersimis I et au Mille 58 de la rivière aux Outardes. Les bassins de retenue de Bersimis 2, Manicouagan 3, Manicouagan 2 et du lac Sainte-Anne serviront de régulateurs à court terme. Réduire les déversements revient donc à intégrer correctement le fonctionnement des diverses usines de façon à faire face aux variations de la demande d'énergie et de puissance. On y parvient en partageant la demande entre les diverses usines, au moyen de la courbe de durée de charge (Fig. 4). La place de l'usine sur la courbe dépendra du rapport entre le débit disponible à un moment donné et la puissance installée ou, plus exactement, le débit de l'usine au même moment. Les centrales au fil de l'eau qui sont entièrement aménagées se placent toujours au bas de la courbe, pour utiliser au maximum l'énergie disponible. Les usines à bassin d'accumulation se placent plus haut, parce que, en général, leur facteur de puissance ou de "répartition" est moins élevé. Enfin, les centrales d'appoint occupent le sommet de la courbe. Ce procédé de partage est une opération continue, qui peut se faire à toutes les heures, chaque jour, chaque semaine ou chaque mois, selon la flexibilité du réseau. Pour fins d'analyse, on peut en général se contenter d'effectuer le partage chaque mois, si le volume de retenue est considérable. La connaissance du procédé de partage constitue le meilleur moyen de comprendre la nature des diverses usines qui doivent être intégrées dans le ré-

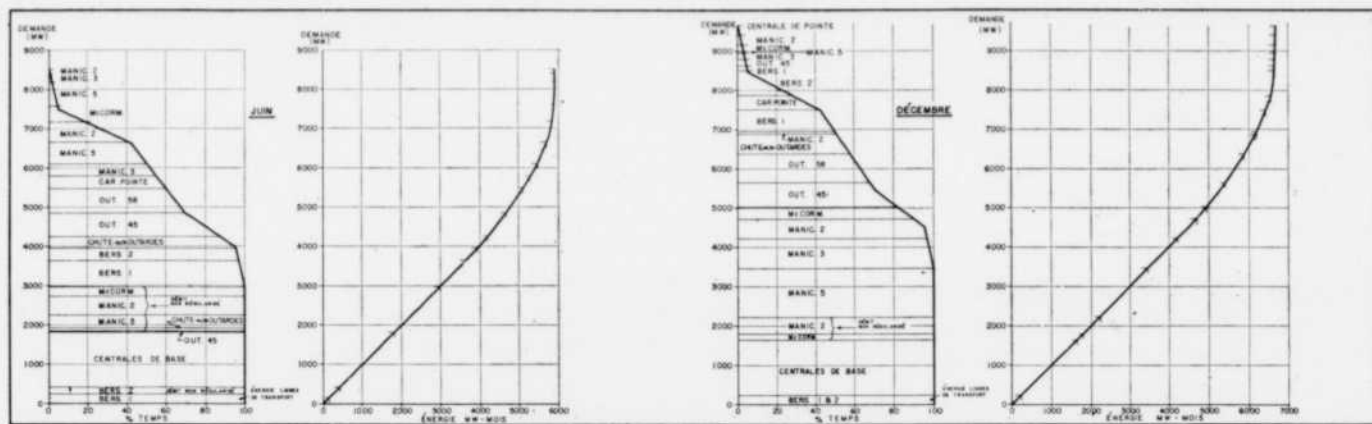


Fig. 4 — Courbes simplifiées de durée de charge pour les mois de décembre et de juin, montrant le partage de la demande.

seau. Puisqu'il s'agit, en pratique, d'une opération continue, l'intégration des nouvelles usines doit permettre de faire face à une grande variété de conditions.

Une bonne méthode de régularisation du volume de retenue constitue aussi un facteur important de la réduction des déversements. Ici intervient le deuxième critère d'exploitation économique : il faut toujours maintenir une hauteur maximale de chute. La régularisation se fait à l'aide d'une courbe, tracée pour chaque réservoir important, portant comme coordonnées l'élévation du réservoir et le mois de l'année.

L'élévation représente le niveau le plus bas auquel l'opérateur peut abaisser son réservoir pour faire face à la demande, mais qu'il ne doit jamais dépasser à moins de cas d'urgence, puisqu'il doit maintenir une réserve suffisante en attendant les crues du printemps. La courbe doit être conçue de façon à permettre la rétention des crues sans sacrifier la hauteur de chute. D'abord établies approximativement, ces courbes sont ensuite précisées par la méthode de tâtonnements de façon à obtenir la meilleure exploitation possible du réseau. On peut les modifier de temps à autre, au besoin, pour faire face à une situation nouvelle.

Si le volume de retenue d'une usine est limité, l'exploitation doit se faire de façon à éviter une trop grande réduction des réserves. Il

faut, à cette fin, en établissant les puissances installées, faire concorder le plus possible le facteur de puissance des centrales situées immédiatement en aval et en amont du bassin. Ces centrales occuperaient donc des positions adjacentes sur la courbe de durée de la charge.

Durant la période d'aménagement, il faut arrêter un plan pour le remplissage de chaque réservoir. Il faut planifier avec soin l'utilisation de l'eau, surtout dans le cas de Manicouagan 5, où l'opération prendra plusieurs années. Il faut remplir les réservoirs sans nécessiter la construction antérieure d'usines supplémentaires.

En outre, il faut faire face aux besoins quotidiens du réseau, maintenir, par exemple, des courants de charge minimaux pour les lignes de transport, et conserver une réserve de puissance suffisante pour assurer la sécurité de fonctionnement du réseau.

Programme du calculateur

Si on utilisait les méthodes conventionnelles de calcul, il faudrait beaucoup de temps et un nombre considérable d'ingénieurs pour intégrer et placer en perspective toutes les caractéristiques du réseau actuel, les caractéristiques des nouvelles usines, les variables à étudier et les critères d'exploitation auxquels il faut répondre. De plus en plus, les compagnies d'électricité modernes qui doivent

faire face à des problèmes d'expansion se rendent compte des avantages que présentent les calculateurs numériques électroniques pour des études de ce genre. Un modèle réaliste, réalisé à l'aide d'un ordinateur, permet d'observer rapidement l'effet des variables énumérées plus haut : les résultats forment un document compact qui aide à formuler les décisions affectant la planification et l'exploitation à long terme.

Une fois établi, le modèle peut servir au personnel chargé de l'exploitation pour déterminer la meilleure méthode d'exploitation en rapport avec les diverses conditions, de mois en mois et d'année en année. Les conditions nouvelles peuvent s'intégrer rapidement au programme pour donner de nouveaux résultats.

La Commission hydroélectrique de Québec a donc fait préparer un modèle de son réseau, d'une portée suffisante pour servir maintenant à la planification et plus tard à l'exploitation. Le modèle est actuellement installé sur un ordinateur IBM 704 situé à Toronto. Il est conçu de façon à pouvoir s'adapter à un ordinateur d'un autre type une fois la présente série d'études terminée.

Le programme comprend les trois phases suivantes :

Données d'entrée : ces données comprennent d'abord des renseignements emmagasinés dans la mémoire du calculateur et, en

second lieu, les principales variables à étudier. Les renseignements emmagasinés comprennent les catégories suivantes que nous avons expliquées plus haut :

Caractéristiques de la charge du réseau.

Caractéristiques des usines.

Débits des rivières.

Critères d'exploitation.

Caractéristiques des réservoirs.

Coût.

Ces renseignements comprennent toutes les variables secondaires énumérées plus haut et, en outre, les pronostics de charge et les débits, qui sont des variables principales. D'abord exprimés en chiffres, ils sont traduits dans la langue du calculateur puis emmagasinés dans la mémoire de l'appareil. Il est intéressant de noter que le calculateur IBM 704 a une mémoire de base de 8000 "mots", que le présent programme utilise en entier.

La deuxième section des données d'entrée comprend les autres variables principales à étudier; par exemple, diverses puissances installées à chaque usine et diverses séquences d'aménagement. Pour chaque séquence d'aménagement qui doit être étudiée, on choisit et on prépare les variables principales avant de les fournir à l'appareil. On identifie en outre les données de charge et de débit sans qu'elles soient rappelées de la mémoire du calculateur. De cette façon, on peut déterminer le prix de revient relatif de chaque séquence ainsi que la possibilité de faire face à diverses demandes sous différents débits.

Données de sortie : L'appareil imprime séparément les données obtenues par la simulation du réseau et la simulation des frais. Les résultats de la simulation du réseau s'impriment soit sur une base annuelle, soit sur une base mensuelle, selon la quantité de détails requis pour l'analyse en question. Ces données se présentent de la façon suivante :

Répétition des principales données d'entrée.

Pour chaque usine de la Bersimis, de la Manicouagan et de la rivière aux Outardes :

L'énergie utilisable.

Les déversements de crue.

Les déversements vendables.

Les déversements de demande.

Note : Les déversements vendables sont ceux qui, en tenant compte de la puissance installée de l'usine, auraient pu servir à la génération d'électricité. Les déversements de demande comprennent l'eau relâchée d'un réservoir pour être turbinée par les usines d'aval.

Pour les usines de base de Beauharnois, des Cèdres, de Rivière-des-Prairies, de Carillon et de Lachine, (si cette centrale est incluse) :

L'énergie utilisable.

L'énergie perdue par déversement.

Pour toute centrale de pointe, thermique ou à usine de pompage :

L'énergie utilisable.

Le niveau minimal et maximal des réservoirs suivants :

Bersimis No 1

Rivière-aux-Outardes,

Mille 58

Manicouagan 5

Manicouagan 3

Lac Sainte-Anne

L'écoulement total du réservoir de Manicouagan 5.

Les données relatives au prix de revient s'inscrivent sous les titres suivants :

Répétition des principales données d'entrée.

Total des frais suivants pour toutes les centrales, à l'exception de Manicouagan 5.

Dépense annuelle en immobilisation.

Dépense accumulée en immobilisation, y compris l'intérêt durant la période de construction.

Frais annuels.

Données semblables pour Manicouagan 5.

Données semblables pour les frais de transport et de manœuvre.

Grand total des frais précédents; total supplémentaire incluant l'intérêt composé à cinq pour cent des frais annuels.

Ordre des calculs : On trouvera en appendice un schéma simplifié illustrant la troisième phase du programme. Le calculateur simule le débit des cours d'eau, la production de l'énergie et les déversements; il se conforme aux critères d'exploitation énumérés plus haut; il calcule le niveau de l'eau, la production d'énergie, l'écoulement des réservoirs, ainsi que les divers frais. On répète ces calculs pour chaque mois de la période à l'étude. Les frais ne sont calculés qu'à la fin de chaque série de calculs.

Chaque séquence, s'étendant sur une période de 15 ans, implique de dix à vingt millions d'opérations distinctes et prend environ 15 minutes, si on exclut le temps d'impression, soit 30 minutes. Le calcul des frais prend environ 3 minutes.

Le schéma simplifié de l'appendice montre bien que le calculateur fonctionne exactement comme un modèle du réseau : il utilise et régularise le débit, dispose chaque centrale sur la courbe de charge et les met en service au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir. Si la puissance installée ne suffit pas à répondre à la demande maximale, ou encore si tous les réservoirs sont rendus au niveau minimal et ne peuvent répondre à la demande d'énergie, l'appareil s'arrête. D'après les données imprimées, on peut déterminer la cause de l'arrêt et faire les modifications qui s'imposent.

Normalement, après chaque série de calculs, on vérifie certains résultats-clés par inspection. Par la suite, des vérifications arithmétiques permettent de s'assurer que le programme a fonctionné d'une façon entièrement satisfaisante.

Méthodes d'analyse

L'analyse se fait surtout au moyen de la méthode de tâtonne-

ment. Le principal problème qui se pose actuellement à la Commission est de choisir la séquence d'aménagement de ses futures centrales ainsi que la puissance à installer dans chacune qui assureront l'exploitation la plus économique de son réseau. On fait d'abord l'essai de chaque séquence, à l'aide du calculateur, en présumant un débit moyen et en choisissant la date de remplissage des réservoirs, pour s'assurer qu'elle pourra répondre à la demande. Puis on analyse le coût des divers éléments. Si la séquence n'a pas pu répondre à la demande ou si le niveau des réservoirs est trop bas, on la modifie jusqu'à ce qu'elle soit acceptable. On procède ensuite à de nouveaux essais, avec des conditions plus rigoureuses de débit, de remplissage et d'augmentation de la charge. On peut parfois améliorer la séquence en ajustant la puissance installée des diverses centrales, ce qui permet d'économiser l'eau des réservoirs. On procède alors à un nouvel essai.

