

5  
76

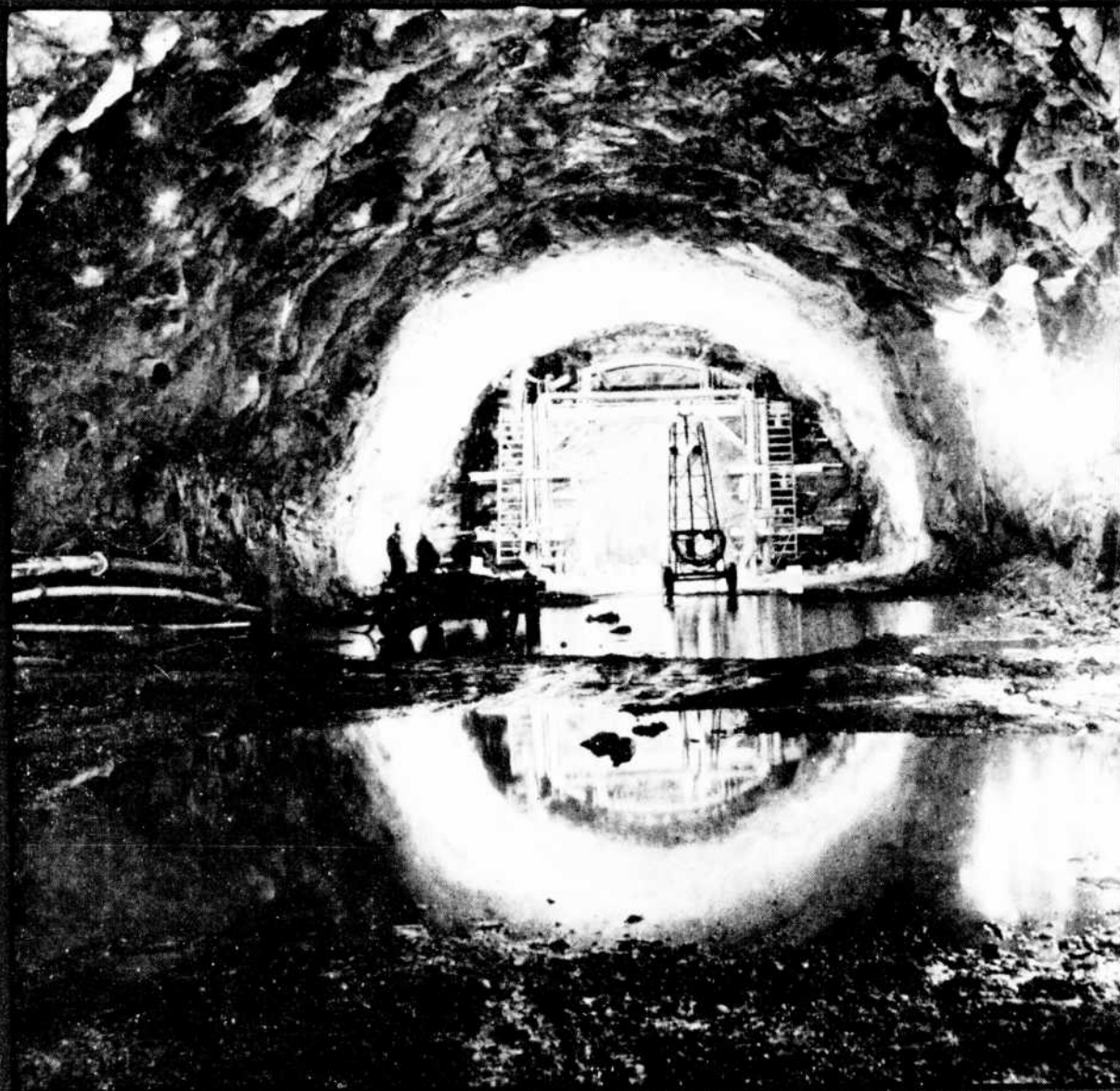
L

# INGÉNIEUR

MAY 1951

XXV ANNEE

NO 129



• Manie **TOUTES** les sortes de neige

• Coût initial très bas, un seul opérateur, une consommation de carburant et un besoin d'entretien très restreints.

• Capacité 800-1,000 t/h

• Se lève haut

• Chute à longs pans

• Jet de neige dirigé

• Charge les camions rapidement

# SNOWBLAST-PAYLOADER

L'unité combiné

**DONNE**

Pour chaque dollar investi

Une Versatilité

et une

Capacité d'enlèvement de la neige que toute machinerie actuellement sur le marché ne peut atteindre

**Un produit de renommée internationale**

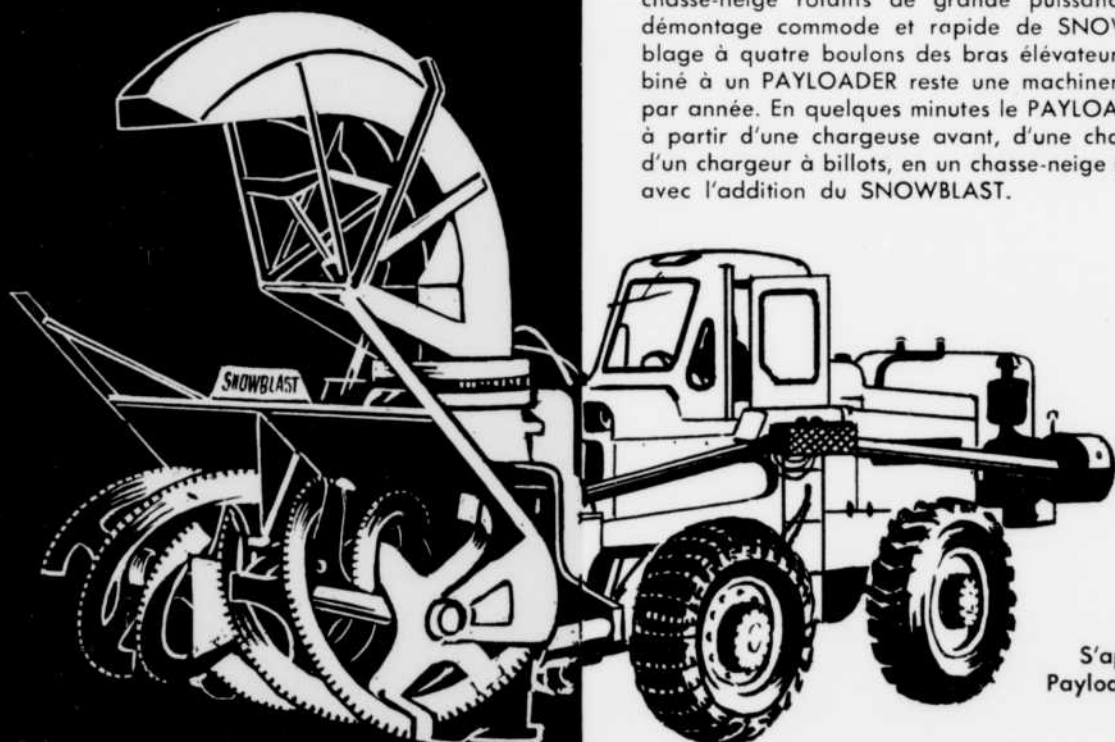
Maintenant fabriqué au Canada, le mécanisme rotatif d'enlèvement de la neige SNOWBLAST, fondé sur le modèle suisse ROLBA lui-même, éprouvé et parfaitement vérifié, fonctionne merveilleusement depuis plusieurs années. Son extraordinaire puissance, sa souplesse et son économie sont le résultat de recherches scientifiques ardues concernant les propriétés physiques de la neige dans toutes ses conformations imaginables.

**Vraiment efficace**

Le SNOWBLAST possède une puissance hors pair. Toute neige, même lourde et humide, cheminera à travers les lames et la turbine sans encombrement ni blocage de moteur. Poudreuse ou fraîchement tombée, le SNOWBLAST travaille avec le même rendement qu'avec la neige durcie et glacée ou amassée en bancs. La densité de la neige varie entre 5 à 50 lb au pi. cu. Le SNOWBLAST combiné au PAYLOADER peut enlever **PLUS DE 1,000 TONNES DE NEIGE A L'HEURE** et peut fournir un jet à long pan de 80-100 pi. Un jet dirigé peut être contrôlé à des distances de 12 à 50 pi.

**Versatilité illimitée**

Avec une capacité d'enlèvement de la neige, égale à celle des chasse-neige rotatifs de grande puissance à propulsion, et un démontage commode et rapide de SNOWBLAST de son assemblage à quatre boulons des bras éleveurs, le SNOWBLAST combiné à un PAYLOADER reste une machinerie utilisable douze mois par année. En quelques minutes le PAYLOADER peut se transformer à partir d'une chargeuse avant, d'une charrue, d'un bulldozer ou d'un chargeur à billots, en un chasse-neige rotatif à pleine capacité, avec l'addition du SNOWBLAST.



S'appareille à la Hough  
Payloader H-50, H-70 et H-90.

## Chas. Cusson Limitée

MONTREAL

ROUYN

JONQUIERE

QUEBEC

RIMOUSKI

SEPT-ILES



# INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

HIVER 1961

VOLUME 47 — No 188

## 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

L'un des plus audacieux projets d'aménagement hydro-électrique est en voie d'exécution sur la rivière Manicouagan. Il comporte le creusage, sous une montagne, de deux galeries de dérivation de 47 pieds de diamètre et de 2200 pieds de longueur. On voit ici la partie supérieure d'une de ces galeries. Voir article p. 11.

## SOMMAIRE

AMÉNAGEMENT DES RIVIÈRES MANICOUAGAN ET AUX OUTARDES par Clément Forest et Gaston Turenne .....	11
NOTES SUR LA PRÉCISION DES ANALYSES QUANTITATIVES DU NIOBIUM PAR FLUORESCENCE DES RAYONS-X par Guy Perrault .....	19
LA CYBERNÉTIQUE ET L'ÂME DE L'HOMME par le R.P. Henri Dallaire .....	25
LES POLYÉTHYLÈNES par Lucien Gendron .....	31
LA CATHÉDRALE DE NICOLET par L. Hahn .....	39
COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE .....	42
VIE UNIVERSITAIRE .....	44
NOUVELLES DES INGÉNIEURS .....	48
REVUE DES LIVRES .....	54
INDEX DES ANNONCEURS .....	62

ÉDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada. Tél.: RE. 9-2451. — Parution : mars, juin, septembre et décembre. — Imprimeurs : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et États-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Autorisée comme envoi postal de la seconde classe, Ministère des Postes, Ottawa. — Droits d'auteurs : les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. Reproduction permise, avec mention de source; on voudra bien cependant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication dans laquelle paraîtront ces articles. — L'Engineering Index et Chemical Abstracts signalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR.

# Problèmes Hydrauliques ?



Hydro-Québec - Aménagement de Carillon.  
Vue d'un des modèles.



Vue générale du laboratoire

## Laboratoire d'Hydraulique

# LASALLE

0250 Rue St. Patrick - VILLE LASALLE - Que.

### ETUDES THEORIQUES ET EXPERIMENTALES

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



## 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**

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

L'INGÉNIEUR

HIVER 1961 — 3



Déjà l'une des plus puissantes entreprises hydroélectriques du continent, l'Hydro-Québec projette de porter sa capacité installée, actuellement de près de 5 millions de chevaux-vapeur, à plus de 13 millions en 1975.

Les industries primaires du Québec s'accroissent encore à un rythme marqué, ses industries secondaires emboîtent le pas, et la province manifeste ainsi un progrès économique rapide. Les industries de fabrication et de transformation comptent sur l'énergie électrique; et le bourdonnement toujours accru des installations hydroélectriques du Québec reflète l'essor de sa capacité industrielle.

Non seulement l'Hydro-Québec répond-elle aux exigences croissantes de l'industrie, mais elle se prépare à faire face aux besoins de l'avenir. Le plus colossal projet en cours alliera le potentiel hydraulique de la Manicouagan et celui de la rivière aux Outardes pour créer l'une des plus imposantes sources d'électricité du monde, soit plus de six millions de chevaux-vapeur. On est à étudier les possibilités des rivières importantes qui se jettent dans la baie James et la baie d'Ungava, soit un potentiel de plusieurs millions de chevaux-vapeur.

En exploitant sans cesse les sources d'électricité, au plus bas coût possible, l'Hydro-Québec joue un rôle de premier plan dans l'essor du Québec et du Canada. La Division des Explosifs de la C-I-L s'enorgueillit de procurer les explosifs et les accessoires de sautage nécessaires à l'expansion des réseaux hydroélectriques de cette entreprise.

*Canadian Industries Limited, Division des Explosifs, B.P. 10, Montréal.*



**STATION GÉNÉRATRICE I DE BERSIMIS.** Pour cette station de 7.5 milles de long, on a creusé dans le roc un tunnel de 31.5 pieds de diamètre à l'aide des explosifs C-I-L. Huit groupes électrogènes de 150,000 h.p. occupent chacun une centrale enceinte de montagnes. De Bersimis, des câbles de 300,000 volts rejoignent Québec, Montréal et les câbles atteignant la péninsule de Gaspé sous le Saint-Laurent.



**BEAUHARNOIS.** Stratégiquement située à la sortie du canal de 15 milles reliant les lacs Saint-François et Saint-Louis, cette centrale comprend 36 groupes principaux. L'excavation de ce canal a exigé l'enlèvement de 15% de déblais de plus que le canal de Panama et deux fois plus que la Voie Maritime du Saint-Laurent.



**CARILLON.** Cette centrale, dont la mise en marche est prévue pour la fin de 1962, est située sur l'Outaouais, à quelque 50 milles de Montréal. Elle doit servir d'usine de pointe, en hiver et d'usine au fil de l'eau, en été et comprendre 14 groupes de 60,000 h.p. chacun. Les explosifs C-I-L ont joué un rôle important à toutes les phases de l'excavation.

#### LÉGENDE

	CENTRALES
	EN CONSTRUCTION
	PROJETS À L'ÉTUDE
	LIGNES DE 300 kV
	TRANSPORT 220 kV
	TRANSPORT 160 kV
	TRANSPORT 154 kV
	TRANSPORT 110 kV
	EN CONSTRUCTION 160 kV
	CÂBLES SUBMERGÉS

# Explosifs

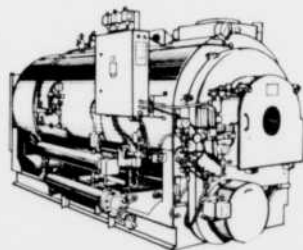


"Explosifs à toutes fins... partout au Canada"



## 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* **AUTOMATIC BOILERS**

FABRIQUÉES ET VENDUES AU CANADA PAR

**INTERNATIONAL EQUIPMENT CO. LTD., NAPANEE, ONT.**



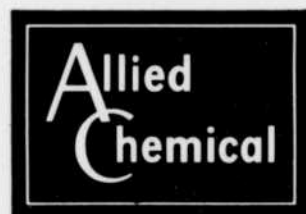
**POUR DENUDER RAPIDEMENT LA CHAUSSEE**, rien n'égale le chlorure de calcium Brunner Mond pur. En quelques secondes, il fond la glace ou la neige durcie. Les voitures qui passent achèvent la liquéfaction et il suffit de scarifier rapidement pour dénuder la chaussée. S'il n'est pas nécessaire d'enlever mécaniquement la glace, un mélange de chlorure de calcium et d'abrasifs peut être suffisant. D'un autre côté, du chlorure de calcium avec du sel peuvent être la meilleure solution à votre problème local de contrôle de la glace sur vos routes ou rues. Le représentant d'Allied Brunner Mond se fera un plaisir de vous indiquer la meilleure solution dans votre cas particulier.