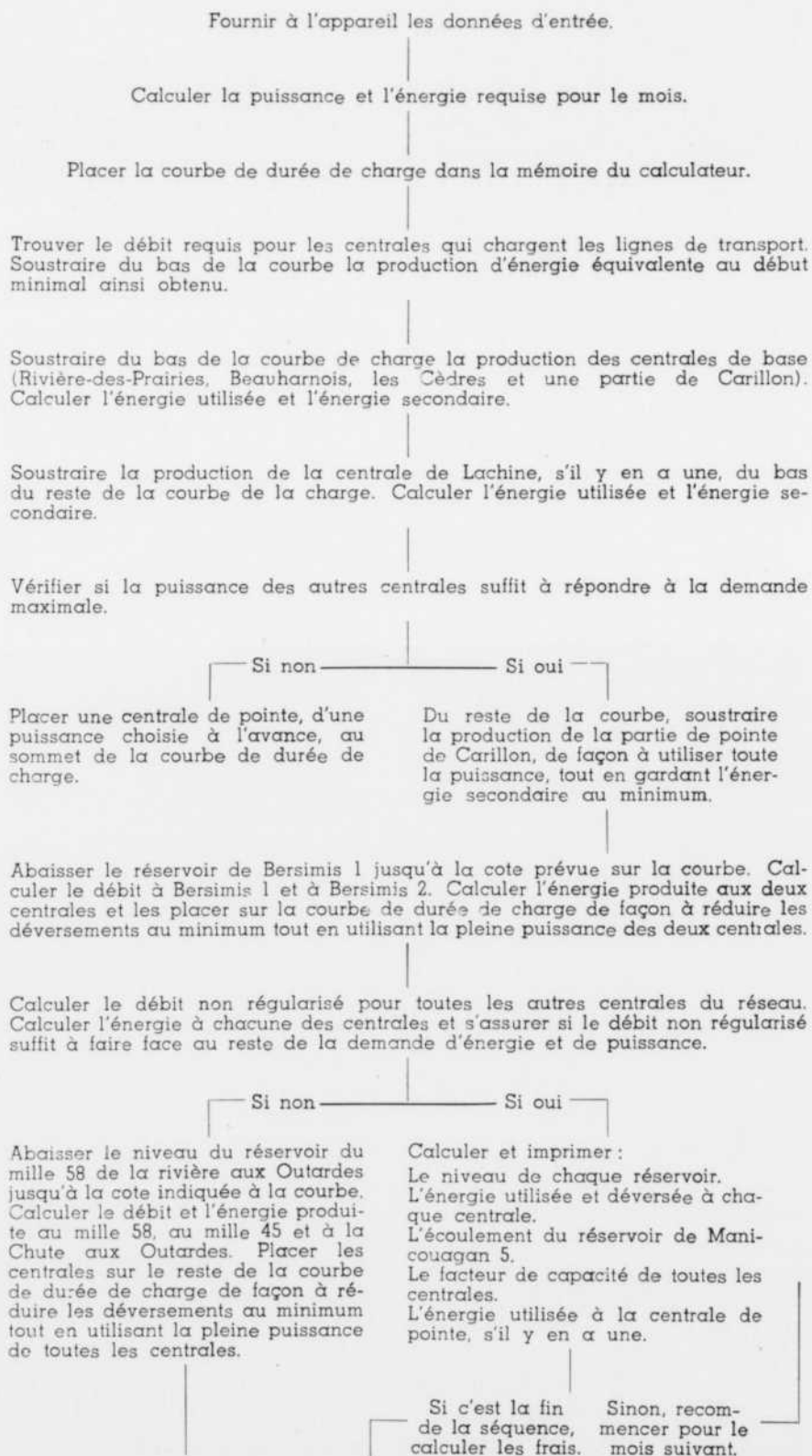
Quand toutes les séquences à l'essai ont pu répondre à la demande prévue, sous diverses conditions de débit et de remplissage, on calcule à l'aide des frais annuels, le coût de l'énergie qui indique alors la valeur économique de chaque séquence.

D'après les essais effectués jusqu'à maintenant, on a pu constater l'effet des diverses variables sur le prix de revient. Bien que le prix de revient ne soit pas le facteur principal du choix d'une séquence, les différences de coût montrent comment une bonne planification permet de réaliser des économies. Une séquence vaut en autant qu'elle assure, sans dépenses inutiles, une flexibilité suffisante pour faire face aux changements du rythme prévu de croissance de la demande ainsi qu'aux variations de débit des cours d'eau.

APPENDICE

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU CALCULATEUR CALCULS TYPIQUES POUR UN MOIS

Simulation du réseau

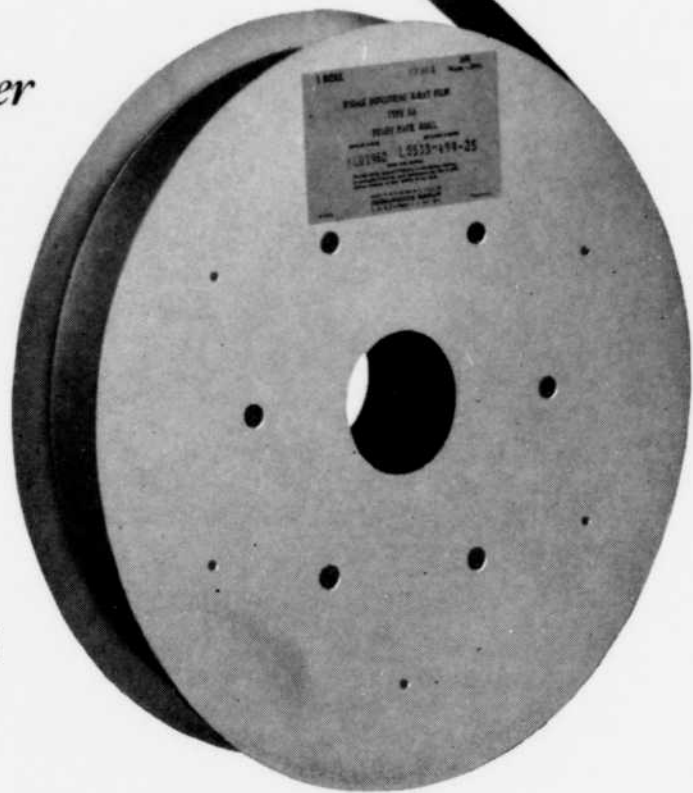


*Aussi
pratique à employer
qu'un rouleau de
ruban magnétique!*

Les films Kodak pour rayons X industriels

Type AA et Type M...

en rouleaux Ready Pack



En largeurs de 16mm, 35mm et 70mm,
toutes en longueurs de 200 pieds

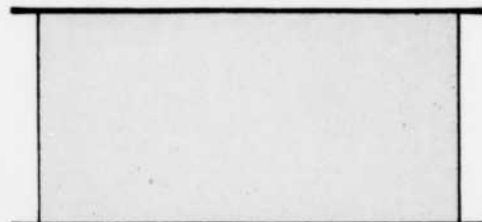
Voici le populaire film Kodak pour rayons X industriels, présenté sous une nouvelle forme pratique — en rouleaux de 200 pieds, et en trois largeurs. Les rouleaux Ready Pack apportent une solution aux problèmes posés par les méthodes de radiographie panoramique ou à fente mobile de récipients et de tuyaux à parois mincés, structures alvéolaires, soudures circonférentielles, etc. Déroulez le film à la longueur voulue, coupez-le, scellez ses extrémités avec du ruban opaque sensible à la pression. Et vous êtes prêt à inspecter des alliages d'aluminium ou au magnésium, des aciers minces, n'importe quoi où il n'y a pas besoin d'écrans de plomb.

Les rouleaux Ready Pack sont fournis sur des bobines en carton de 12 pouces de diamètre. Le film est enfermé dans un recouvrement enveloppant scellé, étanche à la lumière, sans papier intermédiaire. Il reste propre et évite le chargement en chambre noire. Pour le traitement, détachez simplement le recouvrement le long du bord scellé et enlevez le film.

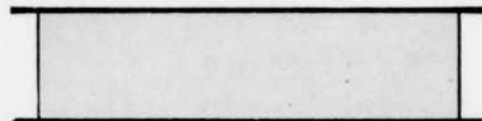
Pour en commander une provision, mettez-vous en rapport avec votre détaillant d'articles radiographiques.

CANADIAN KODAK CO., LIMITED
Toronto 15, Ontario

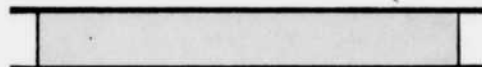
ROULEUX READY PACK...



70mm x 200 pieds



35mm x 200 pieds



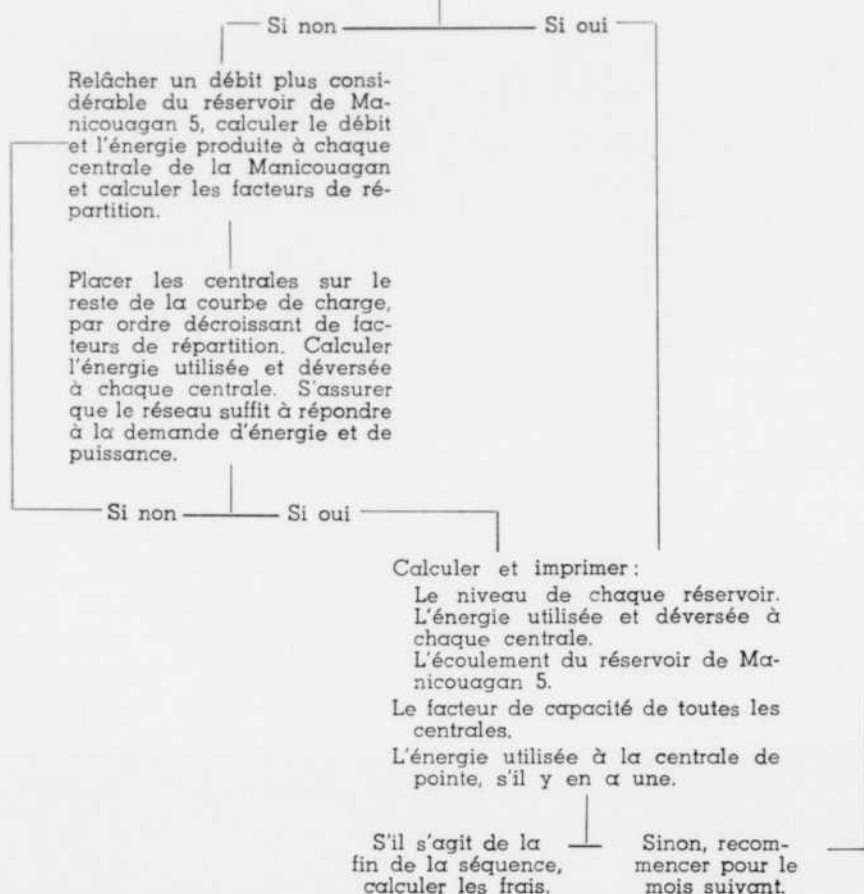
*16mm x 200 pieds

*Ce format n'est actuellement
disponible que sur commande
spéciale.

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

Abaissier le niveau du Lac Sainte-Anne jusqu'à la cote prévue à la courbe et calculer le débit non régularisé à Manicouagan 5 et à Manicouagan 3, de même que le débit régularisé à Manicouagan 2 et à McCormick. Calculer l'énergie produite par chaque usine de la Manicouagan et établir les facteurs de répartition.

Placer les centrales sur le reste de la courbe de charge, par ordre décroissant de facteur de répartition. Calculer l'énergie utilisée et déversée à chaque centrale. Vérifier si le réseau peut faire face à la demande d'énergie et de puissance.



Calcul des frais

Fournir à l'appareil les données d'entrée pour tous les aménagements.

Calculer les dépenses accumulées en immobilisations et les frais annuels pour les aménagements du Mille 58, du Mille 45, de la chute aux Outardes, de Manicouagan 3, de Manicouagan 2, de McCormick, de Lachine et pour la centrale de pointe.

Calculer les dépenses accumulées en immobilisations et les frais annuels pour Manicouagan 5.

Calculer les dépenses accumulées en immobilisations et les frais annuels pour le réseau de transmission.

Additionner et imprimer les dépenses accumulées en immobilisations pour chaque année.

Additionner et imprimer les frais accumulés pour chaque année, plus les frais annuels du Lac Sainte-Anne.

Accumuler et imprimer les frais annuels.