*Les pipes-lines protégés par les enduits Barrett ne requièrent aucune réparation pendant des générations. Ces émaux de goudron (pitch) et les enveloppes saturées de coaltar sont pratiquement inattaquables par les sols et l'humidité. Les pipes-lines de collection et de distribution n'ont à peu près jamais besoin d'être déterrés pour réparation. Votre représentant Allied Barrett se fera un plaisir de vous donner tous les renseignements.*



**ALLIED CHEMICAL CANADA, LTD.**

SIÈGE SOCIAL: 1450, RUE CITY COUNCILLORS, MONTRÉAL 2, P.Q.



# Les beaux planchers

demeurent beaux  
avec les boîtes encastrées T&B

Ajoutez la beauté du bronze satiné  
aux planchers de tuile, de granito,  
de linoléum ou de ciment.

Par leur construction exclusive, les boîtes encastrées T&B ne laissent paraître qu'une plaque de bronze poli. Étanchéité absolue... s'ajustent de 10° horizontalement et de 5/8" verticalement.

Conçues pour se poser facilement avec un grand choix d'accessoires et de réceptacles interchangeables.

Vendues d'un océan à l'autre seulement par les distributeurs autorisés T&B.



**THOMAS & BETTS**  
Limited

751 Victoria Square, Montreal, Que.



Brevet en instance

No 1753 DU CATALOGUE  
BOÎTE ENCASTRÉE REDDY-TILT  
COURTE ENCULURE



Brevet en instance

No 1754 DU CATALOGUE  
BOÎTE ENCASTRÉE REDDY-TILT  
ENCULURE NORMALE

## THOMAS & BETTS LIMITED

751 SQUARE VICTORIA, MONTRÉAL

MESSIEURS; VEUILLEZ M'ADRESSER VOTRE BULLETIN No CF 13-144

NOM .....

ADRESSE .....

VILLE ..... PROVINCE .....



Un autre projet

# FORM-LOK

◀ Vue générale des coffrages pour les colonnes et une culée.

Pont surplombant le chemin de fer, servant à l'extension du boul. Pie IX à Duvernay, P.Q. La charpente consiste en un cadre rigide de 32'0" de hauteur



◀ Vue montrant 29'0" d'une culée après le parachèvement d'une coulée monolithique ainsi que le début du coffrage d'un mur d'aileron de ce pont.

*Propriétaire et ingénieurs-conseils :*

LE DÉPARTEMENT DE TRAVAUX PUBLICS

*Entrepreneur général :*

QUEBEC ENGINEERING CO. LTD.

*Service d'ingénieur et fournisseur de l'équipement en location :*

**CANADIAN FORMWORK LTD.**

**CANADIAN FORMWORK LIMITED**

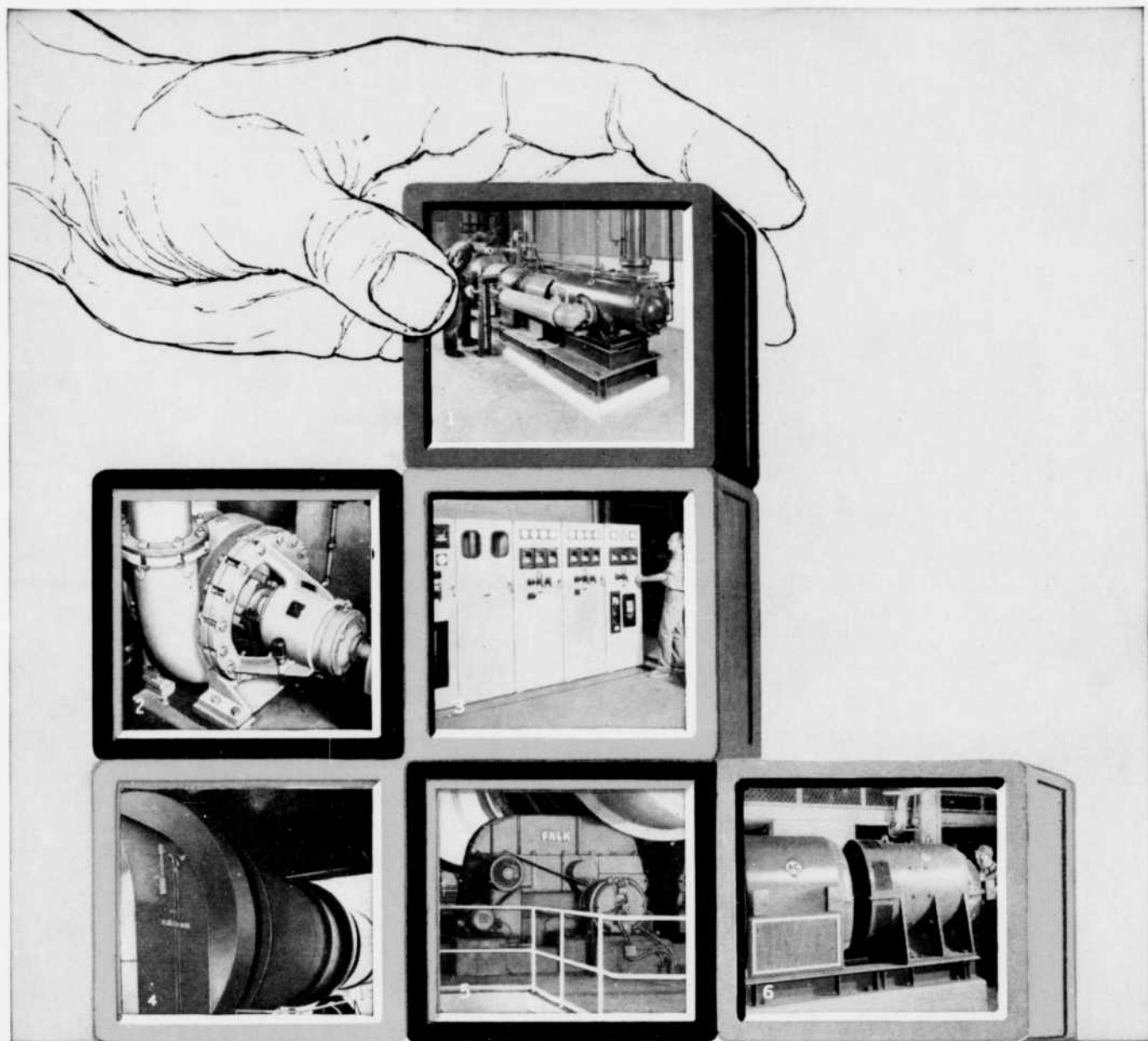
**CONTRACTORS' ENGINEERS**

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.

# 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.)**



# AMÉNAGEMENT DES RIVIÈRES MANICOUAGAN ET AUX OUTARDES



par

**CLÉMENT FOREST,**

*Ingénieur-chef adjoint, Division des Aménagements*

et

**GASTON TURENNE,**

*Ingénieur de liaison, Manicouagan 5, Division des Aménagements  
Commission Hydro-électrique de Québec, Montréal.*

En 1953, la Commission Hydro-électrique de Québec entreprenait des travaux sur la rivière Bersimis. Elle projetait de n'installer d'abord que quatre des huit groupes générateurs à Bersimis I. En décembre 1957, les huit groupes étaient en marche, le projet Bersimis I terminé et Bersimis II était déjà en chantier.

L'aménagement de la rivière Bersimis était un projet énorme, colossal, avec son réservoir de 300 mi.ca. d'une capacité de 410 billions de pieds cubes, dont 168 utilisables, et une puissance installée dans ses deux centrales de 2,055,000 HP. Et pourtant, si fantastique que nous paraissent ces chiffres, ils sont modestes lorsqu'on les compare à ceux de Manicouagan-Outardes. (fig. 3).

À cause de la montée en flèche de la demande, l'Hydro-Québec a décidé, en 1960, de procéder à l'aménagement des rivières Manicouagan et Aux Outardes. Le potentiel hydro-électrique total de ces deux rivières est

de 27,500,000 MW-hrs, soit trois fois et demie celui de la rivière Bersimis.

Ces deux rivières ont des bassins voisins. Elles sont situées sur la rive nord du St-Laurent dans lequel elles se jettent à quelques milles l'une de l'autre, près de Baie Comeau. C'est à cause de leur proximité que la Commission a décidé de procéder à leur aménagement en les traitant comme une unité.

## Etudes générales

Ces deux bassins contigus sont bornés à l'ouest par les bassins de la Bersimis, de la Péribonka, des fleuves Eastmain et Fort George, au nord par le bassin de la Kaniapiskau, à l'est par ceux de la Godbout, de la Pentecôte, de la Rochers, de la Marguerite et de la Moisie, au sud par le St-Laurent.

En regardant la carte de la fig. 1, en se rend compte que le point géographique de concentra-

tion de toute cette énergie est la charmante ville de Baie Comeau. Cette dernière peut être considérée comme un des principaux centres nerveux de la Côte-Nord. Le siège de l'évêché de Haute-rive est tout près. C'est un centre d'exploitation forestière, de production de papier et d'aluminium, un port très affairé ouvert toute l'année et doté de silos à grain. De nombreuses industries minières se développent dans cette région de la province. Plusieurs gisements de minerai de fer y ont été découverts, sans compter les sources de titanium, de nickel et de cuivre. La Côte-Nord est une région jeune dont le développement est en plein essor. Sa population s'est multipliée par six au cours des vingt dernières années. La demande en énergie électrique fait et fera des pas de géant dans cette région. On comprend dès lors la grande perspicacité de l'Hydro-Québec en décidant de procéder à l'aménagement de ces deux rivières qui sera réalisé en une quin-

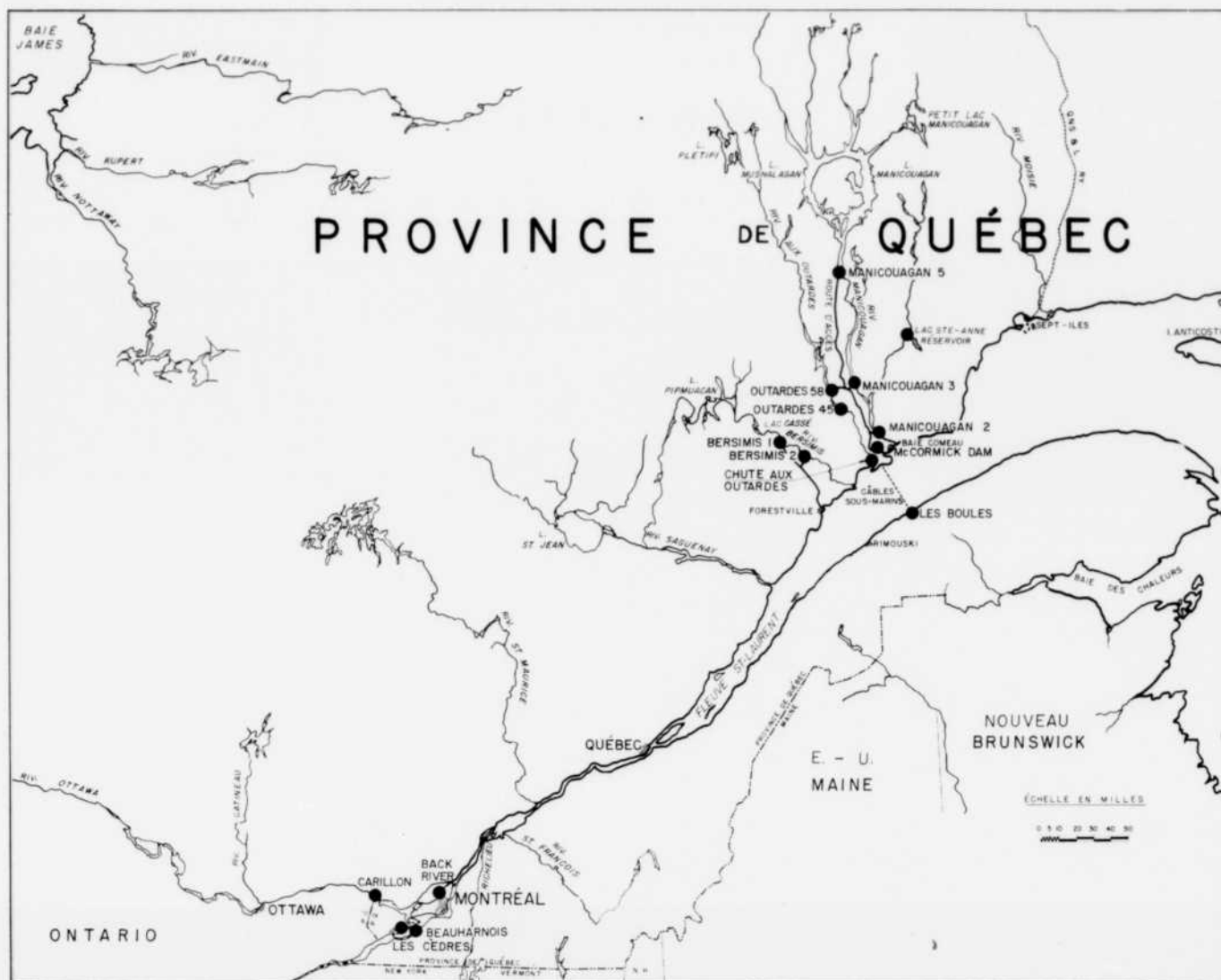


Fig. 1

zaine d'années. Le but immédiat des premiers aménagements de ce colossal projet est de pourvoir aux besoins toujours plus considérables d'énergie de la région métropolitaine; mais il semble très juste de prévoir qu'une très grande partie de l'énergie produite par ces aménagements sera consommée dans la région même.

Il est toujours intéressant de connaître l'origine des noms qui, demain, seront très connus. Le nom Manicouagan vient d'un vieux mot indien "Manikouagan", qui signifie "contenant pour boire". Tout le monde connaît l'oie sauvage appelée "outarde" et on peut facilement s'imaginer que la rivière aux Outardes était le paradis des chasseurs indiens.