Avantages de l'utilisation d'un calculateur

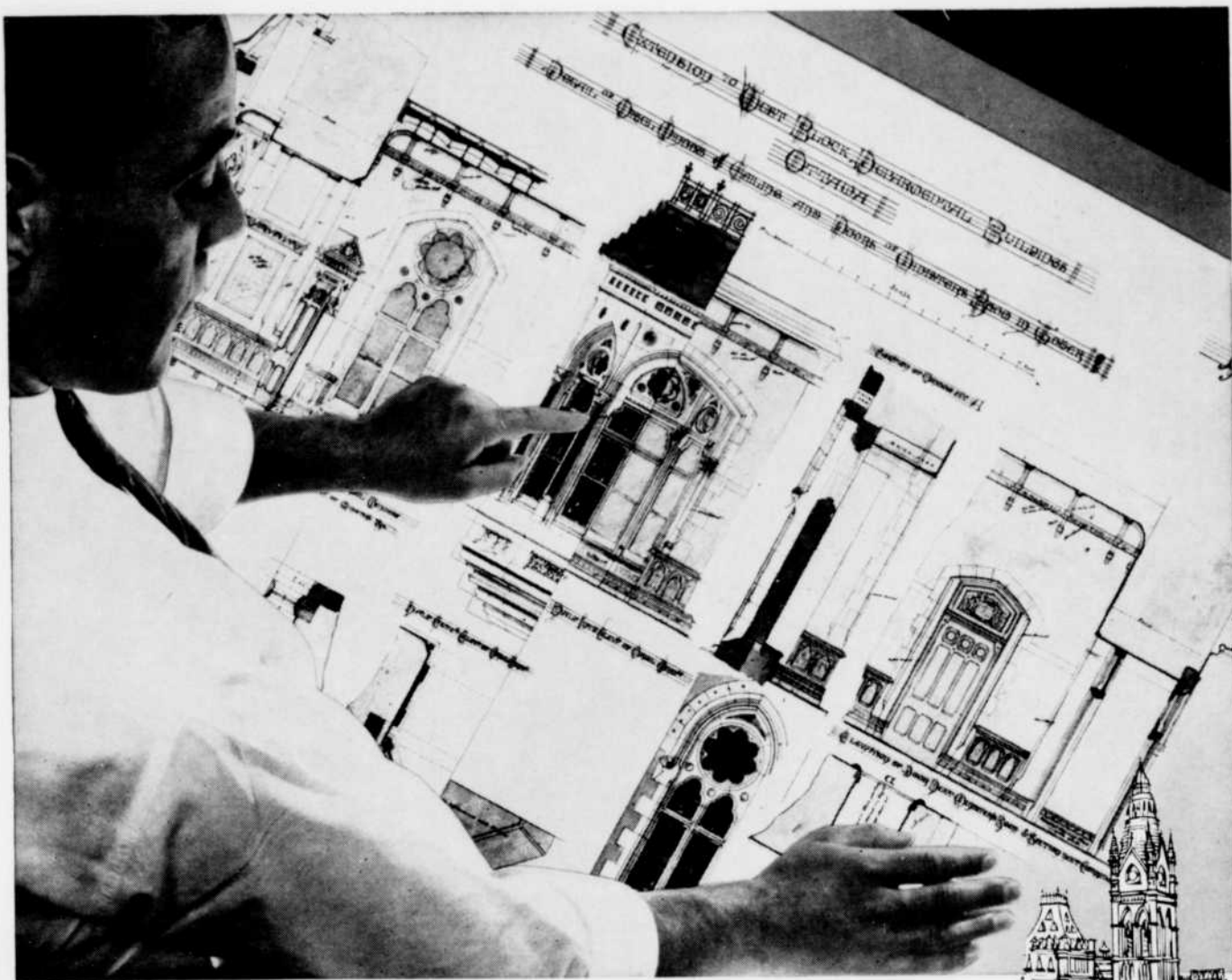
Le principal avantage d'un modèle comme celui que nous venons de décrire est évidemment l'économie de temps et de personnel. Il permet de réaliser à moins de frais des études d'une très grande envergure, portant sur tous les aspects de la planification des réseaux. Il permet d'établir rapidement l'effet des variations de la croissance de la charge, des variations de débit, des conceptions variées des ouvrages et de différents coûts. Le modèle possède aussi des avantages secondaires; il permet d'obtenir rapidement un bilan financier de chaque aménagement ou encore la capacité de détournement nécessaire pour différents débits.

Le modèle peut aussi servir à déterminer les critères d'exploitation les plus économiques, tant pour l'état actuel du réseau que pour son état futur. On pourrait établir un tel plan d'exploitation chaque mois. Le coût de l'utilisation du calculateur serait minime en comparaison de l'économie d'eau que l'on pourrait faire.

Remerciements

Les auteurs remercient M. F. Rousseau, ingénieur en chef de la Division des aménagements de la Commission hydroélectrique de Québec, de l'encouragement qu'il leur a donné dans l'établissement du programme. Ils remercient tout spécialement M. J. Bachman, de la Division des aménagements de l'aide précieuse qu'il leur a accordée au cours de la préparation initiale du travail.

Le programme du calculateur a été établi par H. G. Acres & Company Limited, en collaboration avec leurs conseillers en traitement des données, H. S. Gellman and Company Limited. Les auteurs veulent exprimer leur reconnaissance à MM. R. L. Glinch et M. J. Lucas, de ces deux sociétés, dont l'aide précieuse a contribué pour une large part à assurer la réussite du programme.



Dessin original d'architecte d'une partie des édifices du Parlement à Ottawa (1875), reproduit sur le nouveau Film Kodagraph Autopositif à base Estar. L'original est aux Archives publiques du Canada, à Ottawa.



La beauté originale préservée dans ses moindres détails!

Le nouveau Film Kodagraph Autopositif à Base Estar vous donne des copies intermédiaires des plus robustes, aux détails très nets.

C'est le choix idéal pour les travaux de reproduction en général et pour l'emploi par le service des dessins. Il permet de réaliser directement des copies intermédiaires positives de même format, sans avoir à faire de négatifs. On obtient d'excellents résultats au "tirage par transparence" ou au tirage par réflexion, même quand il s'agit de tirage par réflexion de patrons métalliques.

Voyez ce nouveau Film Kodagraph versatile — ainsi que les autres films de nouvelle gamme à Base Estar: le Film-Contact Kodagraph; le Film-Projection Kodagraph.

Ils sont tous très translucides et ont une grande stabilité dimensionnelle, ainsi qu'une

excellente surface mate des deux côtés, permettant de dessiner facilement dessus. Disponibles en formats de feuilles de papier à dessin standard et en rouleaux ayant jusqu'à 52 pouces de large. Appelez le détaillant Kodagraph de votre localité, ou écrivez à Canadian Kodak Co., Limited, Toronto 15, Ontario.

DU NOUVEAU!

Kodagraph

FILMS POUR REPRODUCTION

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

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

COUP D'OEIL

SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

L'activité de l'Institut de combustion du Canada

L'Institut de combustion du Canada, organisme fondé dans le but de promouvoir l'avancement des sciences connexes à la combustion et à la technologie des combustibles, a tenu trois réunions publiques durant la saison d'automne 1961.

La réunion de septembre consistait en un colloque auquel participaient MM. L. Thompson, professeur à l'Université McGill, modérateur du colloque; B. Jackson, de la compagnie Eclipse Fuel, qui a traité de la combustion des corps gazeux; G. Gauthier (Poly '52), de la Dosco, qui parla de la combustion du charbon; et J. Rensink, de la compagnie Imperial Oil, qui traita de la combustion des corps liquides.

Le conférencier invité à la réunion d'octobre était M. T. Peart, de la compagnie Bailey Meter, qui a entretenu les membres des commandes automatiques de combustion dans les chaudières utilisant des combustibles solides, liquides ou gazeux.

Le conférencier de la réunion de novembre était M. S. Plamondon (Poly '36), directeur adjoint de l'Institut d'hygiène industrielle de l'Université de Montréal. Il traita de la relation entre la pollution de l'air et la combustion.

Les assemblées de l'Institut ont lieu le quatrième mercredi de chaque mois et tous les intéressés sont cordialement invités à y assister. Le secrétaire de l'Institut, M. G. Gantcheff, renseignera sur le programme tous ceux qui lui téléphoneront à RE. 9-2451, poste 261.

Nouvelle dynamite

Le service des explosifs de Du Pont of Canada vient de lancer sur le marché un nouvel agent de sautage dont les applications sont nombreuses. On rapporte que ce nouveau produit offre une grande résistance à l'eau et qu'il dégage peu de vapeurs ou d'odeurs.

Connue sous le nom de "Hi-Cap 1", cette nouvelle dynamite possède un pouvoir brisant particulièrement efficace dans le roc mou et moyennement dur, ainsi que dans le minéral. Elle est offerte en cartouches de 1¼ x 16 et 1½ x 16 pouces munies du bout aminci exclusif à Du Pont qui facilite la mise en place des charges dans les trous où l'on rencontre des aspérités.

En plus d'être placée dans la classe 1 au point de vue dégagement des vapeurs — caractéristique indispensable pour les travaux souterrains — la "Hi-Cap 1" a une vitesse relativement faible de 9,000 pieds par seconde qui lui confère un effet soulevant et éparpillant et lui permet de briser uniformément de fortes quantités de roc et de minéral. On peut également l'utiliser dans les endroits humides.

Bourses d'études de l'International Nickel

Des bourses d'études d'une valeur totale de \$86,000 ont été octroyées à 18 étudiants d'universités canadiennes par l'International Nickel Company of Canada. Elles font partie d'un programme d'aide à l'éducation auquel cette compagnie a versé depuis cinq ans quelque \$2,900,000.

Les bourses Inco ont une durée de quatre ans et sont renouvelables d'une année à l'autre. Elles prévoient les versements annuels des frais de scolarité, de \$300 à l'étudiant et de \$500 à l'université. La valeur maximale annuelle de chaque bourse est de \$1,200.

Trois des récipiendaires sont des Néo-Canadiens qui eurent à apprendre la langue du pays avant de surpasser leurs confrères dans les matières au programme. Parmi les nouveaux boursiers on remarque Jérôme Gendron, de Saint-Damase, qui fréquente l'Université Laval, Marcel Gilbert, de Montréal, étudiant à l'Université de Montréal et Peter Jones, de Saint-Laurent, étudiant à McGill.

Nouvelle pompe à haute pression

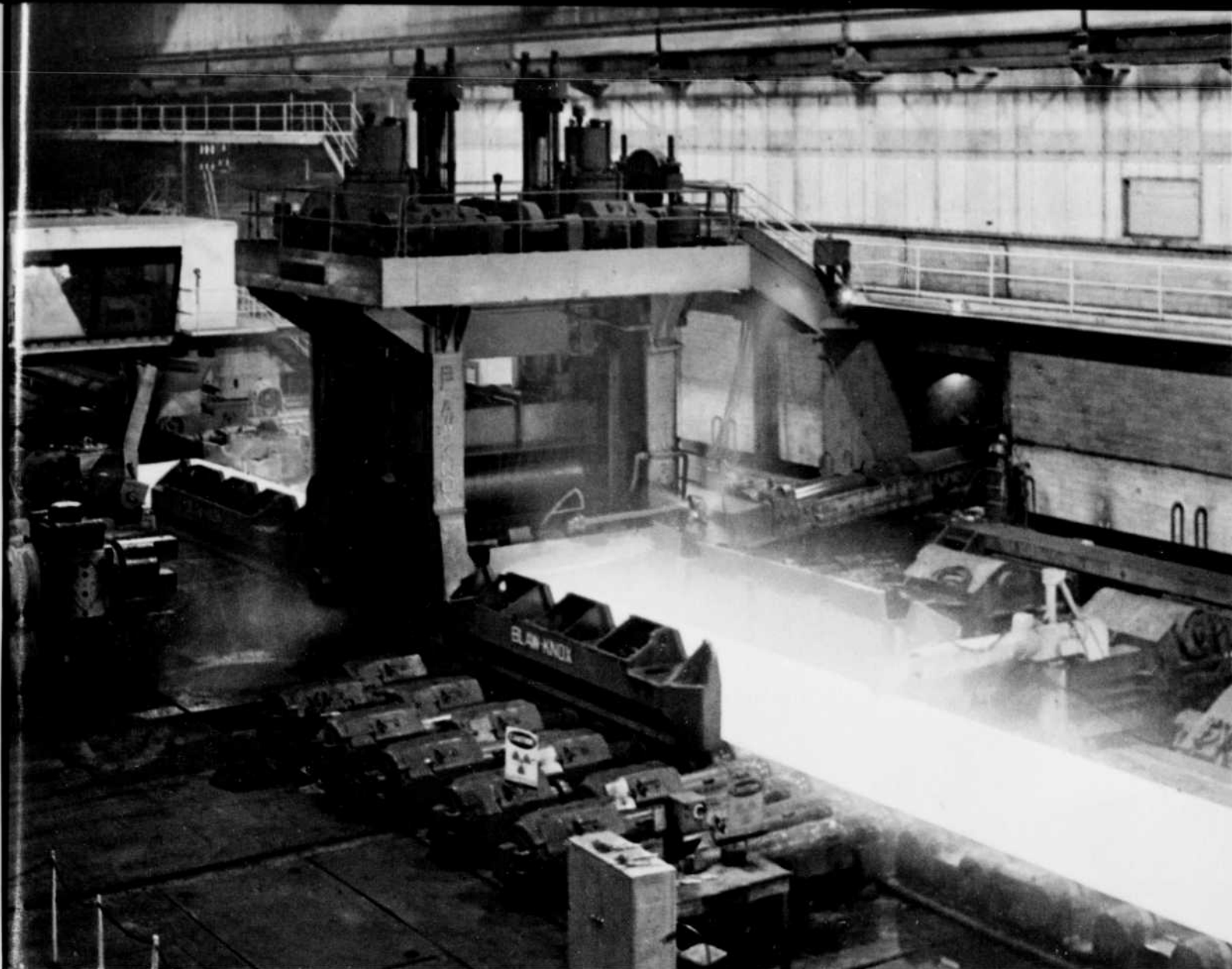
La Terry Machinery Company Limited a récemment mis sur le marché une nouvelle pompe portative, type Homelite, qui est approuvée par la Commission provinciale des incendies du ministère des Affaires municipales. C'est le modèle 8S3-IP, dont l'amorçage est automatique. Cette pompe pèse 103 livres, elle est centrifuge, elle donne une pression de 80 livres au pouce carré et son débit est de 250 gallons américains à la minute. Actionnée par un moteur Homelite à deux temps refroidi à l'air, la 8S3-IP est capable d'un amorçage automatique de 20 pieds de hauteur en 70 secondes et d'une hauteur d'aspiration de 28 pieds. Elle mesure 25 pouces de longueur, 19 pouces de largeur et 23 pouces de hauteur et son moteur consomme un gallon d'essence par heure et demie.