La rivière Manicouagan est tellement remarquable que Jacques Cartier prit soin d'en faire une description très fidèle dans son journal de bord. Et voilà qu'après plus de quatre siècles, nous en sommes tout autant impressionnés.

Les deux rivières drainent une partie du bouclier canadien parsemé de lacs innombrables et de forêts d'épinettes noires, source quasi inépuisable de pâte à papier et de bois de construction. Elles coulent dans une direction généralement nord-sud: l'une, la Manicouagan, depuis les lacs Manicouagan et Mushalagan, à 150 milles au nord de Baie Comeau; l'autre depuis le lac Plétipi, à quelque deux cents milles

au nord de son embouchure. Ce sont des rivières relativement étroites, fougueuses, encaissées entre les montagnes et brisées de nombreux rapides et chutes. Comme toute rivière de montagne, elles se ressentent très vite des précipitations de pluie et des fontes de neige; on les dit de régime torrentiel. Malgré l'effet régularisateur des nombreux lacs, leur débit naturel est très variable; par exemple, celui de la Manicouagan passe facilement, dans la même année, de 5,000 pieds cubes par seconde en janvier, à 175,000 en juin.

Le climat de la région, excepté sur le littoral du St-Laurent, est déjà nordique. L'emplacement du principal barrage est à 50° 40' de



CARACTÉRISTIQUES DES AMÉNAGEMENTS SUR LES RIVIÈRES BERSIMIS, MANICOUAGAN & AUX OUTARDES									
	RESERVOIR				BARRAGE		CENTRALE		
	BASSIN DE DRAINAGE ML. CA.	SUPER- FICIE ML. CA.	EMMAGA- SINEMENT 10 <sup>3</sup> PL. CU.	RÉSERVE UTILE 10 <sup>3</sup> PL. CU.	HAUTEUR PI.	LONGUEUR PI.	DÉBIT MOYEN PCS.	HAUTEUR DECHARGE PI.	PUISANCE INSTALLÉE 1000 H.P.
<b>BERSIMIS</b>									
BERSIMIS I	5 010	290	410	168			9320	870	1200
BARRAGE BERSIMIS					E 207	2200			
BARRAGE DESROCHES					E 202	1050			
PAMOUSCACHOU 1					T 75	2090			
PAMOUSCACHOU 2					T 62	1400			
BERSIMIS II	6060	17					10300	385	855
BARRAGE PRINCIPAL					G 275	2110			
BARRAGE AUXILIAIRE 1					T 89	3310			
BARRAGE AUXILIAIRE 2					T 64	3820			
<b>TOTAL BERSIMIS</b>	<b>7110</b>		<b>410</b>	<b>168</b>					<b>2055</b>
<b>MANICOUAGAN ET AUX OUTARDES</b>									
LAC ST-ANNE	3070	95	120	120	E 126	912			
MC CORMICK (TOTAL)	17600	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	35000	120	(830)
EXISTANT		(2)	(2)	(2)	G (2)	(2)	16000	120	280
PROJETÉ		(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	19000	120	550
MANICOUAGAN 2	17550				G 310	2200	35000	235	1600
MANICOUAGAN 3	12980				345	1400	25300	315	1200
MANICOUAGAN 5	11290	800	5000	970	M 740	4200	21600	505	1600
CHUTE AUX OUTARDES	7460	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	14000	302	(490)
EXISTANT		(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	1640	302	70
PROJETÉ		(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	12360	302	420
OUTARDES 45	6820	4	7	7	260	1000	12600	422	1050
OUTARDES 58	7020	200	700	330	380	2500	12380	425	975
<b>TOTAL MANICOUAGAN ET AUX OUTARDES</b>	<b>17600</b>			<b>1420</b>					<b>7745</b>
NOTE: X CES CHIFFRES SONT LES RÉSULTATS DES ÉTUDES RÉCENTES MAIS SONT SUJETS À CHANGEMENTS									
(1) E: ENROCHEMENT, T: TERRE, G: BÉTON - GRAVITÉ M: BÉTON - VOÛTES MULTIPLES									
(2) CES CARACTÉRISTIQUES SONT CELLES DES AMÉNAGEMENTS EXISTANTS. ON N'Y PRÉVOIT AUCUN CHANGEMENT.									

FIGURE 3

contrôlé par un seul barrage à 53 milles du littoral.

Une fois les modalités de régularisation bien établies, il fallait déterminer les possibilités d'aménagements hydro-électriques susceptibles d'exploiter à fond l'énergie des deux rivières.

La première étape de cette étude a consisté à faire le relevé des profils des deux rivières afin de bien localiser leurs chutes et leurs rapides (Fig. 4). Il fallut ensuite faire la topographie; c'est alors que les procédés modernes de photographie aérienne et de photogrammétrie se sont révélés d'un précieux secours. À l'aide des plans qu'on en a tirés, on a pu faire un premier choix d'emplacements qui semblaient propices à la construction de barrages.

On a ensuite groupé tous ces emplacements quant à leur élé-

vation aval. La première élimination s'est faite au moyen d'estimation comparative d'ordre de grandeur à l'intérieur de chaque groupe, après inspection des lieux.

La dernière élimination s'est faite par comparaison économique de séries obtenues par combinaison des emplacements retenus en première élimination. Les séries ont été établies en fixant la cote amont d'un aménagement égal à la cote aval de l'aménagement immédiatement supérieur.

Les études préliminaires ont aussi porté sur les tributaires de la Manicouagan: les rivières Toulousteuc, Lemay, Hart-Jaune, Thémines, Racine-de-Bouleaux, Seignelay et Mushalagan, ainsi que sur certaines possibilités de dérivation d'une partie du bassin de la Kaniapiskau.

Une partie du potentiel de la rivière Hart-Jaune a déjà été harnachée par la Quebec Cartier Mining Co., qui a installé, dans une usine construite au Petit Lac Manicouagan, trois groupes générateurs de 22,000 HP chacun. La rivière Lemay a été étudiée en 1959 afin d'explorer les possibilités d'y installer une centrale d'une puissance d'environ 50,000 HP pour fournir l'énergie aux différents aménagements durant la période de construction. Après études, l'Hydro-Québec a trouvé plus économique de construire une ligne de transmission temporaire de 135 milles de longueur, de sa sous-station de Haute-Rive jusqu'à Manicouagan 5.

Depuis 1958, une grande partie des apports du bassin de la Toulousteuc est contrôlée par un barrage réservoir: celui du Lac Ste-Anne. Ce barrage sert actuellement à assurer à l'usine McCormick un débit minimum de 16,000 pieds cubes par seconde à 85% du temps. Tous les tributaires de la Manicouagan, y compris la Hart-Jaune et la Toulousteuc, présentent des possibilités d'aménagements, mais à plus petite échelle. Des études préliminaires ont démontré que, pour y aménager les quelque 600,000 HP disponibles, le coût par HP installé serait de beaucoup supérieur à celui des importantes usines des cours principaux. Ces projets sont dès lors relégués à un avenir plus ou moins lointain qui pourrait les voir devenir économiquement attractifs.

Vingt-sept emplacements possibles ont d'abord été étudiés sur la rivière Manicouagan. Ils étaient distribués autour des principales dénivellations naturelles de la rivière: Chutes nos 2, 3, 4, 5 et Rapide Hibou. Les numéros donnés aux chutes sont tout simplement leur ordre respectif, de l'aval vers l'amont, la chute no 1 étant au lieu du barrage McCormick.

Après la première élimination, le choix ne portait plus que sur 9 emplacements. Puis, à la suite d'études comparatives des différentes séries (Fig. 5), le choix définitif sur la Manicouagan s'est porté sur les emplacements suivants : la chute no 2, située à 5 milles en amont des chutes no 3 et d'un dernier emplacement à un mille en amont des chutes no 5. On désigne ces trois projets d'aménagement par les noms Manicouagan 2, Manicouagan 3 et Manicouagan 5. Il va sans dire que l'aménagement complet de la rivière inclut l'agrandissement de l'usine de McCormick que rendra possible la régularisation complète de la rivière.

Aux Outardes, la grande uniformité du profil et la grande largeur de la vallée ne laissent pas grand choix. D'abord, on a étudié la possibilité de dériver les eaux d'environ la moitié de son bassin dans celui de la Manicouagan, au nord des cinquièmes chutes. La seule section de la rivière qui présentait quelques possibilités d'aménagement hydro-électrique était celle qui s'étend des chutes du Mille 58 jusqu'au pied des rapides Dix-Milles, au Mille 41. Les millages mentionnés ici sont les distances des emplacements en amont de l'embouchure. Après une étude approfondie, il s'est avéré possible d'aménager l'emplacement du Mille 58, désormais appelé Outardes 58, tout en y prévoyant une réserve utile suffisante. Dès lors, le projet de dérivation dans la Manicouagan fut abandonné après preuve de non-économie.

Le choix, à date, quoique non définitif, porte sur les emplacements des Milles 58 et 45, avec évidemment l'agrandissement de l'usine Chute-aux-Outardes.

On verra sur les profils de la fig. 4 que les autres emplacements possibles seront noyés par l'exhaussement des eaux aux endroits aménagés.

On est prié de consulter le tableau 3 afin de se rendre compte des caractéristiques de ces aménagements projetés.

L'étape suivante des études consiste à déterminer quelle sera la séquence à suivre dans l'aménagement de tous ces emplacements. La seule restriction physique imposée est de régulariser d'abord chacune des rivières. Pour cela, la première construction sur la Manicouagan doit être celle du barrage Manicouagan 5 et la première sur l'Outardes, celle du barrage d'Outardes 58. Quant aux autres emplacements, on peut les aménager dans un ordre physiquement indifférent. Cependant, il faut trouver la séquence la plus économique. A cette fin, des études comparatives des combinaisons les plus aptes à répondre aux augmentations de demande ont été amorcées en 1960 et sont encore en cours. Elles tiennent compte de la multitude des facteurs qui influencent le coût global à long terme. Des études aussi complexes n'ont pu être envisagées que grâce au nouvel outil que la science moderne a mis à la disposition de l'ingénieur : le cerveau électronique.

Aux emplacements Outardes 45 et Outardes 58, on en est actuellement au stage des relevés topographiques et géologiques détaillés, alors qu'à Manicouagan 3 on n'en est pas encore rendu à ce stade.

Les emplacements Manicouagan 2 et Manicouagan 5 ont déjà fait l'objet de relevés topographiques et géologiques très précis, d'études détaillées d'implantation et de la nature des divers éléments permanents des projets ainsi que des installations de chantier. On a établi des estimations plus précises de quantités et de coût en même temps que les programmes de construction.

Au début de l'automne 1960, l'Hydro-Québec autorisait la

construction du barrage Manicouagan 5.

Tout récemment, la Commission autorisait l'aménagement de Manicouagan 2 dont les premiers groupes générateurs devront fournir de l'électricité à l'automne 1965.

## Manicouagan 2

Sans perdre un instant, vu le programme très serré, la Division des aménagements de l'Hydro-Québec organisa le défrichement et l'installation des habitations très provisoires, amena à pied-d'œuvre matériaux et équipement de toutes sortes et cela d'une façon si rapide que deux semaines plus tard, 80 hommes étaient au travail.

Au début de décembre, 350 hommes travaillent au défrichement, à la construction de routes, à l'installation de huttes et des services essentiels tels que aqueduc et égouts.

Vers février, le campement pourra loger plus de 700 hommes qui auront déjà commencé les routes d'accès aux sorties et aux entrées de deux tunnels dont le percement devra débuter en mars.

Ces galeries de 1200 et 1500 pieds de longueur respectivement ont un diamètre de 45 pieds, et serviront à détourner l'eau du lit de la rivière pour permettre de faire les excavations et le bétonnage à sec.

Avec le débit régularisé à 35,000 pieds cubes par seconde et les 235 pieds de chute, la puissance installée sera de 1,600,000 H.P.

En plus de la centrale, il faut prévoir l'installation d'un déversoir d'une capacité suffisante pour laisser passer une crue exceptionnelle même au cas où la centrale serait improductive.

La quantité de béton nécessaire à ce travail s'élèvera à près de 1,500,000 vg. cu. Une sablière

qui contient tous les fins nécessaires à la fabrication d'un bon béton est déjà trouvée; toutefois, elle contient aussi un certain pourcentage de gravier médiocre qui sera rejeté. Les gros agrégats viendront du concassage de pierre exploitée en carrière.

Les ingénieurs des aménagements sont présentement à étudier et à dessiner les usines à agrégats, à sable et à béton, ainsi que l'appareillage de la mise en place du béton. Cet appareillage se composera probablement d'un blondin dont une tour sera fixe et l'autre mobile, complétée par quelques grues.

Les quantités de mort-terrain et de roc à excaver sont de l'ordre

de 50,000 vg. cu. et de 750,000 vg. cu. respectivement. On a fixé les dates des principales phases de l'exécution des travaux :

- 1—Début des percements des galeries  
1er mars 1962
- 2—Dérivation des eaux  
novembre 1962
- 3—Début du bétonnage  
septembre 1962
- 4—Début d'installation des turbines  
mars 1965
- 5—Production d'électricité des premiers groupes  
novembre 1965

Les détails de programmation de ce qui doit être fait pour que

les phases principales arrivent à l'échéance indiquée sont actuellement sur la planche à dessin.

### Manicouagan 5

La construction de la route de Baie Comeau à Manicouagan 5 ayant été commencée à l'automne de 1959, et l'installation des huttes et autres aménagements à Manicouagan 5 à l'automne de 1960, nos lecteurs ne sont pas sans avoir entendu parler de ce gigantesque projet de Manicouagan 5 dont le site est grandiose.