La compagnie Terry Machinery, 1980, rue Thimens, Montréal 9, offre de faire une démonstration du fonctionnement de la pompe 8S3-IP aux ingénieurs municipaux qui en feront la demande.

Un programme d'industrialisation régionale est en marche

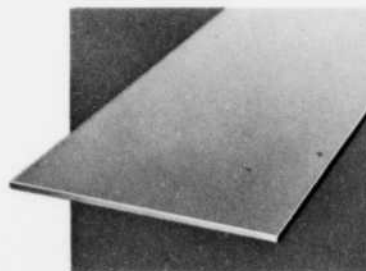
Un colloque sur l'industrialisation régionale réunissait à Montréal, en janvier, un groupe imposant de représentants d'industries intéressées à l'essor économique du Québec. Cette réunion était organisée par le bureau d'Expansion industrielle du ministère de l'Industrie et du Commerce qui s'occupe d'initiative industrielle dans la province.

L'honorable André Rousseau, ministre de l'Industrie et du Commerce, a parlé de la nécessité pour la province de prendre en mains la transformation



ALGOMA LAMINE MAINTENANT UNE TÔLE DE LA PLUS HAUTE QUALITÉ AYANT JUSQU'À 115" DE LARGEUR

Grâce à ce laminoir à tôle de 122", l'Algoma fournit à l'industrie canadienne de la tôle d'acier de qualité supérieure, dans plusieurs types d'acier—dont le CSA G40.8—ainsi que des aciers spéciaux au carbone et des alliages d'acier. Ce laminoir à tôles et lopins, unique en Amérique du Nord, transforme de lourds lingots d'acier en lopins et en brames, et produit aussi des tôles cisaillées ayant jusqu'à 115" de largeur.



THE ALGOMA STEEL
CORPORATION, LIMITED

Sault Ste. Marie, Ontario

BUREAUX DE VENTE RÉGIONAUX À: MONTRÉAL, TORONTO, WINDSOR, HAMILTON, WINNIPEG

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

de ses ressources et de travailler en collaboration intime avec les entreprises et les associations privées. Cette collaboration est nécessaire, a-t-il souligné, pour donner à notre économie libre le dynamisme nécessaire pour triompher dans la concurrence pacifique qui s'annonce avec les pays totalitaires.

L'économie québécoise devant faire face à un accroissement annuel de main-d'œuvre de quelque 40,000 personnes, il est nécessaire de stimuler l'implantation de nouvelles industries et d'assurer l'expansion des entreprises existantes dans notre province, a dit le ministre.

L'honorable Rousseau a proposé un programme d'organisation régionale qui comprend le morcellement de la province en régions d'industrialisation, la mise sur pied de conseils économiques régionaux et la nomination de délégués en résidence dans les régions. Il a insisté sur le rôle vital du secteur privé, "rôle qui lui confère de grandes responsabilités dans la bonne marche de l'économie de la province".

Quatre délégués industriels régionaux ont été nommés par le ministre. Ce sont MM. : Yvon Lacroix, ing.p., région du Bas-Saint-Laurent; Claude Blais, ing.p., région du Richelieu; Jacques Tessier, ing.f., région du Saguenay; et Jean-Yves Papineau, b.sc., région de la Mauricie. Le délégué industriel régional est en fait l'agent de liaison entre les groupements intrarégionaux d'initiative industrielle et le ministère de l'Industrie et du Commerce.

Une nouvelle raffinerie à Oakville

La Shell Oil Company of Canada, Limited vient de confier à C. F. Braun & Company la construction des installations de raffinage de la nouvelle raffinerie qu'elle est présentement à ériger à Oakville, en Ontario. Le contrat s'élève à plus de \$20,000,000, soit les deux tiers du coût total de la raffinerie. Celle-ci sera mise en service en avril 1963.

On emploiera surtout de l'équipement de fabrication canadienne. En effet, un dixième seulement du montant du contrat sera dépensé à l'étranger pour l'achat d'appareils spécialisés non disponibles au Canada.

La nouvelle raffinerie de Shell aura une capacité de 31,000 barils de brut canadien par jour. Toutes les phases de raffinage seront intégrées en une seule chaîne continue et groupées autour d'une centrale de contrôle unique.



La première couronne mobile de type Kaplan fabriquée par la compagnie Dominion Engineering pour la centrale hydroélectrique de Carillon, sur l'Ontario, a été livrée récemment. Treize autres seront expédiées à des dates prévues au cours de 1962. Cette couronne d'une puissance de 60,000 h.p. est une des plus volumineuses jamais expédiées après assemblage complet à l'usine.

On y raffinerait quelque 10 millions de barils de pétrole brut par année.

Vanne à siège caoutchouté

Le bulletin no 67161 de la Dominion Engineering Company décrit la vanne papillon Dominion à siège caoutchouté, disponible dans une gamme étendue de dimensions et de pressions. Conçue et fabriquée selon les normes C-504 de l'American Water Works Association, cette vanne peut être équipée de divers modèles de commande, selon les besoins propres de l'utilisateur.

On obtient le dépliant descriptif de cette vanne papillon en s'adressant à Dominion Engineering Company, case postale 220, Montréal.

Salon de la construction, à Chicago

L'industrie américaine de la construction sera l'hôte de quelque 75,000 entrepreneurs et spécialistes en construction immobilière et routière lors de l'exposition d'équipement de construction et de réseau routier qui aura lieu à Chicago, du 23 février au 1er mars 1963.

Près de 300 fabricants d'équipement de construction ont déjà réservé leurs stands dans l'amphithéâtre international de Chicago où sera tenu le salon. Quelque 87 pays étaient représentés lors de la dernière exposition il y a cinq ans. On s'attend à loger encore un plus grand nombre d'exposants étrangers en 1963. Seuls les entrepreneurs et les spécialistes en construction pourront visiter l'exposition.

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 - Lt-Col. Théo Miville-Dechêne, 982, av. Bougainville; 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.

Aumont, Jean, Poly '55, autrefois de Cartier et Leclerc, est maintenant à l'emploi du Ministère provincial des Richesses naturelles.

Baillargeon, Robert, Poly '44, a été élu président du club Richelieu de Montréal, au début de décembre dernier.

Barrière, Jacques, Poly '50, autrefois directeur-adjoint, au Service de la Circulation de la Cité de Montréal, est maintenant conseiller technique en signalisation routière, au Ministère provincial de la Voirie.

Chagnon, J.-Christophe, Poly '26, a été récemment nommé Directeur général des Eaux, au Ministère des Richesses Naturelles, de la province de Québec.

Chevalier, Roland, Poly '55, autrefois ingénieur senior des sols à la Geocon Ltd, filiale de la Foundation Company, est maintenant ingénieur de division, sols et fondations, à la C. D. Howe Co. Ltd.

Côté, Jean, Poly '51, a laissé l'Hydro-Québec, division des aménagements, et est maintenant, à titre d'ingénieur senior au bureau d'études de Georges Demers, ingénieur conseil à Québec.

Cousineau, J.-Émile, Poly '41, a été nommé ingénieur des relevés techniques à la Section des Projets, à l'Hydro-Québec.

d'Arcy, Maurice, Poly '60, vient d'obtenir sa maîtrise en Génie civil (structures) à l'Université de l'Illinois.

Desrochers, Marcel, Poly '50, est depuis quelque temps au service de la Banque Canadienne Nationale, responsable du service de construction et d'entretien des édifices.

Dorais, Marcel, Poly '48, est maintenant directeur à la division de construction de la compagnie Miron Ltée.

Douville, Gérard, Poly '47, a été nommé récemment au poste de Directeur-adjoint du Service de la Voie publique de la Cité de Montréal.

Dubé, Arthur, Laval '43, a récemment été nommé directeur du Département des Mines et Métallurgie de la Faculté des Sciences de l'Université Laval, où il enseigne déjà depuis dix ans.

Farmer, Jacques, Poly '59, a été promu ingénieur en chef de la Corporation de Gaz Naturel du Québec.

Ferland, J.-Laurent, Poly '55, a été promu ingénieur en chef de la division du génie des mines de Iron Ore Co. of Canada, à Schefferville. Il est aussi président de la Commission scolaire catholique de Schefferville.

Frigon, Raymond, Poly '40, est depuis juillet 1961, président de Consult Ltd., consortium canadien d'ingénieurs conseils à l'étranger dont le siège social est à Ottawa.

Gagné, André, Poly '59, est passé de l'Imperial Oil Co. Ltd. à Standard Oil of New Jersey, à Saïgon, Viet-Nam Sud.

Galipeau, Claude, Poly '49, a donné dernièrement aux élèves finissants du Collège Roussin, de Pointe-aux-Trembles, une causerie sur "Les carrières dans le génie".

Ghanimé, Jean, Poly '52, a donné, le 11 décembre dernier, à l'Engineering Institute, une causerie sur le chauffage par rayons infra-rouges. Il a aussi donné dernièrement à la Society of Fire Protection Engineers une causerie sur les mesures de sécurité dans l'étude des fours industriels.

Girouard, Laurent, Poly '42, a été élu, en décembre dernier, président du Club Kiwanis-St-Laurent, de Montréal.

Godin, Pierre, Laval '52, ingénieur de l'exploitation des réseaux à la Division régionale de l'exploitation de l'Hydro, a été promu ingénieur de Section à la T. & D.

Goudreau, J. P., Poly '51, a été nommé ingénieur-en-chef du département de Génie municipale au bureau de Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs conseils.

Grothé, P.-André, Poly '41, autrefois au Service d'Urbanisme de la Cité de Montréal, est maintenant au bureau du Directeur des Services, M. Lucien Héту, à titre de conseiller. Entré au service des Travaux publics de la Cité en 1949, M. Grothé fut subséquemment Chef des Voies et Communications en 1955, et surintendant du Service du Plan Directeur en 1959. Au moment de sa nomination, il était surintendant des dossiers au Service d'Urbanisme, depuis août 1961.

Héту, Marcel, Poly '54, est maintenant ingénieur associé responsable du génie municipal au bureau Gendron, Lefebvre et Associés, ingénieurs conseils de Montréal.

Isabelle, Henri, Poly '50, a récemment été promu adjoint de l'ingénieur en chef, au service des ventes du bureau de Montréal, à la Canada Cement Co. Ltd.

Janelle, Waldeck, Poly '24, ingénieur statisticien, à l'Hydro-Québec, a été promu au poste d'ingénieur adjoint responsable du bureau.

Jordian, G.-V., directeur du Département de Génie mécanique à Laval, vient d'être nommé membre du Comité des abréviations pour la terminologie scientifique et technique à la Canadian Standards Association.

Latendresse, Hubert, Poly '58, pratique maintenant sous la raison sociale de Brisson et Latendresse, ingénieurs conseils en mécanique et électricité à Sherbrooke.

Lauzon, Ernest-P., Poly '49, M.Sc., A.G., P., Professeur agrégé à Polytechnique (Arpentage et Géodésie), a récemment été élu président de la Commission Scolaire Les Écores de Duvernay.

Lavigne, Ernest, Poly '16, conservateur à la bibliothèque de l'École Polytechnique, a été réélu président du comité du Prêt d'Honneur des Diplômés de Polytechnique.



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



Lemieux, Claude, Poly '57, autrefois de l'Aluminum Company à Beauharnois est, depuis janvier 1961, au service de Woods, Gordon & Co., conseillers en administration.

Lemieux, H.-J., Poly '39, Ing. P., et A.G., qui exploitait une étude professionnelle de génie conseil et d'arpentage à Alma, Lac St-Jean, depuis 1950, et une seconde étude à Laprairie sous le nom de Lemieux et Tétrault pour les mêmes fins depuis l'automne 1954, vient de vendre tous ses intérêts au Lac St-Jean, à MM. Jean-M. Amiot, Poly '49 (mécanique), Gravel et Simard, (structure et génie sanitaire) et Lamarre et Rioux, arpenteurs-géomètres, pour consacrer tout son temps à Lemieux et Tétrault, qui ont maintenant bureaux à Laprairie, Montréal et Longueuil.

Lepage, Roger, Paris '46, L.Sc.A., autrefois analyste des charges et ressources à l'Hydro, a été promu au poste d'ingénieur de la production de la Division régionale de l'exploitation.

Leroux, Jacques, Poly '39, a été nommé assistant commissaire industriel de la province de Québec pour s'occuper de la région de Montréal.

Manseau, Gilbert, Poly '35, autrefois gérant de la production à la Fonderie de l'Islet Ltée, a accepté, depuis le début de l'année, le poste de Directeur de la production aux ateliers métallurgiques "Les Industries Bellechasse Ltée", à Armagh, P.Q.

Masse, Robert B., Poly '47, est promu de la Section des Projets, au poste d'ingénieur aux Utilités à la raffinerie de Montréal, de l'Imperial Oil Ltd.

Mercier, Gérard J., Poly '60, travaille maintenant pour la cité de Beauharnois, comme Gérant général.

Morissette, Antonio, Poly '26, autrefois ingénieur principal du District No 3 de la voirie provinciale, a été promu, au début de l'année, au poste nouvellement créé de Directeur des opérations au Ministère de la Voirie de la province de Québec. De concert avec l'ingénieur-en-chef du département, il aura la responsabilité de la construction et de l'entretien de tout le réseau routier de la province.