Avec son aménagement qui aura un débit régularisé de 21,600 pi. cu. par seconde, un réservoir de 5,000 billions de pi. cu. et 800 milles carrés de su-

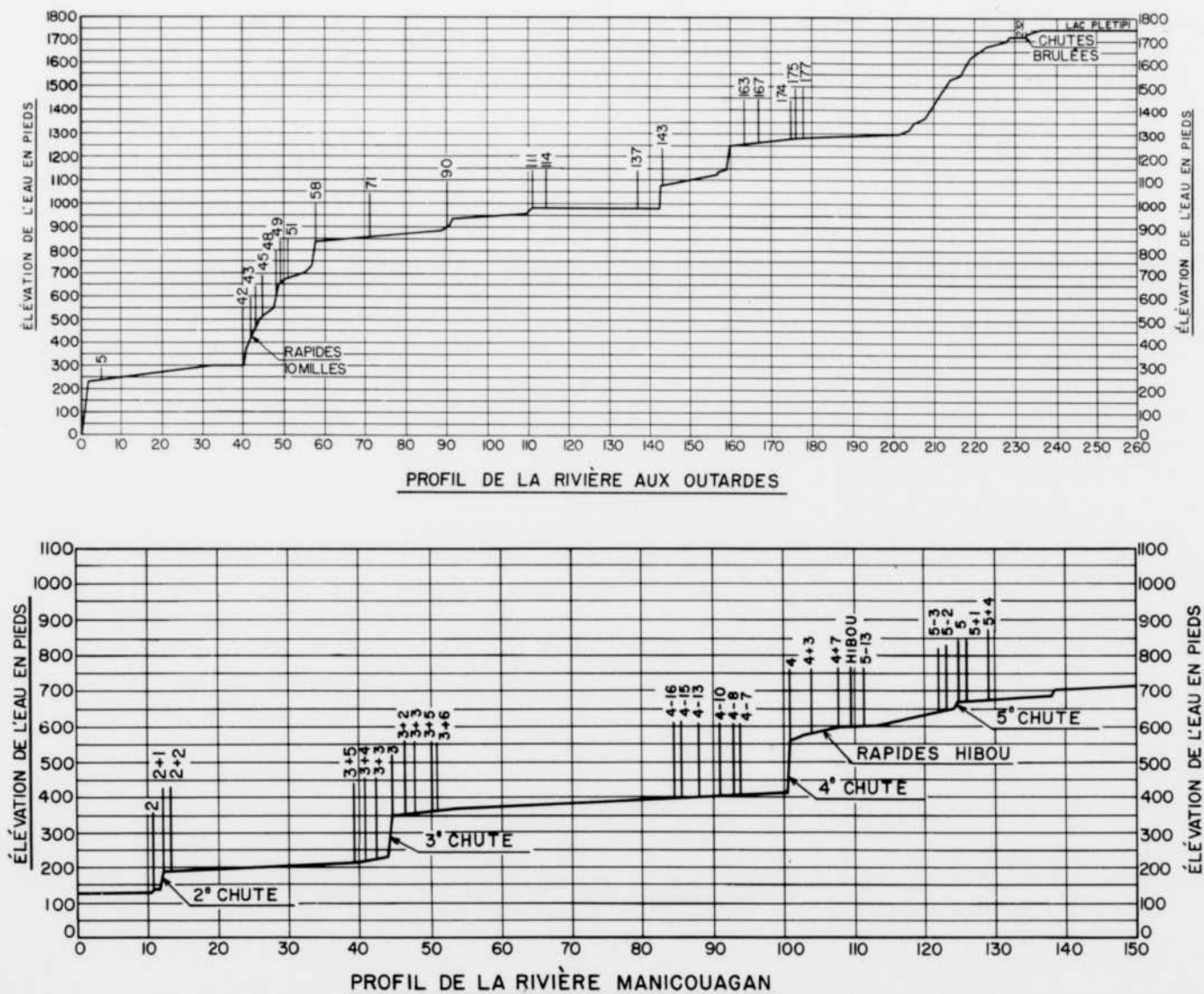


Fig. 4

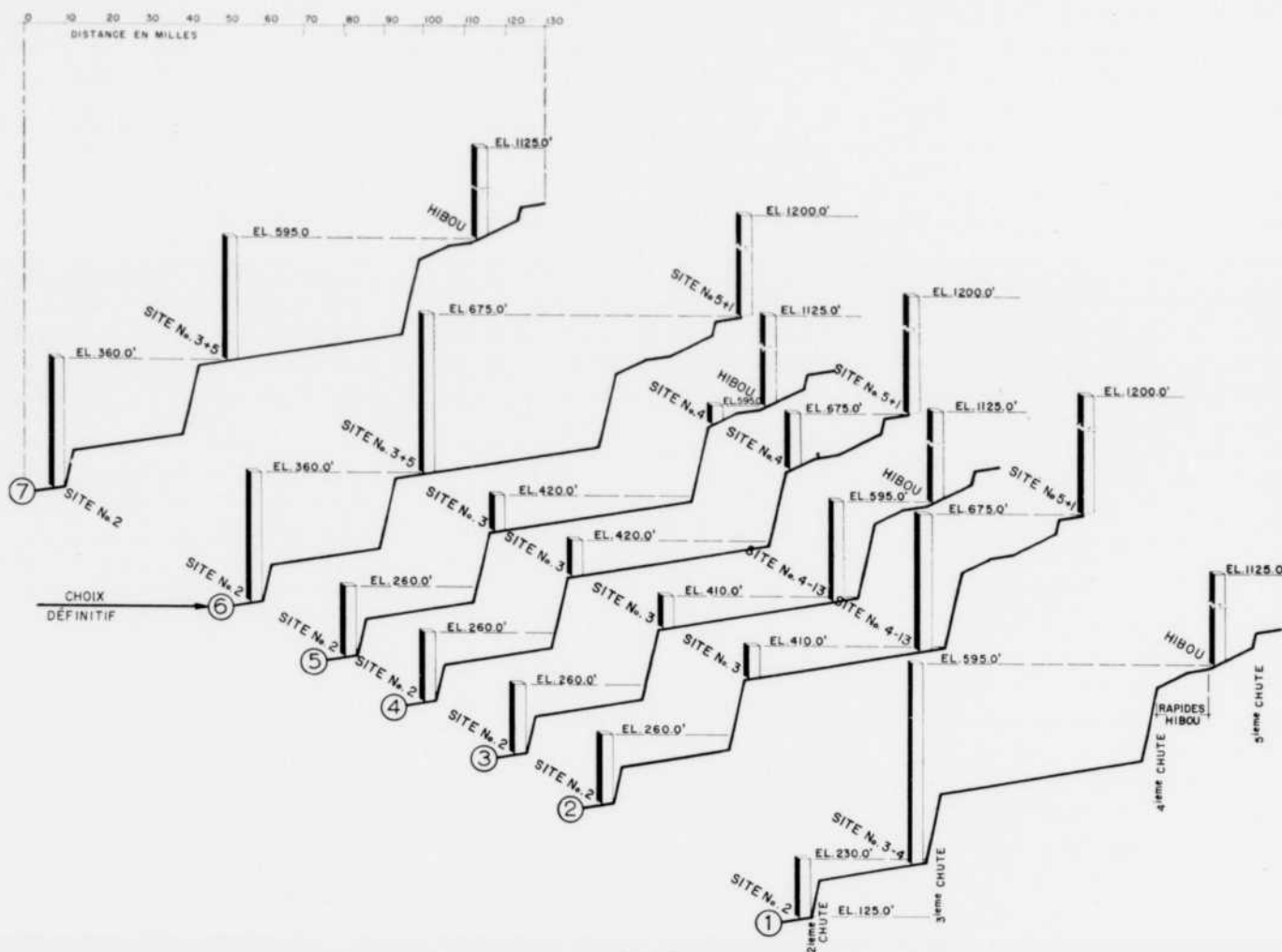


Fig. 5

perficie, un barrage de 4,200 pieds de longueur et d'une hauteur de 740 pieds et une installation de 1,600,000 HP., l'Hydro-Québec entreprend une oeuvre de génie presque inégalée au monde.

Actuellement les huttes pour les travailleurs sont érigées, tous les aménagements requis sont installés et les 2,500 hommes qui sont actuellement sur le chantier y travaillent ferme.

Depuis mai dernier, une ligne de transmission à 161,000 volts apporte à Manicouagan 5 les 50,000 HP pour force motrice et chauffage nécessaires à sa réalisation.

Il faut aussi mentionner que les deux tunnels de dérivation de 2,200 pieds de longueur chacun et d'un diamètre de 47 pieds furent terminés au 15 novembre.

La mise en eau faite le 1er décembre dernier permet le parachèvement de la construction des batardeaux avant la crue du printemps de 1962.

Mentionnons ici que la rivière coule sur un lit alluvionnaire très perméable de 250 pieds de profondeur. Bâtir des batardeaux sur pareils matériaux eut été téméraire. Il fallait donc les rendre étanches par un procédé sûr et d'exécution rapide permettant de parachever les batardeaux avant la crue prochaine. Plusieurs méthodes furent étudiées et le procédé Icos-Veder fut retenu pour le batardeau amont, alors que le procédé d'injection de Solétanche sera employé pour le batardeau aval.

Le procédé Icos-Veder, tel qu'il sera appliqué, consiste à exécuter un voile en béton de 2 pieds

d'épaisseur, encastré à un minimum de 2 pieds dans le roc massif. Ce voile est constitué de pieux juxtaposés et jointifs. Ces pieux sont de deux types : les uns, les primaires, de forme cylindrique de 2' de diamètre; les autres, les secondaires, ont une section telle que, placés entre les primaires, ils complètent parfaitement le mur à 2 pieds d'épaisseur. Les trous pour ces pieux sont forés par percussion en milieu de boue de bentonite qui, par sa densité et ses propriétés, maintient en place les parois de chaque trou. Le forage terminé, les trous sont remplis de béton de trémie.

Le fonçage se fait avec un ciseau suspendu par un tuyau par lequel la boue de bentonite est continuellement pompée du fond du trou. Les matériaux broyés par l'action du fonçage sont ame-

nés à la surface par la boue en mouvement. Un tamis vibrant sépare les matériaux produits de la boue de bentonite qui est réutilisée. Dans ce mur, des tuyaux sont laissés pour fins de forage et d'injection du rocher sous-jacent afin de prolonger le voile d'étanchéité.

La première étape de l'opération consiste à foncer les pieux primaires. Pour ces derniers qui ont quatre pieds d'entraxe, un ciseau de forme ordinaire d'une tonne et demie est utilisé. L'erreur permise dans la verticalité des pieux primaires est de 6", même à 250 pieds de profondeur, ce qui peut laisser un espacement maximum de 3 pieds entre les pieux primaires.

Le fonçage des trous pour les pieux secondaires est exécuté en trois opérations. En premier lieu, on opère comme s'il s'agissait d'un pieu primaire. Deuxièmement, on se sert d'un ciseau spécial qui a la forme de la section du pieu secondaire décrite plus haut. Troisièmement, afin d'assurer la continuité du mur, un autre outil spécial, de la forme du précédent, est utilisé. Toutefois, cet outil est extensible et permet de suivre les deux colonnes de béton formées par les deux pieux primaires adjacents même si leur emplacement est de quatre pieds.

Au-dessus de ce mur, un rideau de palplanches sera érigé pour compléter l'écran étanche de la digue qui constituera le batardeau.

Pour le batardeau aval, le procédé Solétanche consiste à injecter les alluvions qui, à cet endroit, n'ont que 150 pieds de profondeur, d'un mélange de ciment et d'argile sur trois lignes transver-

sales à dix pieds de centre en centre. La construction du batardeau se parachèvera comme dans le cas précédent.

Après cette digression sur un sujet qui sort de l'ordinaire, revenons à notre programmation. Le bétonnage commencera vers juillet 1962; mais, étant donné les 2,600,000 vg. cu. qui formeront le barrage, sans mise en place en hiver, nous ne terminerons qu'en 1967.

Quant à la centrale, sa programmation n'est pas encore définitivement arrêtée. Mentionnons ici que le réservoir sera rempli à sa cote définitive au plus tôt en 1968.

Le barrage sera du type à voûtes multiples avec contreforts. La résistance du béton devra avoir un minimum de 4,500 lbs. par pouce carré à 28 jours. Imaginez les fantastiques quantités requises : 700,000 tonnes de ciment, 1,700,000 tonnes de sable et 2,500,000 tonnes de pierres concassées.

Après d'intenses recherches, les géologues de l'Hydro-Québec ont réussi à trouver une pierre dont le contenu en biotite (élément incompatible à la fabrication d'un bon béton) était tolérable; toutefois, après concassage, tous les éléments plus petits que  $\frac{3}{8}$  pouce devront être rejetés parce que contenant trop de biotite.

Les éléments fins nécessaires à la fabrication du béton étaient très rares dans la région. Devant l'impossibilité de fabriquer du sable à partir de la pierre, des recherches intensives furent entreprises avec succès : à 7 milles du barrage, un matériel en quantité suffisante sera acceptable aux deux conditions suivantes :

1° rejeter tous les matériaux plus gros que  $\frac{1}{4}$  de pouce parce que n'étant pas de bonne qualité.

2° classer les fins en deux grosseurs afin d'avoir une bonne granulométrie dans le mélange du béton : en effet la sablière est très hétérogène, certaines parties contenant un sable dont le module de finesse est de 3.2 et d'autres parties de 1.8.

Les sables et les pierres devront être lavés; les procédés à employer sont actuellement sur la table à dessin. L'usine de concassage, qui aura une capacité de 500 tonnes à l'heure, est en train d'être érigée. L'usine à béton en voie d'érection aura 4 malaxeurs de 4 verges cubes chacun; sa capacité est de 320 verges cubes à l'heure. Le béton pourra être mis en place à un taux maximum de 320 verges cubes à l'heure au moyen de 3 blondins radiaux disposés de telle sorte que l'ensemble du barrage soit dans leur champ d'action, à l'exception de 8% du volume qui devra être placé à l'aide de grues.

### Conclusion

Après cette brève description d'ensemble additionnée de quelques détails sur Manicouagan 2 et Manicouagan 5, qu'il nous soit permis d'insister auprès de nos lecteurs sur le fait que l'Hydro-Québec entreprend là quelque chose d'unique en Amérique et susceptible d'attirer l'intérêt du monde entier. Par son envergure et ses caractéristiques particulières, le projet entier fait l'orgueil du public et surtout des ingénieurs et des techniciens de la province qui se doivent au moins de s'y intéresser et de le connaître comme une chose qui est leur.



# NOTES SUR LA PRÉCISION DES ANALYSES QUANTITATIVES DU NIOBIUM PAR FLOUORESCENCE DES RAYONS-X

par

GUY PERRAULT, professeur de cristallographie et de minéralogie,  
École Polytechnique de Montréal.

## RÉSUMÉ

La fluorescence des rayons X permet d'effectuer des déterminations de  $Nb_2O_5$  dans les concentrés de pyrochlore (44 à 60%  $Nb_2O_5$ ), avec une erreur relative maximum de 0.3% et une erreur relative probable de 0.1%. La technique employée dans la préparation des échantillons est celle préconisée par Claisse (1956) : fusion dans le borax et addition d'agents absorbants. L'analyse de l'erreur statistique dans le comptage des impulsions et de l'erreur d'instrument révèle qu'une telle précision est réalisable. Cette technique se prête très bien à l'analyse des échantillons minéraux purs de quelques milligrammes.

## ENGLISH SUMMARY

Characteristic X-ray fluorescent radiation can be used for quantitative determinations of  $Nb_2O_5$  in pyrochlore concentrates (44 to 60%  $Nb_2O_5$ ). The accuracy of the determinations is stated to be 0.3% maximum relative error or 0.1% probable relative error. Mineral samples were prepared by fusing in borax and adding  $BaO_3$ , a technique developed by Claisse (1956). Statistical analysis of the number of pulses totalized and study of a Norelco X-ray fluorescent unit revealed that such an accuracy could be attained fairly readily. This technique could be used for analysis of very small mineral fragments.

## Introduction

Au cours d'une recherche industrielle sur les méthodes d'analyse pour la détermination du  $Nb_2O_5$  dans les concentrés de pyrochlore, la méthode d'analyse par fluorescence des rayons X a été mise à l'essai. La précision des résultats obtenus au cours de cette recherche nous semble excellente; de plus, la possibilité de se servir de cette technique d'analyse pour la mesure de plusieurs éléments composants des

minéraux nous paraît prometteuse.

Déjà, plusieurs textes portant sur la précision des analyses quantitatives par fluorescence des rayons X ont paru (Webber, 1957; Claisse, 1956; Perrault, 1959; Campbell, Leon et Thatcher, 1959). La précision des mesures accomplies à date n'est pas grande. Les essais récents faits dans nos laboratoires indiquent qu'avec une préparation d'échantillon adéquate, il est possible d'atteindre une précision comparable à celle des analyses faites par voie humide. Ces diverses raisons nous ont incité à présenter les résultats obtenus.

## Appareils

Nous avons utilisé, pour les mesures de la fluorescence des rayons X, les instruments Norelco. Ils sont schématisés à la fig. 1.

Le panneau de contrôle est un modèle récent (mai 1961). Les tolérances, telles que données par le fabricant, sont indiquées à la fig. 1. Nous n'avons pas encore eu le loisir de vérifier chacune de ces tolérances. Toutefois, pour les besoins de la recherche qui fait le sujet de ce texte, nous avons mesuré à diverses reprises des échantillons pour nous assurer de la reproductibilité de la mesure des intensités des rayons X fluorescents. Par exemple, on voit au Tableau I les résultats de mesures obtenues sur un même échantillon, dans des conditions aussi identiques que possible.

Nous concluons comme suit :

- 1) L'analyse statistique (partie D, Tableau I) nous permet de prévoir une erreur maximum de 0.21%, avec une probabilité de 0.96, et une erreur moyenne de 0.07% lorsque le

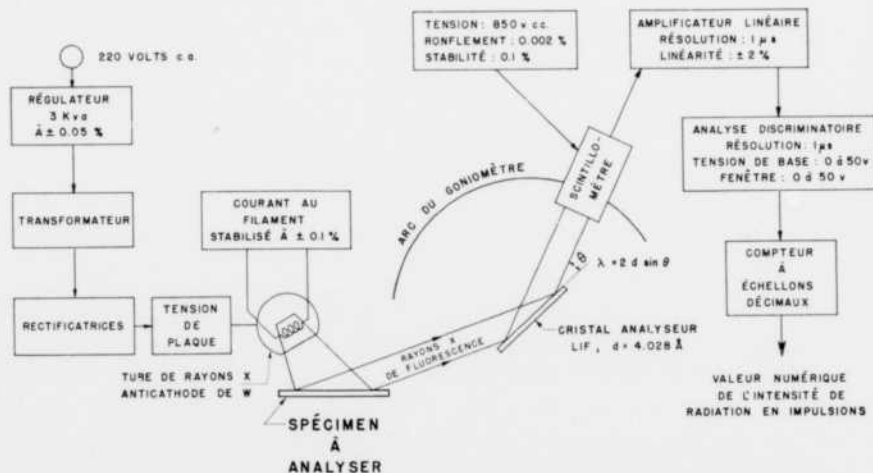


Fig. 1 — Schéma de l'appareil à mesurer la fluorescence des rayons X. Les tolérances indiquées sont celles fournies par le fabricant (Norelco).

**TABLEAU I**

**ÉTUDE SUR LA PRÉCISION DES MESURES D'INTENSITÉ DE FLOUORESCENCE DES RAYONS X AVEC L'APPAREIL NORELCO DE NOTRE LABORATOIRE**

Mesure sur le spécimen 7-132a			
<b>A — Même ajustement du goniomètre.</b>			
Intensité de NbK $\alpha$ (LiF à 21.41°20):			
442.11 x 10 <sup>3</sup> impulsions, durant 100 secondes.			
440.46			
441.27	Médiane :		441.15
441.89			
440.97	Erreur maximum :		0.22%
441.61			
440.61	Erreur moyenne :		0.13%
440.38			
440.62	Pour deux lectures successives,		
441.73	erreur maximum :		0.13%
<b>B — Ajustement répété du goniomètre (2 lectures successives):</b>			
LiF à	21.41° (NbK $\alpha$ )	20.50° (bruit de fond)	Différence
1er essai	442.81	36.37	406.44 x 2 x 10 <sup>3</sup>
2e essai	442.29	36.50	405.79 imp./100 sec
3e essai	441.89	36.58	405.31
4e essai	443.04	36.42	406.62
5e essai	442.74	36.66	406.08
6e essai	441.81	36.76	405.05
Médiane : 405.88. Erreur maximum : 0.20%. Erreur moyenne : 0.09%.			
<b>C — Ajustement répété de la différence de potentiel au tube de rayons X, ainsi que du courant au filament (50KV, 35mA) (2 lectures successives):</b>			
LiF à	21.41° (NbK $\alpha$ )	20.50° (bruit de fond)	Différence
1er essai	452.71	37.80	414.91
2e essai	452.33	37.74	414.59
3e essai	451.11	37.55	413.56
4e essai	450.87	37.65	413.22
5e essai	450.88	37.70	413.18
Médiane : 413.89. Médiane (partie B): 405.88. Différence : 8.01. Erreur relative : 1.97%.			
<b>D — Analyse de l'erreur statistique dans la totalisation des impulsions :</b>			
Nombre total d'impulsions (1 lecture):		442. x 10 <sup>3</sup> imp.	
Nombre total d'impulsions (lecture double):		884. x 10 <sup>3</sup> imp.	
Erreur probable (En = $\frac{67}{\sqrt{N}}$ ) (1 lecture):		0.10%	
Erreur probable (En = $\frac{67}{\sqrt{N}}$ ) (2 lectures):		0.07%	
Erreur maximum (probabilité 0.96) (1 lecture):		0.30%	
Erreur maximum (probabilité 0.96) (2 lectures):		0.21%	

total d'impulsion est voisin de 884,000. On pourrait augmenter la précision statistique prévue en totalisant un nombre plus grand d'impulsions. Les valeurs que nous venons d'indiquer sont celles obtenues

pour une totalisation durant 200 secondes, période qui nous semble pratique. Il ne serait guère utile d'augmenter le temps de totalisation afin d'obtenir une erreur statistique plus faible puisque la pré-

paration physique de l'échantillon ne semble pas permettre une précision supérieure à 0.21%.

- L'appareil Norelco de notre laboratoire est susceptible de donner la précision prévue ci-haut; la partie A du Tableau I donne un exemple de mesures répétées sur un même spécimen. L'analyse des erreurs montre que la précision obtenue (0.13% d'erreur maximum) est très près de l'erreur prévue par l'analyse statistique (0.21 d'erreur maximum). Il est prudent de faire les sommations d'impulsions deux fois; l'erreur maximum est alors considérablement réduite. D'ailleurs, on pourrait de cette façon déceler une défec-tuosité dans les circuits de totalisation si elle se produi-sait.
- L'ajustement du goniomètre à des positions successives peut se faire sans changer l'erreur considérablement (voir la partie B, Tableau I).
- L'ajustement haute-tension et courant au tube de rayons X est plus difficile à répéter. Par exemple, dans deux essais successifs (parties B et C, Ta-bleau I), l'intensité de NbK $\alpha$  a été répétée seulement à 1.97% près. Pour des mesures où la précision recherchée est plus grande, on doit mesurer les intensités de fluorescence dans le spécimen à analyser et dans l'étalon de comparaison, avec un même ajustement de la tension et du courant au tube de rayons X. Cette pro-cédure rend la mesure plus longue.

**Préparation des échantillons**

Dans le paragraphe précédent, nous avons établi qu'avec certain-s précautions dans l'expérien-ce, il est possible d'obtenir des mesures d'intensité de fluorescen-ce des rayons X à une erreur

moyenne voisine de 0.1% et une erreur maximum (probabilité de 0.96) voisine de 0.2%. L'obstacle principal, qui rend les analyses quantitatives par fluorescence des rayons X incertaines, est sans contredit la préparation des échantillons. Pour les études du genre de celle-ci, le critère principal de la préparation est la reproductibilité des résultats. Les spectroscopistes et les diffractonistes connaissent bien les phénomènes suivants :

- a) La grosseur et la forme des particules minérales d'un échantillon pulvérisé ont une influence indirecte sur l'intensité de fluorescence des rayons X. A quantité égale d'un élément, si le grain de la poudre est grossier, l'intensité mesurée (e.g.  $K\alpha$ ) est fréquemment plus basse. Il est donc important de contrôler rigoureusement le degré de comminution si l'on recherche une précision élevée dans la mesure des intensités de fluorescence des rayons X.
- b) L'état de combinaison de l'élément à mesurer est aussi critique. Claisse (1956) donne l'exemple de mesures de l'intensité de  $CrK\alpha$ ; il montre que dans les composés où les distances Cr-Cr sont plus grandes l'intensité de  $CrK\alpha$  mesurée est plus grande.
- c) On doit connaître les variations des coefficients d'absorption massique ( $\gamma/p$ ) des échantillons à analyser et des étalons de comparaison. Si les coefficients d'absorption massique des deux sont différents, on doit corriger les intensités de fluorescence mesurées. A notre avis, pour des mesures précises, on doit chercher à rendre semblables les coefficients d'absorption massique des étalons et des échantillons à mesurer. Une dilution de l'échantillon devient donc nécessaire. Si la dilution est ef-

fectuée avec des substances très absorbantes, le rapport de l'intensité d'une strie caractéristique à celle due au bruit de fond demeure sensiblement le même.

L'étude des critères présentés ci-haut nous a conduits à adopter la méthode de Claisse. Par ailleurs, elle nous semblait s'appliquer particulièrement bien à l'analyse du niobium dans les concentrés de pyrochlore. Cette méthode consiste essentiellement à dissoudre dans un solvant appro-

prié (borax) les échantillons minéraux et à ajouter à ce solvant des substances susceptibles de donner une absorption suffisamment grande. Le mode opératoire est décrit avec détails dans le texte de Claisse (1956).

La composition chimique type des concentrés de pyrochlore apparaît au Tableau II. La détermination de la précision, dans la technique de préparation des échantillons et dans l'étalonnage de comparaison, a été l'objet d'une première série de fusions.

**TABLEAU II**  
**COMPOSITION CHIMIQUE DES CONCENTRÉS DE PYROCHLORE**  
**LOCALITÉ : OKA, P.Q.**

A — $Nb_2O_5$ : 44.0 à 60.0%.			
B — Autres constituants reportés à un total de cent (après soustraction du $Nb_2O_5$ ):			
	(1) SLM-25	(2) Pyrochlore pur	(3) 13 octobre 1959
$SiO_2$	10.6%	0.2%	4.6%
$Fe_2O_3$	7.7	6.5	5.9
FeO	1.8	—	—
$TiO_2$	8.5	15.7	9.4
$CeO_2$	7.5	7.2	11.6
$Al_2O_3$	—	—	0.4
$CaCO_3$	—	—	—
$CaF_2$	—	—	—
$Ta_2O_5$	0.3	1.2	0.9
CaO	37.7	36.2	35.0
MgO	3.6	0.0	2.4
$La_2O_3$	1.7	1.7	—
$ZrO_2$	1.4	2.4	2.4
SrO	2.1	2.6	1.7
$U_3O_8$	0.3	1.1	0.2
$ThO_2$	0.5	1.5	0.1
$P_2O_5$	3.9	—	4.8
$H_2O + 105^\circ C$	1.2	3.0	2.2
$Na_2O$	6.2	10.8	6.7
$K_2O$	0.5	0.0	0.4
F	4.5	8.9	7.3
$MnO_2$	—	0.2	0.3
$Y_2O_3$	—	0.3	—
$Gd_2O_3$	—	0.5	0.4
$SO_3$	—	—	3.3
	100.0	100.0	100.0
$\gamma/p$ (pour $Nb_2O_5$ = 50.0%) :	20.68	22.55	21.20

Concentrés : (1) No SLM-25. Analyse chimique faite dans nos laboratoires.  
(2) Pyrochlore pur. Pour l'analyse chimique voir Perrault (1957).  
(3) Concentré de pyrochlore de l'usine pilote (Ecole Polytechnique). Analysé dans nos laboratoires, le 13 octobre 1959.

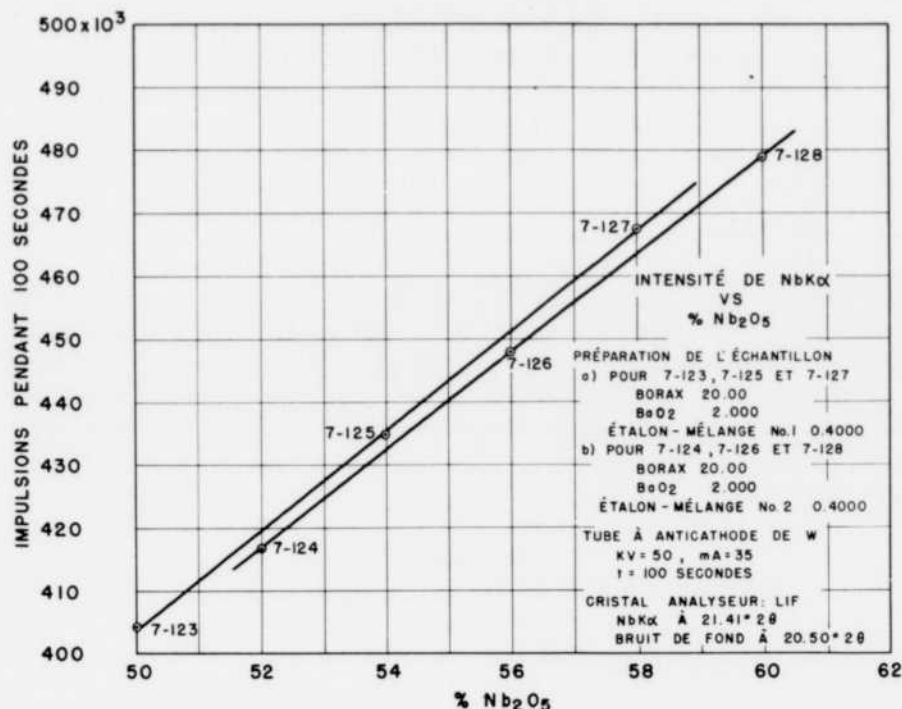


Fig. 2 — Intensité de NbK $\alpha$  versus % Nb $_2$ O $_5$  pour deux séries d'échantillons.

$\gamma/p = 19.46$ , droite 7-123, 7-125 et 7-127.

$\gamma/p = 20.69$ , droite 7-124, 7-126 et 7-128.