Paolucci, Jean C., Poly '51, a laissé la Commission de Transport de Montréal pour entrer à la Compagnie Francon Limitée, manufacturiers de pièces de béton préfabriqué et précontraint.

Racine, François, Poly '59, fait maintenant partie du bureau d'ingénieurs conseils Huzar, Thibault à Montréal.

Roberge, Richard, Poly '59, autrefois chez DeGuise & Dupras, ingénieurs conseils, est maintenant au Service des Travaux Publics de la Cité de Montréal.

Scott, Gérald, Poly '60, vient d'obtenir sa maîtrise en Génie civil (structures) à l'Université de l'Illinois.

Takacz, Roger, Poly '54, a été promu dernièrement responsable de la construction, au service des Parcs de la Cité de Montréal.

Thibaudeau, Jean, Poly '48, est maintenant chef du département de l'exécution des travaux (division de construction) de la compagnie Miron Ltée.

Turcotte, Gérard-S., Poly '50, autrefois associé à l'étude Gilles Sarault de Québec, a ouvert à son compte, un bureau d'ingénieurs conseils, à Sept-Îles.

Turenne, Gaston, Poly '49, a été nommé ingénieur de liaison au projet du Rapide No 5 de la Manicouagan, pour l'Hydro-Québec.

Boursiers Athlone : Trois finissants de l'École Polytechnique, qui seront à la veille d'être comptés parmi les "Anciens" quand paraîtront ces lignes, ont été choisis comme Boursiers Athlone, pour poursuivre leurs études de génie en Angleterre. Nos félicitations à : **Michel Choquette**, Génie chimique; **Paul-André Collin**, Génie civil; **Jean-Guy Lorrain**, Génie mécanique. Un quatrième boursier Athlone, **Jean-H. Paradis**, diplômé à Poly en 1957, poursuivra des études spéciales en structures au Imperial College de Londres.

Un groupe d'ingénieurs de l'Hydro ont récemment formé une association qui est appelé "Groupe des Ingénieurs professionnels de l'Hydro-Québec" dont l'un des objectifs est de servir de forme volontaire de communication entre les ingénieurs et la direction de l'entreprise qui les emploie. Un conseil exécutif de dix conseillers dirige cette association.

NECROLOGIE...

Georges-H. Bathalon, Poly '24, est décédé le 22 janvier 1962, à Knowlton, P.Q. Né à St-Pie de Bagot, le 22 janvier 1899, il fit son cours scientifique au Mont-St-Louis et ses études universitaires à Polytechnique où il obtint en 1924, ses diplômes de B.Sc.A. et d'ingénieur chimiste. Entré comme assistant au Laboratoire d'essai des Matériaux de la Cité de Montréal en 1925, il fut promu chef du laboratoire en 1932, poste qu'il occupa jusqu'à son départ, deux ans plus tard. Quand il quitta la profession, il se retira dans un domaine agricole qu'il possédait, sur les rives du lac Brôme, et fut "gentleman farmer" jusqu'à sa mort.

Alphonse-O. Beauchemin, Poly '07, est décédé le 4 décembre 1961. Il était né à Sorel, le 4 décembre 1882. Après de brillantes études secondaires au Manhattan College de New-York, il vint à l'École Polytechnique où il obtint son diplôme de B.Sc.A. et d'ingénieur civil. De 1907 à 1911 il fut assistant ingénieur divisionnaire pour le

Ministère des Travaux Publics du Canada, tour à tour à Chicoutimi, au Labrador et à Montmagny. Il ouvrit alors un bureau d'ingénieur-conseil à Québec, mais en 1915 ayant décidé de concentrer ses efforts en hydro-géologie et forage de puits, il se rendit au Tennessee et au Texas faire des études poussées dans cette spécialité. Ses études terminées, il débuta à la société Layne & Bowler de Memphis, Tenn., à titre d'Assistant, puis d'Ingénieur en chef. Au cours des vingt années qui suivirent, à titre de président de nombreuses sociétés entre autres : Layne New-York Inc., International Water Corp'n, Layne France Cie de Paris, Hydraulique-Asie de Saigon, Hydraulique-Afrique d'Alger, et autres, il fit des relevés hydrologiques en France et en Angleterre, en Afrique du Nord, au Mexique, aux Antilles et en Amérique du Sud, en Russie et au Moyen-Orient, en Indochine et aux Indes; en un mot, son champ d'action s'étendit sur les cinq continents. Abandonnant le monde des affaires en 1957, il passa la belle saison à Laval-sur-le-Lac et l'hiver à St-Petersburg, en Floride.

Paul-A. Béique, Poly '06, est décédé subitement le 1er février 1962. Né à Montréal, le 8 avril 1882, il fit son cours classique au Collège Ste-Marie et son cours universitaire à Polytechnique où il obtint, en 1906, ses diplômes de B. Sc.A., et d'ingénieur civil. Cinq ans plus tard, il passait avec succès les examens de la Corporation des Arpenteurs Géomètres de Québec. Il débuta dans la profession comme assistant-ingénieur de la Québec-Montreal & Southern Railway, puis à l'emploi de O'Brien & Mullarkey, constructeurs de chemins de fer. Il ouvrit son étude d'ingénieur conseil en 1910 et eut à faire, entre autres, les plans complets des villes de Mont Laurier et de Ville LaSalle. En 1926, il devint Commissaire et en 1934, Vice-président de la Commission des Tramways de Montréal. Entre temps, il fut aviseur technique du Département de la Voirie municipale et de la Commission du Hâvre de Montréal. Il fut aussi, tour à tour, président de l'Institut d'Information Industrielle, président conjoint du Conseil Economique Métropolitain, Commissaire fédéral du "University Advisory Board", Président de la Chambre de Commerce de Montréal et membre de l'exécutif de la Canadian Chamber of Commerce. En 1934, il fut élu président de l'Association des Diplômés de Polytechnique. Au moment de sa mort, il était administrateur de plusieurs grandes sociétés, entre autres, la Mutual Life Assurance of Canada et la National Steel Car Corporation.

J.-Émile Bertrand, Poly '13, est décédé à Montréal le 4 novembre 1961. Né à Montréal en 1891, il fit ses études primaires chez les Frères des Écoles Chrétiennes à l'École St-Laurent de la rue Côté. Après son cours scientifique au Mont-Saint-Louis, il fut diplômé de

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.

*WINNIPEG SUPPLY
& FUEL CO. LTD.
384 Portage Ave.
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

Dehors . . . ou au bureau

Les instruments

alpha

sont rapides et précis

Jeu d'instruments à dessiner

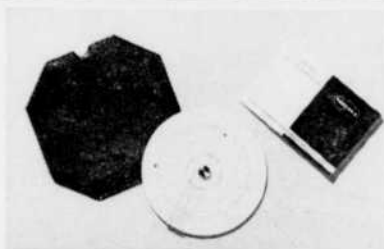
Alpha 2288

Tous les instruments à dessiner Alpha sont faits d'acier chromé de la meilleure qualité. Le 2288 contient un grand compas quick-set avec extension, pointes de 6", un petit compas avec roue au centre, tire-lignes.



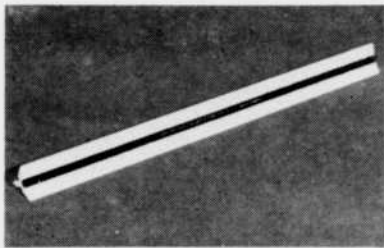
Règle à calculs circulaire

Les problèmes de multiplication et de division des carrés, racines carrées, cubes, racines cubiques, logarithmes, etc. sont facilement solutionnés avec la règle Concise 300. Toutes les graduations sont divisées par des degrés bien marqués, assurant ainsi toute une vie de calculs précis.



Règles triangulaires

Règles triangulaires et plates dans un grand choix de dimensions toujours disponibles. L'illustration montre la règle 883/22. Cette règle de 12" à faces blanches se lit facilement; elle est faite de Geroplast à l'épreuve du gauchissement. Empaquetée dans son propre étui plastique solide.



Équerres en T

Gamme complète d'équerres en T de 24" à 48" en stock permanent. Ici illustrée l'équerre 457 de 24". De robuste fabrication en bois elle a des bords en plastique clair qui donnent une bonne visibilité.



Autres instruments Alpha en stock permanent

Équipement de reproduction, tables et planches à dessin, compas et plumes, ensembles d'instruments à dessiner, règles à calculs, équerres, rapporteurs, cerces, instruments à lettrage, tire-lignes, pochoirs à lettrage, housses de planches à dessin.

**Carsen Instruments
LIMITED**

162 BENTWORTH AVE., TORONTO 19
RU. 9-2681

l'École Polytechnique en 1913. Il entra immédiatement au service de la Dominion Bridge et y demeura jusqu'en 1928. Il fut alors élu vice-président de Canadian Structural Steel, poste qu'il occupa pendant seize ans. De 1944 à 1949, il fut vice-président et directeur général de la société "Constructeurs en Acier". De 1949 jusqu'à sa mort il continua comme ingénieur-conseil spécialisé en charpentes métalliques.

John Gargas, Poly '45, est décédé le 25 décembre 1961, à l'âge de 44 ans. Après ses études à l'Académie St. Patrick et au d'Arcy McGee High School, il fit son cours d'ingénieur à Polytechnique et fut diplômé dans l'option Mécanique-Électricité. Entre temps il avait suivi un cours spécial comme mécanicien d'outillage et fait un stage dans cette spécialité à la Sorel Industries. Entré à l'emploi de la Division industrielle de la Dominion Engineering Works il fut responsable de la conception et de la fabrication de machinerie lourde, suivant les exigences des clients. En même temps, il était instructeur au Canadian School of Electricity. Il entra au service de la Northern Electric en janvier 1948. Il était un des experts dans l'agencement et le perfectionnement des "studios d'énergie" pour systèmes téléphoniques locaux et interurbains. Au moment de sa mort il était

un des ingénieurs seniors au Département des Systèmes de télécommunications.

Maurice Gérin, Poly '20, est décédé le 15 janvier 1962. Il était né à Coaticook, le 17 janvier 1899. Après de brillantes études au cours scientifique du Mont-Saint-Louis et à Polytechnique, où il obtint ses diplômes de B.Sc.A., et I.C., il poursuivit des études post-universitaires au M.I.T., où il obtint une Maîtrise en Génie mécanique. Dès sa sortie de l'université il entra au service de la Société Canadian Fairbanks Morse où il fut tour à tour Assistant au département des pompes, ingénieur-vendeur et, finalement, gérant pour le Canada, de la Division des Pompes et Moteurs Diesel de cette Compagnie. Au cours de la seconde guerre mondiale, la société C.F.M. lui avait confié la charge de son usine de Shelburne, N.S., où l'on construisait des balayeurs de mines pour le compte de l'Amirauté. Depuis 1954, il était vice-président de B.G.L., Ingénieurs et Constructeurs Ltée. Il était membre de la Corporation de l'École Polytechnique depuis 1947, et fut président de l'Association des Diplômés pour l'année 1955.

André Paquet, Poly '49, est décédé à Québec, le 26 novembre 1961, à l'âge de 36 ans et 9 mois. Il avait fait ses

études universitaires à l'École Polytechnique de Montréal, où il obtint son diplôme de Bachelier ès Sciences Appliquées et d'ingénieur civil, option Travaux Publics et Bâtiments. Il avait débuté dans la carrière au service du bureau Pierre Warren, ingénieur-conseil à Québec.

Ivan Vallée, Poly '10, est décédé le 22 janvier 1962. Né à Québec le 1^{er} février 1887, il fit ses études primaires et secondaires aux écoles St-Jean-Baptiste et St. Patrick de Québec, puis suivit des cours privés de mathématiques et sciences, et, enfin, vint à Polytechnique où il obtint ses diplômes de B.Sc.A. et d'ingénieur civil en 1910. Entré immédiatement au service du Ministère des Travaux Publics, à Québec, il fut tour à tour assistant de l'ingénieur en chef et directeur de la division des chemins de fer, ingénieur en chef de 1919 à 1929 et enfin sous-ministre depuis 1929 jusqu'à la date de sa retraite. Entre temps, il fut conseil en questions ferroviaires, auprès de la Commission des Services Publics. Il fut aussi membre des commissions consultatives, formées pour l'étude et l'exécution de grands projets, entre autres: les ponts Jacques-Cartier et Honoré Mercier.

NOUVELLES DES ASSOCIATIONS

Assemblée annuelle de l'Association des Diplômés de Polytechnique

L'assemblée annuelle eut lieu à l'hôtel Reine-Elizabeth, le vendredi, 26 janvier 1962, à quatre heures de l'après-midi. Les délibérations furent présidées par monsieur Charles-R. Laberge,

président sortant de charge. Des copies de tous les rapports avaient été distribuées aux membres avant l'assemblée, de sorte qu'on n'eut pas à en faire la lecture, mais seulement la discussion, avant qu'ils ne soient adoptés.

Les élections pour 1962 ont donné les résultats suivants :

Élus par acclamation :

Président :
Émilien Dagenais, '25,
2^{ème} Vice-président :
Maurice Bourget, '32,
Secrétaire-trésorier :
Charles-E. Tourigny, '24,
Représentant des architectes :
Georges-E. de Varennes, '18.

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

Élus par ballottage :

MM. Yvon Deguise, '37,
Paul-A. Hotte, '48,
Bernard Lamarre, '52,
Gabriel Meunier, '58,
Eddy Monette, '35,
Jacques Roy, '46.

Élus en 1961, les confrères suivant
font aussi partie du Conseil pour 1962 :
MM. Paul-M. Bégin, '28, Gilles-E. Bu-
teau, '55, Paul-T. Beauchemin, '56
Yvan Hardy, '51, Jean-Paul Lalonde,
'36, Raynald Loisel, '50 et Michel Nor-
mandin, '54.

Banquet annuel des Diplômés de Polytechnique

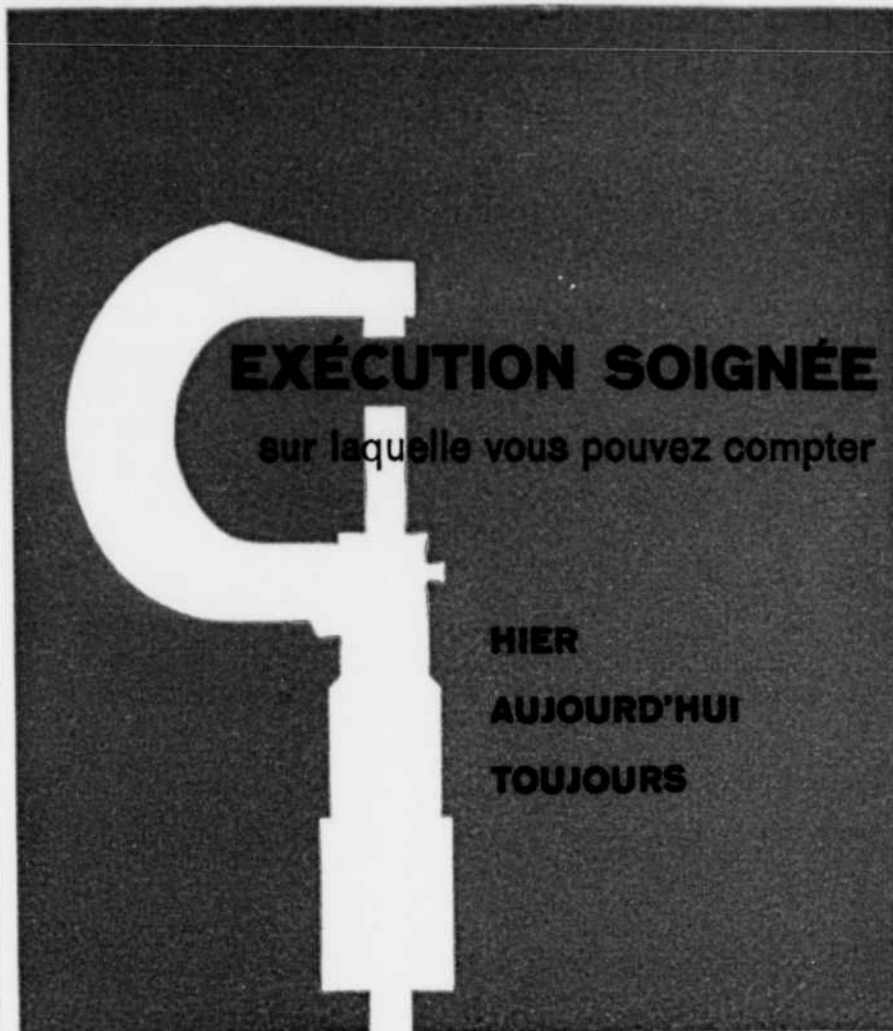
Le 47^{ème} banquet annuel des Di-
plômés de Polytechnique eut lieu le
vendredi, 26 janvier 1962, dans le
grand salon de l'hôtel Reine-Elizabeth
à Montréal.

Le conférencier invité était le docteur-
ingénieur Huet Massus, diplômé de
Poly en 1913, statisticien de grande re-
nommée, Directeur général de l'Associa-
tion pour le Progrès du Golfe et du Bas
Saint-Laurent. Le docteur Massue avait
choisi comme sujet "L'ingénieur et l'é-
conomie du Québec", qu'il traita avec
la maîtrise et le brio qu'on lui connaît.
D'ailleurs, son texte et les graphiques
qui l'illustraient seront publiés, in
extenso, dans une prochaine livraison
de "L'Ingénieur".

Monsieur Émilien Dagenais, '25, pré-
sida le banquet et présenta le con-
férencier. Le docteur Massue fut re-
mercié par monsieur Paul-M. Bégin,
le vice-président de l'Association.

Au cours du banquet, le président fit
la remise, pour l'année académique
1960-61, des médailles d'or et d'argent
offertes chaque année par l'Association.
Monsieur Pierre Gadbois, diplômé en
génie mécanique et, présentement, à
l'emploi de Shell Oil Company, divi-
sion des ventes, à Montréal-Est, a reçu
la médaille d'or attribuée à l'étudiant
finissant classé premier dans l'ensem-
ble de ses deux dernières années d'é-
tudes. Monsieur Gaston Lafontaine, di-
plômé en génie mécanique et, présen-
tement, à l'emploi de Shell Oil Compa-
ny, division de la production, à Mont-
réal-Est, a reçu la médaille d'argent,
attribuée à l'étudiant finissant classé
second dans l'ensemble de ses deux
dernières années d'études.

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



Qu'elle soit dimensionnelle, structurale ou fonction-
nelle, l'*excellence* peut se mesurer. Et l'excellence est
une chose durable — surtout lorsqu'elle porte le sceau
de qualité DARLING. A moins qu'il ne soit en tout
parfait, un produit ne doit pas être mis en vente. C'est
là notre conviction!

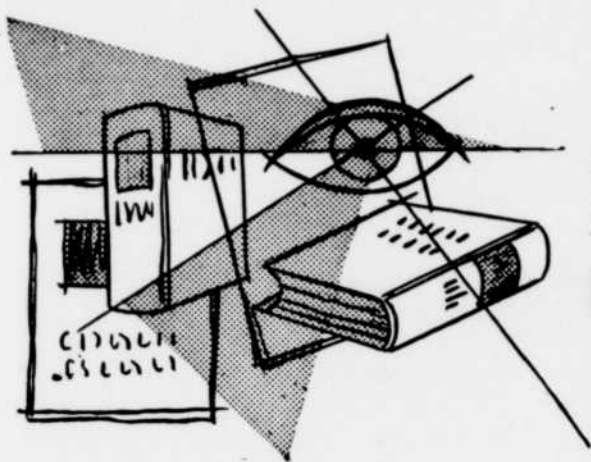
Seule, une véritable exécution soignée peut traduire
une excellente idée en un produit sans reproche. Le
nom DARLING constitue cette *différence* — depuis 1888.

*Quand vous spécifiez des pompes, appareils de chauf-
fage, appareillages pour la vapeur, échangeurs de chaleur
et ascenseurs, exigez DARLING . . . l'équipement sur
lequel vous pouvez compter!*

DARLING BROTHERS LIMITED

140 RUE PRINCE, MONTRÉAL
et partout au Canada.





Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

Les applications de l'aluminium dans les industries chimiques et alimentaires, par PAUL JUNIERE et MLE SIGWALT. Un volume, éd. 1962, 10 x 6 1/4, 336 pages, relié : 43NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Les auteurs ont réuni et classé, en un manuel facile à consulter, un nombre considérable d'études effectuées en laboratoire, tant en France que dans de nombreux pays étrangers, ainsi que de très nombreux résultats d'expériences et d'applications pratiques.

Après un chapitre général sur les caractéristiques mécaniques et chimiques de l'aluminium et de ses alliages, les influences diverses des éléments d'addition, des traitements thermiques, de l'état de surface, etc., sur la tenue chimique, ainsi que sur les aspects de l'attaque due aux produits et les moyens de limiter ou même de supprimer complètement l'action corrosive, par inhibition, passivation, traitement de protection, etc., les auteurs ont examiné successivement l'action des eaux, des atmosphères, des éléments non métalliques, métalliques et organiques.

Le classement des corps, par affinité chimique, permet, dans la plupart des cas, de prévoir l'action d'un composé de même famille non mentionné dans l'ouvrage. L'influence des impuretés que peuvent contenir les produits chimiques peut être nuisible ou favorable et ce facteur est largement commenté.

Deux chapitres sont consacrés aux plus importantes industries : produits alimentaires et industriels, sel, pétrole, houille, textiles, plastiques, vernis, etc.

Des tableaux récapitulatifs en fin de chaque chapitre et un index alphabétique très complet, permettent de trouver facilement les noms des composés recherchés et indiquent en outre si une application est recommandée, possible ou au contraire déconseillée.

Calcul simplifié des poutres continues des planchers modérément surchargés : Application des "règles B.A. 60" règle forfaitaire; planchers semi-encastés; formulaire, par MARCEL et ANDRÉ REIMBERT. Un volume, éd. 1961, 10 x 6 1/4, 156 pages, 66 figures et abaques, relié : 24NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Les "Règles B.A. 60" admettent, dans des conditions bien déterminées, la simplification du calcul des poutres continues, par l'utilisation d'une *Règle forfaitaire*. Cette dernière conduit à des calculs plus laborieux lorsqu'il s'agit d'abord de déterminer les limites d'application qui en découlent pour assurer son plein emploi, puis de répartir judicieusement les armatures principales (chapeaux et barres inférieures). D'autre part, le domaine de validité de la "Règle forfaitaire" étant relativement limité, il y avait lieu d'en étendre le principe au calcul des poutres continues des planchers "semi-encastés", par une méthode apportant les mêmes facilités de calcul que la "Règle forfaitaire", et qui en élargisse le champ d'application.

C'est l'objet du nouveau livre. Lorsque le système de charges sortira des limites définies par les "Règles B.A. 60" pour l'application de la Règle forfaitaire, les calculateurs de béton armé se reporteront utilement au précédent ouvrage des mêmes auteurs, intitulé *Calcul rapide des poutres continues par la méthode de M. CAQUOT*.

Ces deux ouvrages ne font pas double emploi. L'un et l'autre ont leur place sur la table des ingénieurs-calculateurs et des dessinateurs-projeteurs. Ils trouveront dans le *Calcul simplifié* le moyen de calculer aisément les poutres continues, selon les solutions les plus économiques, sans aucun tracé d'épures des moments fléchissants, quel que soit le système de charges et sans faire des calculs supplémentaires pour tenir compte de la majoration de 20% des surcharges variables prescrite par les nouvelles "Règles B.A. 60".

Avec ce nouvel ouvrage, les métreurs-vérificateurs pourront déterminer a priori le poids des armatures des poutres suivant les aciers devant être utilisés.

Graphiques des fonctions usuelles pour calculs numériques rapides, par CAMILLE MEYNART. Un volume, éd. 1961, 10 1/2 x 8 1/4, 118 pages, 41 graphiques, broché : 18NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Les innombrables techniques actuelles exigent de plus en plus la connaissance et l'utilisation de nombreuses fonctions mathématiques, dont certaines demeurent encore hermétiques à beaucoup de techniciens qui auraient pourtant le plus grand intérêt à s'en servir. C'est le cas, notamment, des fonctions de Bessel et de leurs homologues qui n'étaient même pas mentionnées naguère dans les programmes d'études des grandes Écoles.

M. MEYNART s'est proposé non seulement de familiariser le lecteur avec ces fonctions, mais de les présenter sous forme de graphiques d'utilisation beaucoup plus pratique que les tables figurant dans les ouvrages spécialisés.

Les graphiques se rapportant à une même famille de fonctions sont précédés d'une courte notice explicative concernant leur origine, leur raison d'être et leurs diverses possibilités d'applications.

Cet ouvrage s'adresse, entre autres, aux ingénieurs et techniciens de l'électronique et des télécommunications, à qui il permettra d'effectuer des calculs rapides avec une précision suffisante.

La mécanique des fluides et la magnétohydrodynamique. Communications présentées à la Société Hydrotechnique de France en sa séance du 17 mars 1961. Un volume, éd. 1961, 9 1/2 x 6, 168 pages, 48 figures, cartonné : 25NF. Paris, Éditions Eyrolles — Société Hydrotechnique de France.

Cet ouvrage représente le compte rendu complet des deux séances qui ont constitué cette session. Un exposé introductif, dû à M. R. GIBRAT, donne un large aperçu de ce qu'est le magnétohydrodynamique, de son développement, de ses caractères et de son avenir. Outre le procès-verbal des séances, il comprend le texte intégral des communications présentées et des discussions dont elles ont fait l'objet. Huit auteurs, relevant d'organismes aux activités et préoccupations différentes, ont participé à cette présentation. Leurs travaux sont ici répartis en trois chapitres distincts. Les trois premières communications se rattachent aux théories générales des écoulements de

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

JEAN DOUCET, Ing. P.
Secrétaire-trésorier

AUGUSTE DOUCET
Président

DOUCET & DOUCET LTÉE

ENTREPRENEURS
CHAUFFAGE — PLOMBERIE

1640 ave North, coin Rockland

MONTREAL

CR. 4-5426

APPAREILS D'ÉPREUVES SOLS • BÉTON • ASPHALTE

Pour utilisation sur le chantier ou en laboratoire

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL

M & L TESTING EQUIPMENT Co. Ltd.