Pour celle-ci, nous avons utilisé un rapport borax-BaO $_2$ -échantillon de 20.00-2.000-0.4000 avec la précision indiquée. On verra au Tableau III, les valeurs numériques des intensités de NbK $\alpha$  dans les diverses mesures. La fig. 2 montre ces données. Cette série de mesures nous permet de tirer les conclusions suivantes :

1) Les six points d'étalonnage définissent deux droites sur le diagramme : intensité NbK $\alpha$  - pourcentage Nb $_2$ O $_5$  (fig. 2). Nous avons utilisé, pour la synthèse de ces étalons, deux mélanges différents, l'un pour lequel  $\gamma/p = 19.46$  et l'autre pour lequel  $\gamma/p = 20.69$ . Les trois échantillons obtenus avec le premier mélange correspondent aux trois points d'une droite et les trois autres échantillons, faits avec le deuxième mélange, définissent l'autre droite. Nous en concluons que si les deux droites ne se confondent pas en une seule, c'est que les coefficients d'absorption massique des produits après fusion dans le borax sont encore trop différents. Deux solutions se présentent :

a) Rendre les coefficients des échantillons en poudre semblables. Ceci n'est guère désirable, puisque nous avons essayé de synthétiser les étalons de telle façon qu'ils reflètent les variations  $\gamma/p$  qu'on est susceptible de retrouver dans les concentrés à analyser.

b) Augmenter l'absorption massique des échantillons fondus par addition de substances absorbantes (BaO $_2$ ). L'influence du  $\gamma/p$  de la poudre à analyser sera ainsi diminuée et deviendra négligeable dans la précision des mesures. C'est cette dernière solution que nous avons adoptée.

2) Chacun des deux groupes de trois points définissent une droite. De plus, par rapport à leur droite respective, l'écart maximum des six points est de 0.25%. La préparation des échantillons n'a donc pas augmenté l'erreur statistique qui existait déjà dans la totalisation des impulsions et qui provient des circuits de l'appareil de fluorescence des rayons X. D'ailleurs, les mesures d'éta-

lonnage qui suivent confirment cette observation.

Un autre mélange borax-BaO $_2$ -échantillon, dans un rapport 20.00-5.000-0.4000, nous a permis d'obtenir les valeurs du Tableau IV. Les variations de NbK $\alpha$  observées reflètent maintenant l'erreur du mode opératoire et non plus une erreur ordonnée par rapport à  $\gamma/p$ .

### Étalonnage

Avec le rapport fondant-absorbant-échantillon, défini au paragraphe précédent, nous avons préparé neuf étalons renfermant de 44 à 60% Nb $_2$ O $_5$ . Nous avons utilisé, pour la synthèse de ces étalons, des mélanges à un  $\gamma/p$  variable dans les limites prévues par le Tableau I. Le Tableau V et la fig. 3 montrent les résultats et l'analyse de cet étalonnage. L'écart maximum est de 0.41%, tandis que l'écart moyen est de 0.15%. Encore une fois, il apparaît que la technique de préparation des échantillons est d'une précision comparable à celle de la mesure des intensités de fluorescence caractéristique.

Nous nous empressons de souligner que la courbe d'étalonnage n'a pas une valeur absolue. Par exemple, il n'est pas conforme, à la précision citée ci-haut, de mesurer une intensité NbK $\alpha$ , de la rapporter sur la courbe et d'en tirer une valeur % Nb $_2$ O $_5$  précise. Il faut plutôt, pour chaque ajustement de la tension et du courant du tube de rayons X, effectuer des mesures sur deux étalons voisins et, de la comparaison de ces dernières intensités, interpoler les valeurs % Nb $_2$ O $_5$ ; nous avons déjà établi qu'il est impossible de répéter avec précision l'ajustement de la tension et du courant aux bornes du tube. La courbe d'étalonnage peut tout au plus aider à choisir les étalons de comparaison.

### L'usage d'un étalon interne

Nombreux sont les auteurs qui voient dans l'usage d'un étalon

interne la garantie d'une précision élevée. Nous ne partageons pas leur avis. Il est déjà bien difficile d'obtenir des mesures précises sur une strie caractéristique sans se servir d'une autre strie pour calibrer la première. Nous avons mis à l'essai cette technique pour les analyses de  $Nb_2O_5$ , mais nous n'avons pas obtenu la précision recherchée.

Le molybdène est tout indiqué comme étalon interne pour le niobium. Leurs stries  $K\alpha$  sont voisines, quoique suffisamment séparées pour permettre des mesures sur l'une et l'autre sans interférence. Nous avons employé divers composés de molybdène; la forme la moins difficile à manipuler semble être le trioxyde ( $MoO_3$ ), quoique ce dernier s'agglomère facilement et il est probablement aussi légèrement déliquescant. De plus, avec celui-ci, nous n'avons jamais pu atteindre la précision donnée ci-haut dans les mesures du  $Nb_2O_5$ . Peu d'autres éléments, non présents en quantité variable dans les concentrés de pyrochlore, offrent des possibilités dans ce sens. Nous en avons conclu que l'emploi d'un étalon interne est probablement plus difficile que le bon usage de la technique de fusion avec addition d'un agent absorbant.

#### $Nb_2O_5$ pur

Il nous reste encore à justifier la pureté du  $Nb_2O_5$  de comparaison. Dans les déterminations rapportées ci-haut, nous avons utilisé du  $Nb_2O_5$  de deux sources :

- 1) Johnson, Matthey et Mallory; cette firme vend un produit qu'elle nomme "specpure". Elle attribue au " $Nb_2O_5$  specpure" la composition chimique suivante :  $Ta_2O_5$  0.4%, Si 5ppm, Fe 2ppm, Mg <1ppm. Éléments non décelés par spectrographie d'émission : Ag, Al, As, Au, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Hf, Hg, In, Ir, K, Li, Mn, Mo,

**TABLEAU III**  
ÉTUDE DE LA TECHNIQUE DE PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS ET ESSAI DE CALIBRATION

Échantillon No	Bruit de fond LiF à 20.70°	NbK $\alpha$ LiF à 21.41°	NbK $\alpha$ (net)	x 10 <sup>3</sup> imp./100 sec.
				Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
7-123*	24.40	428.88	404.48	50.00
7-124**	25.62	442.42	416.80	52.00
7-125*	25.51	460.48	434.97	54.00
7-126**	25.70	473.85	448.15	56.00
7-127*	25.62	493.32	467.70	58.00
7-128**	25.50	504.46	478.96	60.00

\* Synthétisé à partir du mélange-étalon No 1 ( $\gamma/p = 19.46$ ).  
 \*\* Synthétisé à partir du mélange-étalon No 2 ( $\gamma/p = 20.69$ ).  
 Pente moyenne (7-123, 7-125, 7-127): 8.0696  
 Écart maximum : 0.25%  
 Pente moyenne (7-124, 7-126, 7-128): 7.9969  
 Écart maximum : 0.23%

**TABLEAU IV**  
ÉTUDE DE L'INTENSITÉ DE NbK $\alpha$  AVEC VARIATIONS  $\gamma/p$

Préparation de l'échantillon :			
Borax .....	20.00		
BaO <sub>2</sub> .....	5.000		
Étalon ( $\gamma/p$ variable) .....	0.4000		
		<b>7-132</b>	<b>7-132<math>\alpha</math></b>
$\gamma/p$ (étalon)	19.46	19.93	20.69
$\gamma/p$ (échantillon après fusion)	10.43	10.44	10.45
Intensité NbK x 10 <sup>3</sup> imp./100 sec.	407.93	408.94	408.35

**TABLEAU V**  
ÉTALONNAGE  $Nb_2O_5$

Préparation de l'échantillon :					
Borax .....	20.00				
BaO <sub>2</sub> .....	5.000				
Étalon-mélanges .....	0.4000				
Echantillon No	%Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NbK $\alpha$ 21.41°	Bruit de fond 20.50°	NbK $\alpha$ (net)	x 10 <sup>3</sup> imp./100 sec.
7-129	44.00	389.75	36.80	352.95	
7-130	46.00	407.45	36.56	370.89	
7-131	48.00	422.27	36.66	385.61	
7-132	50.00	440.33	36.86	403.47	
7-133	52.00	454.61	36.78	417.83	
7-134	54.00	470.49	36.94	433.55	
7-135	56.00	485.94	36.54	449.40	
7-136	58.00	503.59	37.02	466.57	
7-137	60.00	517.03	36.80	480.23	
Pente moyenne de la droite .....					8.036
Écart maximum .....					0.41%
Écart moyen .....					0.15%

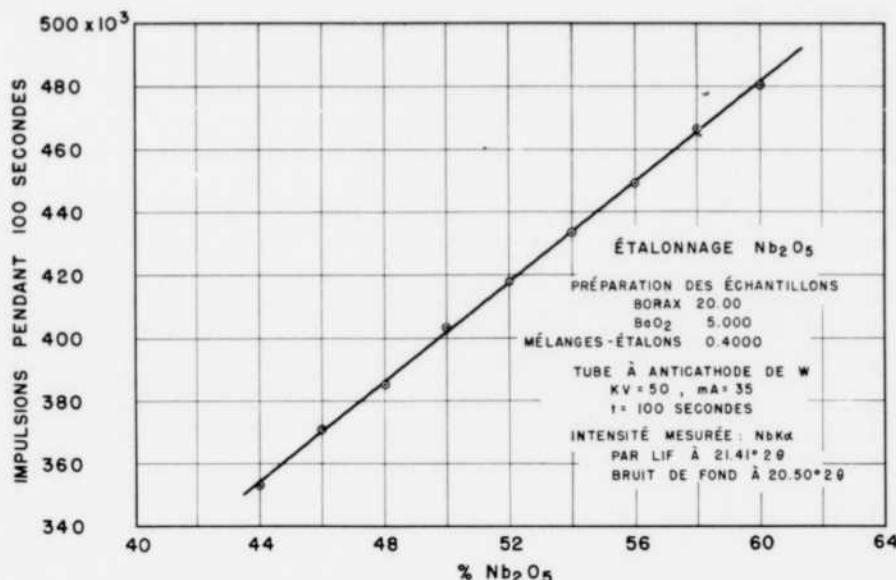


Fig. 3 — Intensité NbK $\alpha$  versus % Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Pour ce mode de préparation des échantillons (borax-BaO<sub>2</sub>-échantillon = 20.00-5.000-0.4000), la relation entre  $\gamma/P$  et l'intensité de NbK $\alpha$  ne semblent plus ordonnées.

Na, Ni, Os, Pb, P, Pd, Pt, Rb, Re, Rh, Ru, Sb, Se, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, V, W, Zn, Sr. Jusqu'à ce jour, nous avons toujours accepté que cette substance contient 99.60% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Nous n'avons pas encore mesuré sa teneur en Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni vérifié l'absence d'autres éléments. Le "Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> specpure" de Johnson, Matthey et Mallory est relativement coûteux.

- Nous avons aussi obtenu du Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> relativement pur du Dr J.B. Jaillet, du département de Génie chimique de l'École Polytechnique. Nous lui sommes particulièrement reconnaissants d'avoir pu nous en fournir environ 30 grammes. Ce matériel avait été purifié de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par extraction liquide-liquide. La pureté de ce matériel, par comparaison au "Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> specpure" de Johnson, Matthey et Mallory, est de 97.0%.

### Conclusions

La méthode de fluorescence des rayons X s'est avérée utile et pré-

cise pour la mesure du Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dans les concentrés de pyrochlore d'Oka. Il est possible de réaliser ces mesures avec une erreur maximum de 0.25% (probabilité de 0.96) et une erreur probable de 0.09%. La technique de fusion dans le borax et d'addition d'un agent absorbant, développée par Claisse (1956), peut donner des résultats conformes à cette précision.

L'étude de l'instrument de fluorescence des rayons X de notre laboratoire a montré qu'il peut donner des mesures d'intensité de la strie NbK $\alpha$  avec une erreur probable de 0.09%. Les ajustements de la tension et du courant aux bornes du tube de rayons X ne peuvent être répétés à cette précision; mais la stabilité des circuits est bonne et, si l'on prend la précaution de mesurer à nouveau les étalons de comparaison pour chaque nouvelle détermination, on peut espérer en tirer une meilleure précision.

Cette technique d'analyse se prête très bien à l'analyse des mi-

néraux, parce qu'elle peut se faire sur des quantités très petites. Dans les échantillons étudiés ci-haut, nous avons utilisé des spécimens de 400 milligrammes. Cette technique se prêterait également bien à des mesures sur des échantillons de quelques milligrammes.

### Remerciements

Plusieurs personnes ont contribué à cette recherche. Nous désirons leur exprimer notre gratitude. Nous soulignons entre autres les services de monsieur Emilien Legendre, qui a effectué la plupart des mesures en laboratoire, et de messieurs Jean-B. Jaillet, Côte Carbonneau, Roger Blais, Léopold Bataille et Pierre Tanguay, qui ont eu l'obligeance de lire le manuscrit et de suggérer les corrections qui s'imposaient. Nous sommes aussi reconnaissants à la St-Lawrence Columbian and Metals de nous avoir fourni les concentrés de pyrochlore et à la Société Géologique du Canada (Comité National sur les Recherches en Géologie) de l'appui financier qu'elle a bien voulu accorder au projet.

### BIBLIOGRAPHIE

- WEBBER, G.R. (1957): Applications of X-ray Emission Spectrometry to Rock and Ore Analysis". Trans. C.I.M.M., Vol. LX, pp. 138-143.
- PERRAULT, GUY (1959): Détermination de la composition chimique du pyrochlore d'Oka, par spectrofluorescence des rayons X. L'Ingénieur, Vol. 45, No 178, pp. 40-46.
- CLAISSE, FERNAND (1956): Analyse quantitative précise par fluorescence des rayons X. Ministère des Mines, Québec.
- CAMPBELL, W.J., LEON, M. et THATCHER, J.W. (1959): Solution techniques in Fluorescence X-ray Spectrography. U.S. Bur. Mines, Rept. Invest., No. 5497.



## LA CYBERNÉTIQUE ET L'ÂME DE L'HOMME

par le

R.-P. Henri Dallaire, O.P.

Professeur de Morale professionnelle,  
Ecole Polytechnique de Montréal.

Causerie donnée à l'Université de Montréal,  
le 7 novembre 1961, sous les auspices de  
l'Institut Supérieur des Sciences Religieuses

### Définition de la cybernétique

La cybernétique n'est pas facile à définir. Parce qu'elle est nouvelle et parce qu'elle est hybride. Dès qu'on aborde le sujet avec des cybernétiques — et de différentes obédiences — la réponse est invariable: "Justement; et vous, que pensez-vous qu'elle est?"

Une première approche consisterait peut-être dans la table des matières d'un ouvrage général sur le sujet.<sup>(1)</sup>

1ère section: "Principes et méthodes de la cybernétique" où il est question du concept de l'information, de la théorie des machines et de la logique mathématique.

2ème section: "Les machines sémantiques" où l'on parle du calcul, appliqué à la téléphonie; des machines à traduire et des grandes calculatrices.

3ème section: "Automation". Ici, l'on parle des différents procédés et champs d'application du fonctionnement automatique des machines; mais aussi des conséquences de ces procédés sur l'homme, individuel et social.