2288, avenue Girouard

Montréal

Tél. 488-9108

plasma, de leur stabilité et de leur relativisme. Les trois communications suivantes traitent d'aspects particuliers à certains écoulements, par analogie avec les lois classiques de la mécanique des fluides. Enfin les deux dernières communications traitent des possibilités d'application du principe magnétohydrodynamique à la production d'énergie électrique et de l'état actuel des recherches en ce domaine.

Mesures électriques et électroniques, par JACQUES THURIN. Un volume, éd. 1961, 9 1/2 x 6, 432 pages, 472 figures, broché: 53NF. Paris, Éditions, Eyrolles.

Le "Cours de mesures électriques et électroniques" de M. THURIN se donne pour objet de faire une synthèse des différentes techniques de mesure en insistant sur les points suivants:

1° Rôle fonctionnel d'un appareil de mesure.

L'appareil de mesure s'insère dans une chaîne de transmission et doit être conçu en fonction de ce qui est au début de la chaîne, c'est-à-dire le phénomène à connaître et ce qui est à la fin, c'est-à-dire l'information que l'on désire obtenir. La forme sous laquelle l'information apparaît entre également en ligne de compte car l'appareil peut être utilisé par un expérimentateur plus ou moins qualifié ou faire partie d'un servomécanisme.

2° Importance de l'électronique dans les appareils de mesure.

Les appareils de mesure utilisent de plus en plus les ressources de l'électronique (tubes à vide, semi-conducteurs...). Il en résulte une amélioration des qualités de sensibilité, de faible consommation et de rapidité de réponse. Également des possibilités nouvelles sont offertes dans les domaines de l'enregistrement, de la télémesure et de l'automatisation des mesures.

Tout en essayant de donner une vue d'ensemble de l'aspect actuel des mesures électriques et électroniques, cet ouvrage garde essentiellement un caractère pratique. On y trouve l'étude des différents appareils et méthodes de mesure, comparés entre eux avec de nombreux schémas et renseignements numériques.

Mécanique expérimentale des fluides: tome 1, statique et dynamique des fluides non visqueux, par R. COMOLET. Un volume, éd. 1961, 9 1/2 x 6 1/2, 244 pages, 221 figures, cartonné toile 38NF. Paris, Masson et Cie, éditeurs.

C'est en vain qu'on pouvait chercher dans la littérature scientifique française une publication d'une certaine importance dont le souci soit de considérer la Mécanique des Fluides principalement sous son aspect physique et expérimental. Ce point de vue est pourtant fondamental si l'on veut justifier certaines méthodes d'approximation employées dans les développements mathématiques de cette Science,

et comprendre les applications que la réalité actuelle révèle toujours plus nombreuses.

L'ouvrage est tout d'abord destiné aux étudiants des Facultés préparant les certificats de Mécanique des Fluides I et II, ainsi qu'aux élèves des écoles d'ingénieurs. Mais il sera aussi très utile aux Ingénieurs eux-mêmes, qui y trouveront certains développements modernes ainsi que de nombreux résultats récents. Agrémentée par de nombreuses figures, la lecture en est aisée, et le langage mathématique reste toujours accessible.

Mécanique physique, par J.P. PEREZ. Un volume, éd. 1961, 9 1/2 x 6 1/2, 202 pages, 171 figures, cartonné toile 26NF. Paris, Masson & Cie, éditeurs.

Cet ouvrage, le premier d'une série de Cours de physique à l'usage de la licence, émane d'un enseignement donné à la Faculté des Sciences de Lille dans le cadre de la licence de Physique (2e cycle). Il traite la partie *Mécanique Physique* du Certificat de Thermodynamique et Mécanique Physique.

La Mécanique physique dont il s'agit est donc surtout représentée par les exemples les plus simples de mouvements vibratoires, précédés du rappel des lois fondamentales nécessaires à leur traitement. On trouvera dans cette limitation même l'avantage d'une vue plus aisée des faits dominants et des lois qui les représentent, car un exposé restreint permet souvent une plus grande homogénéité dans la densité du développement, alors que cette homogénéité risque toujours de disparaître, lorsque les digressions foisonnent.

Toutes les fois que cela a paru utile à cause d'une analogie de traitement, des questions hors programme ont été évoquées.

Des indications bibliographiques, en petit nombre, renvoient soit à des traités plus complets, soit à des exposés spécialisés.

Chaque chapitre comporte des exercices d'application. Ils constituent à la fois un commentaire du cours et un contrôle de l'entraînement du lecteur.

Mesures électriques (continu et basse fréquence) tome I: unités électriques, appareils de mesure, pont de Wheatstone, par JEAN BAURAND. Un volume, éd. 1961, 9 1/2 x 6 1/4, 308 pages, 299 figures, cartonné toile: 42NF. Paris, Masson et Cie, éditeurs.

L'ouvrage a été conçu à partir de leçons professées par l'auteur à l'École Supérieure d'Électricité. Son titre pourrait être: "Physique appliquée aux mesures électriques". C'est en effet en revenant toujours à la physique et aux principes que sont étudiés une mesure ou un appareil.

Ce ne sont pas toutes les méthodes connues pour mesurer une grandeur électrique qui sont présentées, mais

seulement les principales. Et l'auteur a préféré partir de l'appareil pour étudier ses applications à différentes mesures, plutôt que de donner toutes les méthodes permettant de mesurer une grandeur électrique.

La théorie et la pratique sont en ce domaine absolument inséparables. Le lecteur ne tirera donc profit de l'ouvrage qu'autant qu'il le mettra en pratique au laboratoire. C'est en réfléchissant au problème posé qu'il pensera à une méthode, qu'il saura choisir une solution plutôt qu'une autre; il ne doit jamais oublier que la première chose à faire c'est d'avoir une idée de l'ordre de grandeur de la quantité à mesurer, et de la précision que l'on demande à la mesure; ces deux termes peuvent souvent décider du choix d'une méthode ou d'un appareil.

Les unités du système Giorgi ont été utilisées. On a rappelé les multiplicateurs qui permettent de passer de la mesure d'une grandeur dans un système dit ancien à la mesure de la même grandeur dans le système de Giorgi à formules rationalisées.

Applications des sciences nucléaires, publiées sous la direction du professeur M. LEFORT. — Volume I: La libération de l'énergie nucléaire, par MARC LEFORT. 6 1/4 x 4 1/2, 120 pages, 18 figures, broché: 9NF. — Volume II: Dangers des radiations atomiques, par R. DEVORET. 6 1/4 x 4 1/2, 148 pages, 10 figures, 24 tableaux, broché: 11NF. Paris, Gauthier-Villars & Cie.

Cours de cristallographie, livre III: radiocristallographie théorique, par R. GAY. Un volume, éd. 1961, 9 3/4 x 6 1/4, 278 pages, 105 figures, cartonné: 38NF. Paris, Gauthier-Villars.

Le développement actuel de la cristallographie est une conséquence de la découverte de la diffraction des rayons X par les cristaux, phénomène qui, entre autres applications, permet d'établir la structure cristalline des composés minéraux et organiques.

Cette "stéréochimie aux dimensions exactes" fournit les modèles les plus utiles aux physiciens comme aux chimistes. Par voie de conséquence, la cristallographie et son langage particulier deviennent indispensables à quiconque veut comprendre les théories modernes de la chimie et de la physique des solides.

Électronique appliquée, par M. BIBAL et P. HEINY. Un volume, éd. 1962, 8 1/4 x 5 1/4, 255 pages, broché: 18NF. Paris, Librairie Delagrave.

Électronique et radioélectricité générales, par A. FOURNIER. Un volume, éd. 1961, 9 1/2 x 6 1/4, 388 pages, broché: 35NF. Paris, Librairie Delagrave.

Cet ouvrage expose les propriétés des circuits, des tubes électroniques et des semi-conducteurs. Il constitue l'enseignement commun aux futurs ingénieurs de l'Électronique industrielle et à ceux des Télécommunications.



DEMANDEZ
LA RÈGLE À CALCULS

K^oE

Jet-log™

DUPLEX DECITRIG®

ou la

LOG LOG DUPLEX

decitrig®

KEUFFEL & ESSER OF CANADA LTD.

679 ouest, rue St-Jacques

MONTRÉAL

NE DITES PAS
"COLONNE"
MAIS EXIGEZ:

"STENTOR"

"Stentor: Guerrier grec, héros de la guerre de Troie, doué d'une voix formidable" — (Larousse)

Pour une amplification intégrale, sans réverbération, sans écho. Pour sauvegarder la pureté des lignes architecturales — faites appel à STENTOR

PAYETTE RADIO

730 ouest, St-Jacques

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 LIMITEE

159 ouest, Jean-Talon, Montréal

CR. 3-1781

325 de l'Espinay, Québec

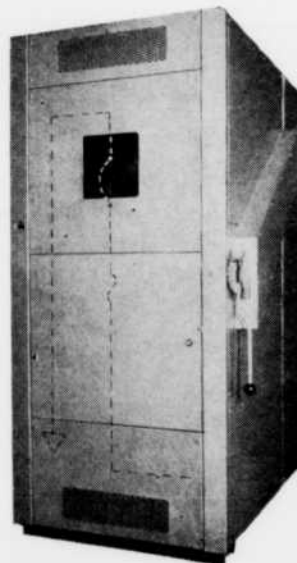
LA. 4-2478

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

DISJONCTEUR
DANS L'AIR
"STOP'ARC"

600 A. 7.5 & 15 KV. 3P.

Déclenchement automatique des 3 phases. Capacité de rupture : 600 MVA. Rapidité : Circuit dégagé en 1/8 de période. Verrouillage électrique. Commande manuelle ou électrique. Stationnaire ou débrochable.



ELECTRICAL

MANUFACTURING LTD.

MONTMAGNY
C.P. 1300
Tél. 235 & 236

MONTRÉAL
170 Dorchester est
Tél. 861-7445

À VOTRE SERVICE

BANQUE

CANADIENNE

NATIONALE

Les différentes fonctions telles que génération de signaux, amplification-modulation, manipulation des formes d'ondes, sont étudiées dans leur réalisation aussi bien avec transistors qu'avec tubes électroniques.

Les achats, source de bénéfices. Communications présentées à "l'American Management Association", traduites et adaptées, par J. LAVALT. Un volume, éd. 1962, 8 1/2 x 5 1/4, 122 pages, broché: 11NF. Paris, Dunod.

Les problèmes des achats, à la différence de ceux des ventes, sont trop souvent l'apanage des spécialistes. Bien souvent, en effet, l'obsession des ventes, de n'importe quelles ventes, fait perdre de vue que, pour bien ven-

dre, il faut d'abord bien acheter. Aussi, "l'American Management Association" a demandé à des directeurs de services d'Achats d'exposer leurs réflexions à ce sujet. Leurs communications ont été groupées dans un volume.

Elles traitent essentiellement de l'importance du service Achat qui doit être un des services dirigeants de l'entreprise, car son action peut infléchir la politique industrielle et commerciale. Ainsi, en choisissant de fabriquer elle-même ou d'acheter des pièces ou des sous-ensembles, une entreprise industrielle peut influencer très considérablement ses bénéfices par les économies réalisables. Il est en effet souvent plus économique d'acheter que de fabriquer: c'est le service des achats qui est le plus qualifié pour fournir les éléments d'un tel choix.

D'autre part, les entreprises modernes sont trop complexes et les prix de vente trop compétitifs pour que la sélection des fournisseurs et des produits ne soit pas rigoureuse. L'utilité, l'une des principales techniques scientifiques employées par les services d'achats modernes pour diminuer les coûts et améliorer les rendements, fait l'objet d'une étude toute particulière.

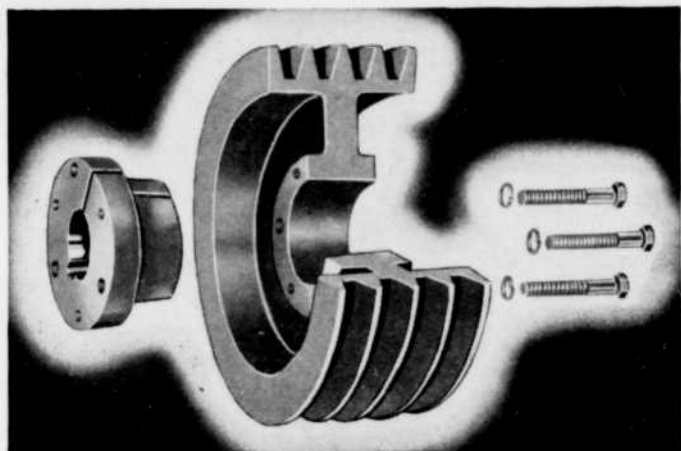
Par son caractère expérimental, cet ouvrage peut rendre les plus grands services aux chefs d'entreprise et aux responsables des services "achats" notamment à ceux appartenant aux entreprises moyennes qui évoluent vers la spécialisation imposée par la concurrence et par le Marché Commun.

Un rendez-vous africain, l'éducation en Afrique: problèmes et besoins, par RICHARD GREENOUGH. Un volume, éd. 1961, 8 1/4 x 5 1/4, 50 pages, broché. Paris, UNESCO.

Amortissement des perturbations dans les canalisations cylindriques longues, par AHMET BUYUKTUR. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: no 378. Un volume, éd. 1961, 10 1/2 x 7, 46 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Bases de calcul des conditions limites de vol permanent hypersonique imposées par l'échauffement aérodynamique, par PIERRE CALVET et DIETRICH FAULMANN. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: Notes techniques 102. Un volume, éd. 1961, 10 1/2 x 7, 19 pages, 46 planches, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Contribution à l'étude des pertes de charge dans les canaux, par CHE-PEN CHEN. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, no 380. Un volume, éd. 1961, 10 3/4 x 7 1/4, 130 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.



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



OUVREZ UN COMPTE D'ÉPARGNE

à

LA BANQUE D'ÉPARGNE

La Banque aux heures pratiques
OUVERTE LE JOUR DE 10 À 3 H. - LE SOIR DE 7 À 8 H.

Plus de 50 succursales dans le district de Montréal

Même les Danois adoptent le système de panneaux FORM-LOK

Le système de panneaux à coffrage FORM-LOK est maintenant manufacturé sous licence à Odense, Danemark, par Melchior & Voltelen, ingénieurs et entrepreneurs, qui trouvent le système FORM-LOK plus efficace que leur ancien système de panneaux en bois.

La photo nous montre un des premiers travaux exécutés, où furent obtenus les résultats suivants :

Hauteur du mur : 12'0"

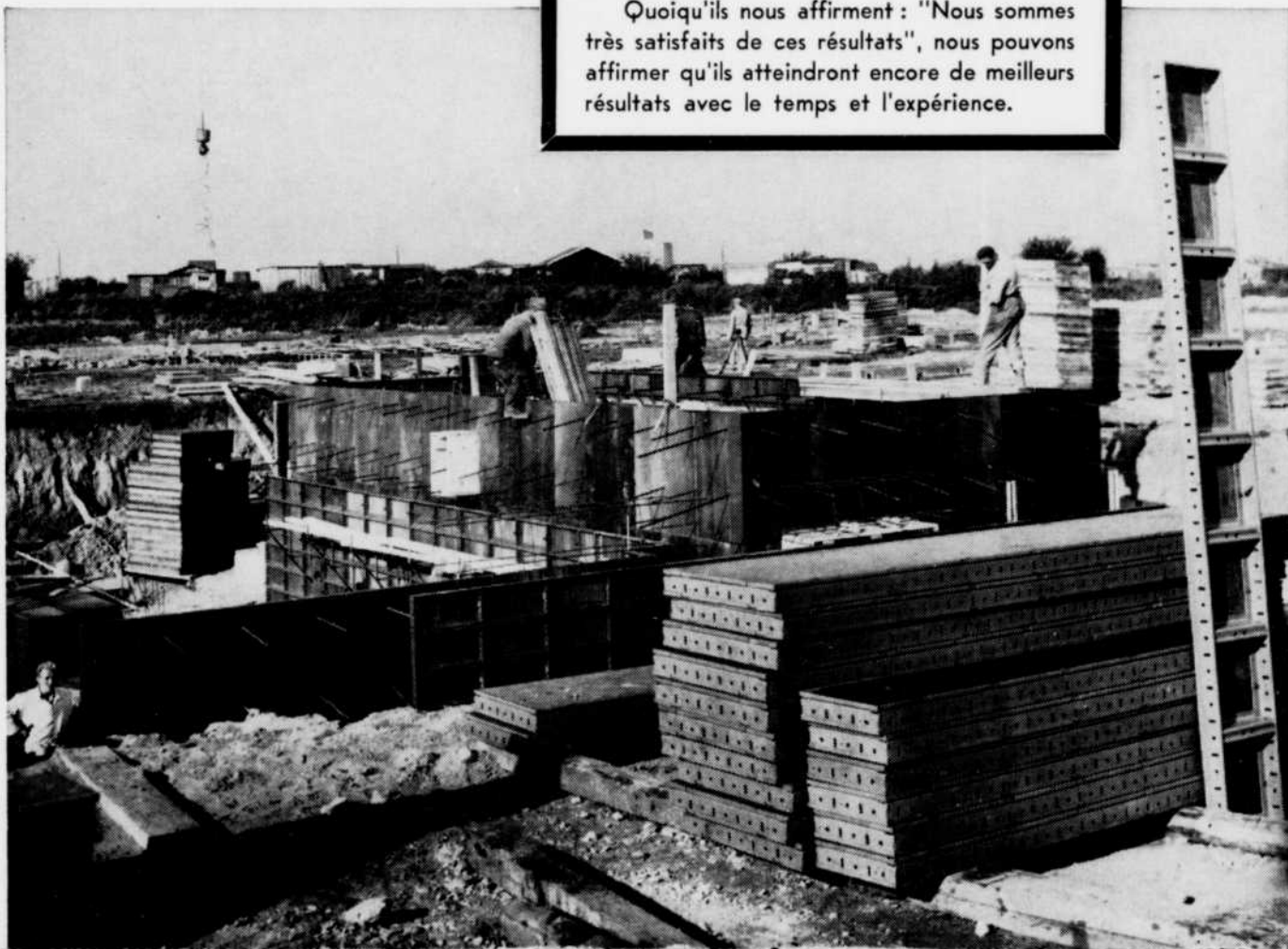
Surface totale des panneaux : 3000 pi. ca.

Équipe : 1 menuisier et 6 journaliers.

*Temps de l'érection : 120 hommes-heures
ou (25 pi. ca. par homme-heure)*

*Décoffrage et huilage : 50 hommes-heures
ou (60 pi. ca. par homme-heure)*

Quoiqu'ils nous affirment : "Nous sommes très satisfaits de ces résultats", nous pouvons affirmer qu'ils atteindront encore de meilleurs résultats avec le temps et l'expérience.



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.

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

DESLAURIERS & MERCIER

Ingénieurs conseils

ÉDIFICE MEDICO DENTAL
Montréal 25

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

LALONDE & VALOIS

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 & Associés

Ingénieurs-Conseils

366, ave Lafleur, Lasalle
Montréal 32

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

LEMIEUX & TÉTREAULT

Ingénieurs-Conseils — Arpenteurs-Géomètres

Spécialités : Développements résidentiels
Génie Municipal et sanitaire
Structure de béton, mécanique,
Électricité, chauffage, etc.

103, rue Montenach, Longueuil. OR. 7-8991
416, rue Ste-Elisabeth, Laprairie. OL. 9-1928
105, rue St-Jacques ouest, Montréal.

DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

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

Index des Annonceurs

Algoma Steel Corporation Ltd.	49	Gravel, C.-E.	63
Anaconda American Brass Ltd.	5	•	
Atlas Steels Ltd.	7	Imperial Oil Ltd.	53
•		Ingénieurs Associés, Les	63
Banque Canadienne Nationale	62	•	
Banque d'Épargne	62	Keuffel & Esser of Canada Ltd.	61
Beauchemin, Beaton, Lapointe	63	•	
Beaulieu, Trudeau & Associés	63	Lalonde, Girouard & Letendre	63
Bélanger & Bourget	65	Lalonde & Valois	65
•		La Salle Builders Supply Ltée	61
Canada Cement Co. Ltd.	8-9	Leblanc & Montpetit	63
Canadian Allis Chalmers Ltd.	12	Lemieux & Tétreault	65
Canadian General Electric Co. Ltd.	Couv. 3	Lord & Cie Ltée	59
Canadian Formwork Ltd.	64	•	
Canadian Industries Ltd.	10-11	M & L Testing Equipment Co. Ltd.	59
Canadian Kodak Co. Ltd.	45-47	Marine Industries Ltd.	55
Carsen Instruments Ltd.	55	Ministère de la Défense Nationale	14
Cartier, Côté, Piette, Boulva & Associés	65	•	
Collet Frères, Limitée	63	Napanee Industries Ltd.	Couv. 2
Cusson Ltée, Chas.	Couv. 4	National Boring & Sounding Inc.	66
•		•	
Darling Brothers Ltd.	57	Osmose Wood Preserving Co.	4
Demers Geo.	65	•	
Dominion Bridge Co. Ltd.	2-3	Payette Radio Ltée	61
Doucet & Doucet Ltée	59	Pirelli Cables, Conduits Ltd.	16
Desjardins & Sauriol	65	•	
Deslauriers & Mercier	65	Shawinigan Water & Power Co.	6
•		Surveyer, Nenniger & Chênevert	63
École des Hautes Études Commerciales	56	•	
École Polytechnique	50	Volcano	15
Electrical Mfg. Co. Ltd.	61		
•			
Forano Ltée	62		
Franki of Canada Ltd.	13		

POUR

Des sondages bien faits

EXIGEZ

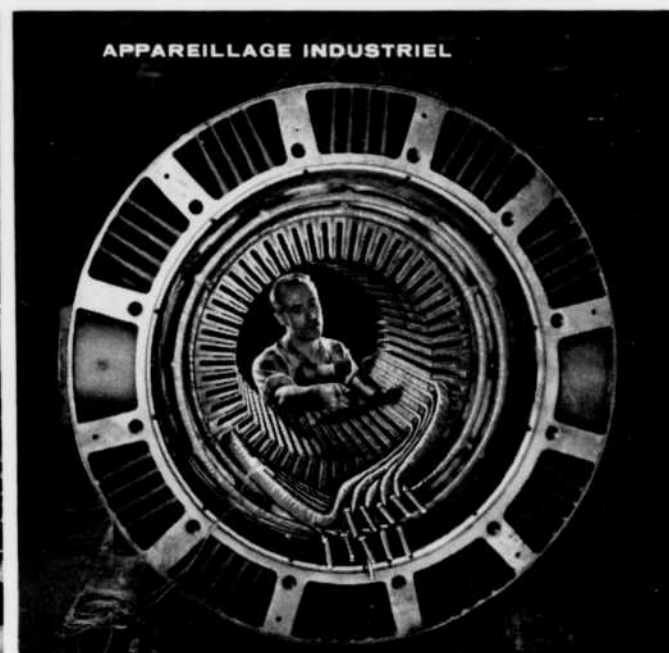
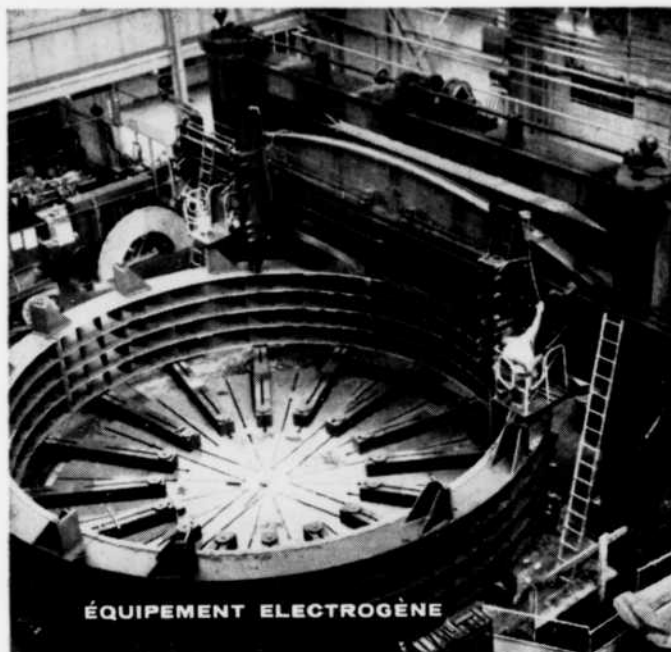
NATIONAL BORING AND SOUNDING INC.

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.



Les plus anciens et les plus importants
manufacturiers au Canada d'équipement pour
la production et la distribution d'électricité
et d'appareils pour le foyer et l'industrie.



CANADIAN GENERAL ELECTRIC
COMPANY LIMITED

Le progrès est notre plus important produit

HOUGH QUÉBEC

s'établit au

**CE PIONNIER MONDIAL DE LA
PRODUCTION DES CHARGEURS-
TRACTEURS CHOISIT CANDIAC
(P.Q.), COMME EMPLACEMENT DE
SA PREMIÈRE USINE AU CANADA**

Les CHARGEURS TRACTEURS HOUGH, qui ont dans le monde entier la faveur des ingénieurs pour les travaux de terrassement, de construction et de déplacement des matériaux, contribuent depuis 24 ans au progrès industriel du Canada.

Il n'y a pas d'endroit où le rendement élevé et la grande souplesse d'utilisation des CHARGEURS TRACTEURS HOUGH soient plus appréciés que dans la province de Québec. Depuis 1938, lorsque le premier chargeur tracteur entra en service au Canada, l'industrie du Québec a constamment utilisé plus de CHARGEURS TRACTEURS HOUGH que de toute autre marque, et aussi que toute autre province canadienne.

A l'occasion de cette nouvelle décision importante, nous offrons, à titre de distributeurs québécois de la Houghco Products Company, nos sincères félicitations à la province de Québec, pour le succès que constitue l'établissement sur son territoire d'un fabricant de matériel aussi renommé. Nous félicitons également la Frank G. Hough Company pour la prévoyance dont elle fait preuve en organisant la fabrication au Canada, et particulièrement dans la province de Québec, dont l'essor est si marqué.



Chas Cusson Limitée

Siège social : 2100, chemin de la Côte-de-Liesse, Montréal 9, P.Q.

Succursales : Québec - Rouyn - Jonquière - Rimouski - Sept-Îles