4ème section: "La cybernétique et la vie". C'est le lieu de

discuter la signification et le fonctionnement des robots et aussi d'interpréter en termes de cybernétique les conclusions de la neuro-physiologie.

Une définition plus brève et plus abstraite — et qui a le grand mérite d'être celle de l'inventeur de la cybernétique — est la suivante: "C'est l'étude du contrôle et de la communication dans l'animal et dans la machine".<sup>(2)</sup>

Enfin, un philosophe logicien, cherchant le concept unique et essentiel à tout cet ensemble déjà vaste, pourrait dire: la cybernétique, c'est la science théorique et appliquée, de l'Information.<sup>(3)</sup>

L'information peut en effet être définie comme une énergie modulée, ayant pour résultat soit de transformer, soit de signifier. Un exemple d'une énergie modulée transformante, c'est le moteur portatif du bricoleur, qui peut recevoir soit une mèche à perforer, soit un alésoir, soit un disque à sabler. Et un exemple d'une énergie modulée signifiante, c'est le courant qui circule dans un circuit téléphonique en usage.

Dans ces cas — et dans beaucoup d'autres — il s'agit d'énergie modulée, i.e. d'information. Et la cybernétique est l'étude de

l'information pour en connaître les lois théoriques et les applications pratiques.

La cybernétique va comporter d'abord des études très abstraites, d'allure mathématique: par exemple, certaines discussions faites sous l'étiquette cybernétique relèvent de la théorie des jeux, du calcul des probabilités, ou de la logistique.

En cours de route, elle assume des notions nombreuses relevant de l'électronique (telle la notion de "feed-back" - rétro-action) (alimentation en retour) "input-output", scanning (balayage), ou de la neuro-physiologie. Ensuite la cybernétique met sur pied des familles, des espèces, des races entières de machines qu'elle aura en même temps soin de classier en une "zoologie" nouveau genre et étonnante.

Enfin, extrapolant et rendant tout à fait analogues ses concepts, la cybernétique se permettra l'analyse de structures aussi éloignées des machines, que, par exemple, la structure hiérarchique des sociétés. (Organigrammes).

La cybernétique — cette science du pilotage — c'est tout cela.

### Le problème qu'elle pose

Or il n'est rien de plus naturel que de se demander, à propos de la cybernétique comme à propos de n'importe quoi, comment cela affecte l'homme. Et plus précisément — pour le spiritualiste ou l'humaniste — comment cela affecte les valeurs spirituelles de l'homme: son âme.

Cette question, loin d'être académique, se pose vraiment à nous sous de multiples formes et de toutes parts. Les uns disent: "la machine va enfin libérer l'homme de ses esclavages matériels et lui procurer le loisir de vivre de son esprit." À quoi d'autres répondent: "La machine est un maître, le plus dur de tous, le plus abrutissant et le plus inflexible." Les uns sont horrifiés de se rendre compte que la cybernétique définit certaines fonctions de l'homme, son système nerveux, par exemple, dans les mêmes termes exactement, avec les mêmes schémas et les mêmes formules, que ceux avec lesquels elle décrit les machines; tandis que d'autres sont exaltés à la vue de l'unification et de la généralisation des notions, des théories qui introduisent une unité de plus en plus haute et simple dans notre interprétation scientifique de l'Univers.

Qu'en est-il au juste? L'homme est-il gagnant ou perdant du fait de la cybernétique, de ses réalisations? En est-il plus homme ou moins humain? Est-il personnellement plus épanoui, socialement plus heureux, ou bien le contraire est-il vrai?

On le voit tout de suite, la machine — et encore plus, l'information dans toute sa généralité — entretient de si nombreuses relations avec l'homme, que les points de vue et les sous-questions se multiplient à perte de vue.

Restons, si vous le voulez bien, très près de notre point de dé-

part: "La cybernétique et l'âme de l'homme" et demandons-nous successivement deux questions précises: 1) jusqu'à quel point la cybernétique peut-elle influencer l'homme? et 2) jusqu'où la cybernétique peut-elle imiter l'homme? Autrement dit, une question concrète: la cohabitation avec les machines — produits de la cybernétique — va-t-elle modifier l'existence et l'âme de l'homme; et une question théorique; jusqu'où les machines vont-elles pouvoir poursuivre leur évolution vers la reproduction plus complète des fonctions vitales de l'homme.

### Influence de la cybernétique sur la société

Sur le plan politique, la cybernétique, en théorie comme en pratique, peut rendre les plus grands services. Toute société, en effet, dépend de ses lignes de communication et d'information. Les gouvernants doivent savoir ce qui se passe dans leur nation et doivent faire parvenir leurs décisions là où elles seront exécutées. Et, à plus forte raison dans une démocratie, faut-il que les gouvernants puissent consulter la nation et les citoyens doivent-ils pouvoir contrôler leurs mandataires. Or, qu'est-ce qui peut le mieux favoriser tous ces échanges sinon une rationalisation économique et efficace de l'information et de ses mouvements.

Mais notons au passage un danger. Un contrôle trop absolu et unilatéral de l'information et des machines rendrait possible, et donc tentant pour le moins scrupuleux, l'exercice d'un pouvoir absolu et incontrôlé.

C'est peut-être au niveau économique que le problème de la cybernétique est le plus souvent discuté. L'automatisation prive les ouvriers de leur ouvrage, dit-on, et par conséquent engendre la misère.

Cela peut être vrai à courte période et sur le plan local. En effet tout changement technique oblige à un rajustement, pénible par définition. De l'âge de pierre à l'âge de cuivre, de l'atelier à l'usine, l'ajustement ne pouvait être que douloureux. Mais une mise en œuvre planifiée de l'automatisation, un système de reclassement des travailleurs peuvent en principe obvier à ces inconvénients, comme le prouvent certaines expériences américaines ou européennes. Et puis, ces machines, il faut quelqu'un pour les fabriquer, les améliorer, les vendre...

D'autre part, l'automatisation libère tous ces hommes qu'une évolution trop rapide de la technique avait pu asservir à la machine. Plus besoin de jouer les nourrices auprès d'un monstre de fer: il s'alimente lui-même en lubrifiants et il contrôle lui-même son régime de vitesse et ses opérations.

Et quelle amélioration dans la variété, l'excellence et la quantité des produits! L'automatisation de l'industrie alimentaire n'a pas seulement varié notre menu mais elle a largement contribué à l'hygiène publique et domestique.

Toujours du point de vue économique, certaines objections que l'on entend et qui sont parfois vraies, atteignent néanmoins la mauvaise cible. "Votre cybernétique, dit-on, c'est bien joli. Mais nos aliments sont souvent frelatés, nos médicaments sont inabordablement chers, et tout devient identique: maisons, autos, vêtements, meubles."

Il est vrai que la mécanisation est par nature uniformisante. Mais le développement des machines supérieures, qui intègrent des fonctions de hasard et de choix, est déjà un premier soulagement de cette difficulté. Et puis, l'homme dégagé des nécessités vitales premières, plus libre, plus riche et plus cultivé, assuré

d'un nécessaire de qualité supérieure, pourra réintroduire dans sa vie, en abondance, la fantaisie, l'unique, le personnel.

Ces difficultés du machinisme ne relèvent donc pas tant de la cybernétique mais bien de l'économie, de la chimie alimentaire ou de la sociologie.

Chose certaine, la cybernétique rend la culture accessible à plus de citoyens. La téléphonie, l'électronique, la presse sont profondément redevables à la cybernétique. Et estime-t-on assez l'influence profonde et, au total positive, qu'exercent ces moyens de communication? Toute la musique, toute la littérature, la sculpture, la peinture, les arts de la scène entrent chez nous gratuitement, grâce à l'électronique. Le meilleur comme le moins bon et l'indifférent: c'est entendu. Mais nous conservons la faculté de choisir. Et, désormais, elle peut s'exercer, cette liberté, sur un éventaire de valeurs tellement plus riche.

Au total donc, la cybernétique est ambivalente pour la société. Elle offre des avantages et des dangers. Toujours, l'irruption d'une nouvelle phase, d'un progrès significatif bouleverse et fait souffrir. Mais toujours un second progrès vient corriger les petits côtés du précédent. La première révolution industrielle avait asservi l'homme à la machine, disait-on. Or voici l'automatisme qui le libère. Les calculatrices exigeaient de leurs opérateurs un effort exténuant, et parfois extrêmement coûteux, pour la préparation de leurs programmes. Or voici qu'apparaissent les machines à programmations. Il y a le missile, mais aussi l'anti-missile.

Non, la société n'a pas à bouder la cybernétique. Tout au plus doit-elle lui demander de corriger ses propres excès. Ce que jusqu'ici elle s'est appliquée à faire en obéissant au dynamisme de son propre développement.

### Influence de la cybernétique sur l'individu

L'individu que je croise dans la rue est-il plus humain que s'il avait vécu avant la cybernétique? Son esprit est-il mieux meublé, son jugement plus juste, sa raison plus souple, sa sensibilité plus épanouie? L'information rationalisée, mécanisée, multipliée l'a-t-elle ennobli ou bien au contraire a-t-elle tendu à l'abrutir?

Côté connaissance, les résultats sont presque tous positifs. Non seulement la technique a diffusé partout et à bon marché l'information, mais à mesure que la cybernétique prenait corps, ce sont nos schèmes mentaux eux-mêmes qui se précisaient, s'assouplissaient, se clarifiaient. Il existe toute une théorie — et toute une philosophie aussi — de la pensée par graphiques. Qu'il s'agisse d'un circuit électronique imprimé, comme l'industrie les utilise de plus en plus, ou qu'il s'agisse de la présentation schématique d'une fonction vitale — réflexe nerveux ou cheminement de la perception visuelle, par exemple — il est certain que la cybernétique nous a fourni des cadres de pensée de qualité supérieure.

Je n'en dirais peut-être pas autant de l'affectivité. Une machine n'est tout de même pas un humain, ni un graphique une intuition. Nous fréquentons les machines, nous vivons avec elles, elles sont de notre paysage, de notre société. Or au-delà d'un certain minimum, elles nous occupent trop. Elles nous habituent à n'exercer que ces fonctions de notre personnalité qui peuvent sympathiser avec elles. Et la sensibilité, pendant ce temps, s'endort, s'émousse, qui sait: s'atrophie.

Envers les machines, on est tenu à fort peu d'égards. Mais à la longue cela fait une habitude, et nous avons tous connu des

personnes qui traitent leurs congénères comme des machines, sans égards pour leurs sentiments, sans même soupçonner qu'ils puissent en avoir.

Sur ce chapitre, le grand total de la cybernétique est peut-être un déficit. Mais ce déficit n'est pas sans appel. D'abord parce qu'il n'y a pas que les machines dans le monde. Mais aussi pour des raisons plus métaphysiques, et que nous verrons tout à l'heure. En effet, si nous avons des machines productives et des machines à information, nous n'avons pas de machines à émotions. Ce secteur de la vie humaine reste absolument étranger à la machine, et c'est ce qui nous sauve.

Je viens de suggérer que nous vivons avec des machines comme avec des partenaires. Nous leur demandons des services qu'elles nous rendent. Elles exigent une attention, des soins, que nous leur accordons. Et ce dialogue, à la longue, ne peut que nous affecter, comme la fréquentation des bons ou des mauvais compagnons. Les machines exercent-elles une bonne influence sur nous?

Il est certain, d'abord, qu'elles changent notre caractère. Et pas nécessairement pour le mieux. Ainsi notre volonté de puissance, qui s'exerce par le bouton-poussoir omniprésent, devient capricieuse. Certains de nos concitoyens sont aussi extravagants sur ce chapitre que les anciens maîtres esclavagistes, ou que la Reine dans "Alice au Pays des merveilles". Dès qu'une machine résiste, rate ou se fait lente, ils entrent en crise.

Écoutez plutôt, au coin des rues, quand un automobiliste ne démarre pas à la première seconde du feu vert. Écoutez un groupe de passagers attendant un ascenseur un peu lent. Observez l'abonné du téléphone qui obtient deux fois de suite un mauvais numéro. Non, cela n'est

pas bon pour nous. Nous nous prenons pour de petits tout-puissants, et au total ce sont nos nerfs — et nos voisins — qui en souffrent. Et c'est la machine qui nous fait cela.

Seulement, l'intégration, l'assimilation de la machine est possible. Nous avons déjà dominé la bicyclette. Certains d'entre nous se sont émancipés du petit ou du grand écran et ne leur prêtent jamais attention par habitude ou compulsion, mais seulement lorsqu'ils en attendent un bénéfice. Pourquoi un jour ne dominerions-nous pas tout aussi bien l'automobile, par exemple ?

En conclusion de cette première question, et sans nous cacher les difficultés inhérentes à toute innovation, il semble que la société comme l'individu aient su dériver un bénéfice net de la cybernétique et que ce bénéfice puisse augmenter indéfiniment, à mesure que notre maturité envisagera les produits de la cybernétique non comme des jouets ou des maîtres mais comme des choses à posséder, dominer, utiliser, humaniser.

### La cybernétique peut-elle imiter l'homme et jusqu'où ?

L'homme est un complexe opérationnel qui se prête admirablement bien à la représentation schématique — et donc cybernétique — sur la grande comme sur la petite échelle. (Ce qui n'est pas sans inquiéter ceux qui voient les choses du dehors et sont troublés d'entendre expliquer l'homme dans les mêmes termes que les autres machines.)

En effet, il est permis et courant de visualiser l'homme comme un organisme fermé sur lui-même, et ne communiquant avec le reste du monde que par les qualités sensibles : de son propre corps, pour agir à l'extérieur; et des autres objets, pour en prendre connaissance.

Voici ce que pourrait être un tel schéma, et vous conviendrez que si l'on définit l'objet de la cybernétique comme étant l'information, il s'agit bien d'une interprétation cybernétique de l'homme.

### Les machines-substituts<sup>(4)</sup>

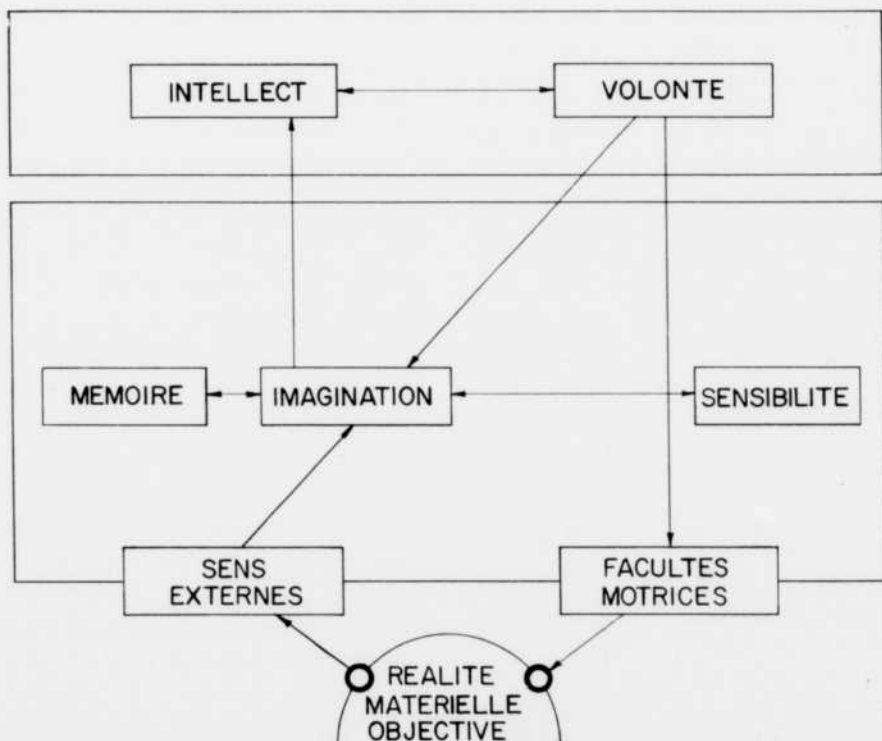
Parlons d'abord du corps et de sa sensibilité, de l'incroyable adaptabilité des membres (de la main, par exemple) à des tâches aussi variées que enfoncer des clous et jouer une sonate.

S'il est permis d'étendre la notion de cybernétique jusqu'aux simples *outils*, tel le marteau ou le levier, on verra que déjà à ce niveau les puissances de l'homme se trouvent avantageusement secondées, même multipliées. C'est sans doute à ce niveau de l'outil que s'est placée la première "révolution industrielle". Et qui nous dira jamais quelle lumière dut jaillir dans la ténébreuse intelligence de nos lointains ancêtres le jour où ils eurent l'idée de tailler une pierre pour mieux tuer et dépecer leur proie. Dans ce domaine du simple outil il n'y a vraiment d'autre limite que celle des conditions de la matière.

Parlons maintenant des muscles. Il est manifeste que la cybernétique réussit non pas seulement à mettre à notre disposition des quantités illimitées d'énergie, mais à nous en donner un contrôle aussi précis que l'on veut. Pensez au marteau-pilon que l'on contrôle jusqu'à féler les noisettes sans les écraser; ou à la pelle mécanique avec laquelle les paysagistes sculptent la terre à un pouce près.

Ici aussi il n'y a pas de limites de droit. Après la houille, l'électricité et le pétrole, on commence à utiliser l'énergie nucléaire et l'énergie solaire.

Notez que c'est à ce niveau de l'énergie brute que s'est produite la révolution industrielle du siècle dernier. Et comme il fallait alors des hommes pour contrôler et appliquer ces machines, ils s'en trouvaient les esclaves, tout comme le cultivateur est dominé par sa terre ou le pasteur par son troupeau. Mais il a suffi de quelques générations pour trouver le



SCHEMA SIMPLIFIE DE CERTAINES FONCTIONS DE L'HOMME

moyen d'émanciper l'homme de sa machine, comme nous allons le dire tout de suite.

Notez aussi une seconde conséquence du machinisme de puissance : c'est que désormais la prime n'est plus à la simple force musculaire. L'enfant est aussi fort que l'adulte, la femme aussi forte que l'homme. Car tous ont à leur commande les mêmes machines, les mêmes contrôles faciles et légers. Je laisse à votre imagination de tirer de là toutes les conséquences qui s'ensuivent, pour le féminisme par exemple.

Ce que la philosophie classique a convenu d'appeler les sens externes, et qui consiste en la faculté de percevoir certaines qualités sensibles des choses, a fait l'objet d'une imitation très poussée, de la part de la cybernétique. Nos instruments de mesure sont beaucoup plus sensibles que notre œil, notre oreille, notre toucher.

Il existe cependant ici de nombreux secteurs où la cybernétique est en retard sur elle-même. Les parfumeurs ou les distillateurs d'alcool donneraient cher pour remplacer leurs "experts" par des machines capables de mesurer avec objectivité et consistance les odeurs et les saveurs. Mais rien ne répugne à ce que l'on en vienne là dès que la psychologie expérimentale et d'autres sciences (chimie, biochimie) auront réussi à analyser ces qualités aussi bien qu'on a analysé le son ou la couleur.

Les arcs réflexes du système nerveux, au niveau des membres, sont imités soit dans leur structure, soit en tout cas dans leurs fonctions par les servo-mécanismes.<sup>(5)</sup>

Beaucoup de machines sont désormais dotées de dispositifs qui en mesurent et en corrigent la production par référence à une norme. C'est ce secteur qui, pendant la guerre, a été le plus développé et a été l'occasion des

études qui ont abouti pour la première fois à la cybernétique. Il s'agissait alors de radar, de téléguidage et de fusées ou torpilles chercheuses. Mais hâtons-nous de dire que la théorie s'est vite élevée au-dessus de ces considérations limitées pour atteindre à un niveau de généralisation remarquable.

Or on ne voit pas de raison de principe pour qu'une opération matérielle produite par une machine ne puisse être mesurée et donc contrôlée par une autre machine.

Le concept d'intelligence est un des plus mal définis de tout le vocabulaire. C'est une étiquette que l'on distribue ou que l'on refuse selon les critères les plus fantaisistes. "Untel est intelligent", cela peut signifier : 1) il a beaucoup de mémoire; 2) il s'exprime dans une langue obscure; 3) il est doué d'un Q.I. au-dessus de la moyenne; 4) il a une imagination vive; 5) il est toujours d'accord avec moi; et d'autres choses encore.

Le philosophe spiritualiste tâche d'analyser aussi bien que quiconque les fonctions cérébrales dans toute leur complexité. Mais il réserve le mot intelligence, dans son sens noble, pour une faculté qui n'est d'aucune façon organique, qui est tout à fait immatérielle.<sup>(6)</sup>

En conséquence de quoi, ce philosophe sait distinguer entre la pure intelligence et les fonctions cérébrales supérieures telles que la comparaison des quantités et autres "gestalten", ou les opérations sur des symboles.

En philosophie spiritualiste, et donc en philosophie chrétienne, il y a impossibilité de droit à ce qu'une machine pose jamais une opération de l'ordre immatériel. Il ne se peut pas qu'une machine produise un concept, conçoive — ce qui s'appelle concevoir — une notion, comprenne une définition,

"pense" la beauté, la vérité, la justice, ou même la quantité.

Mais comme à ces opérations il faut le plus souvent, sinon toujours, en substrat cérébral, il n'y a pas d'objection de principe à ce qu'une machine matérielle puisse reproduire ce qu'un cerveau matériel a déjà fait.

Ainsi avons-nous des machines à calculer. Et qui calculent mieux que des cerveaux d'hommes. Ainsi avons-nous des machines analogiques, qui traitent par la méthode d'analyse des problèmes fort complexes. (Si la simple règle à calcul est possible, pourquoi pas une règle à calcul plus complexe et automatique?) Ainsi avons-nous des machines à traduire qui ne "conçoivent" pas un texte, n'ayez crainte, mais qui établissent, point par point, des correspondances entre deux systèmes de signes qu'on leur a dictés. Ainsi avons-nous des mémoires électroniques, étonnantes par le volume de leur contenu et la rapidité de leur opération, mais dont le principe — et c'est ce qui compte — est en somme fort simple et pas du tout menaçant pour l'hégémonie de l'esprit. Ainsi avons-nous des machines à estimer les probabilités, à jouer aux échecs, et bientôt peut-être à raisonner, selon les cercles de Venn ou l'algèbre de Poole. Rien d'impossible en tout cela. Rien que de très utile. Et rien qui détrône la dignité essentielle de l'homme.

Parlons enfin de la sensibilité et de la volonté. Rien ne nous indique que l'on ne tentera pas un jour d'établir une machine qui puisse reproduire le jeu des émotions. Je m'inquiète même un peu de songer que l'on pourrait un jour voir une machine qui "éprouve" de la colère ou de l'envie. Mais, pour ce qui est du principe, la philosophie ne présente aucune objection à ce qu'une telle expérience soit tentée. L'électro-encéphalogramme ne pourrait-il pas un

jour être renversé pour "causer" des ondes correspondantes à un tracé inscrit d'avance ?

Sur le chapitre de la volonté, c'est une autre affaire. La volonté est une fonction purement immatérielle, dépendant immédiatement de l'intelligence immatérielle pour son objet. Les opérations propres de la volonté ne sauraient en aucun cas être reproduites par une structure matérielle, quelle qu'elle soit. Bien entendu, les mêmes distinctions seraient à faire ici, entre l'acte proprement immatériel et son substrat sensible. Or l'analyse psychologique et philosophique a toujours eu du mal à débroussailler le fonctionnement de l'appétit, soit sensible soit intellectuel. Aussi est-il plus difficile encore que pour l'intelligence de dire concrètement jusqu'où la cybernétique des appétits pourrait aller.<sup>(7)</sup>

### Conclusion

Quelle heure de nos journées se passe sans que nous entrons en contact avec la cybernétique ? Automobile, téléphone, accessoires domestiques ou de bureau. Machines et machines automatiques, tel est le milieu naturel de l'homme évolué. Or cet état de fait semble destiné à se répandre et à s'intensifier et s'il a fallu bien longtemps à l'Occident pour en venir là, le reste du monde est décidé à nous rattraper — et à nous dépasser s'il le peut — en un temps minimum.

Personne ne doute donc que cette révolution profonde ne doive nous atteindre tous. Et personne ne doute que le signe — positif ou négatif — de ses résultats ne soit rien moins que certain. Au-

tour de nous, en privé et dans la littérature, tour à tour on loue la technique, la machine, la cybernétique (sans toujours l'appeler par son nom). Et on les voue aussi aux Enfers.

La philosophie morale, passant par là, entérine en effet cette ambivalence du machinisme. Mais elle voit dans la cybernétique et dans ses produits, l'extension de l'intelligence à un nouveau secteur du réel, pour le comprendre puis pour le "rationaliser" efficacement. Et la métaphysique, se posant le problème des limites de la cybernétique, ne rencontre ces limites qu'aux confins mêmes de la spiritualité de l'homme.

L'âme de l'homme a fait la cybernétique. Il n'en tient qu'à elle d'en demeurer maîtresse, pour le plus-être de l'homme et le service du Seigneur.

### NOTES

- (1) Premier Congrès International de Cybernétique. Namur, 28-29 juin, 1956. Paris, Gauthier-Villars, Namur, Association Internationale de Cybernétique, 1958. xxv — 924 pp.
- (2) Norbert Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York, John Wiley and Sons, Paris, Hermann et Cie, (1948). 194 pp.
- (3) Wiener, en nommant la cybernétique, pensait aux "governors" de nos servo-mécanismes. Mais déjà Ampère avait utilisé le mot pour désigner la partie de la Politique qui étudie les moyens de gouvernement. À l'origine sémantique se trouve le mot grec "kybernètes", qui désignait le pilote de navire.
- (4) Nous avons délibérément omis toute discussion des robots et animaux mécaniques, dont la variété mériterait une étude à part. C'est que trop souvent on se laisse prendre aux anthropomorphismes, dans ces discussions, et l'essentiel du débat est enfoui dans la confusion des termes et des images.

(5) Le public entend parler de servo-mécanismes et de cerveaux électroniques et il ne fait pas toujours attention à la différence cybernétique profonde qui sépare les deux. Pour l'indiquer en termes pas du tout formels : les premiers imitent les réflexes tandis que les seconds reprennent des fonctions cérébrales. Ce qui n'empêche nullement, du reste, qu'un cerveau électronique soit couplé à un servo-mécanisme ou remplisse lui-même la fonction de servo-mécanisme.

(6) L'immatérialité de la connaissance, en philosophie classique, est une question difficile. Définir rigoureusement l'immatérialité totale; préciser exactement quelle part lui revient dans cette chose effroyablement complexe que l'on nomme, à la légère, le connaître humain; et surtout démontrer la réalité de ce monde "intentionnel": autant de conclusions que nous sommes bien ici obligés d'emprunter sans preuves à la philosophie spiritualiste.

(7) Le schéma montre les ressources humaines qui ont été successivement imitées et prolongées par la "machine". À chaque étape l'homme a été dépassé par les ressources supérieures de la matière spécialisée: il s'est donc trouvé déclassé. Il a du se retrancher derrière de nouvelles lignes de défense, plus étroites, pour justifier son existence et croire encore qu'il était indispensable. Mais du même coup il s'est trouvé déchargé de responsabilités inférieures et libre, par le fait même, de se dépasser par le haut. Le retranchement ultime et inexpugnable sera dans la pure immatérialité de l'intelligence intuitive.

- (1) propriétés physiques du corps (dureté, poids...): outils.
- (2) énergie musculaire: machines primaires (transformatrices).
- (3) sens externes (sauf, jusqu'à date, le goût et l'odorat): instruments de mesure.
- (4) réflexes nerveux: servo-mécanismes.
- (5) mémoire sensible: mémoires électroniques diverses.
- (6) fonctions cérébrales: cerveaux électroniques.



# LES POLYÉTHYLÈNES

par

LUCIEN GENDRON, Ph. D. Ing P.  
Professeur agrégé au Département de Génie Chimique  
École Polytechnique de Montréal

**SOMMAIRE :** Cet article situe l'importance des polyéthylènes, relate leurs origines diverses, résume les recherches théoriques et techniques qui ont influencé l'élaboration des procédés industriels et la multiplication des usages, décrit les procédés eux-mêmes pour l'obtention de l'éthylène et des polyéthylènes et se termine par un rappel économique.

Les polyéthylènes sont les résines qui ont conquis depuis quelques années la première place parmi les matières plastiques (fig. 1). Qui n'a pas encore vu des films, des isolants électriques, des revêtements, des boyaux, des jouets, des plats, des bouteilles et même des barils en polyéthylène? Et pourtant l'énumération n'est pas complète; en effet les polyéthylènes s'infiltrent actuellement dans le domaine des fibres et des textiles.

Des usages aussi variés ont amené une production croissante de polyéthylènes tant au Canada qu'aux Etats-Unis (tableau I), au point de dépasser la production des résines plus anciennes telles que les phénoplastes ("bakelite"), les polystyrènes, les polychlorures de vinyle et les acétates de cellulose. La capacité mondiale de production du polyéthylène s'établit maintenant à 1,400,000 tonnes par année et s'élèvera à 2,700,000 tonnes en 1963 lorsque

TABLEAU I  
Production de polyéthylènes  
(millions de livres)

	CANADA	ÉTATS-UNIS
1954	3	200
1955	7	375
1957	29	630
1960	59	1175

toutes les usines en construction seront terminées. La production de polyéthylène sera alors égale à celle du plomb et du zinc et aux deux tiers de celle du cuivre et de l'aluminium.

## ORIGINE

L'essor des polyéthylènes découle d'un long et laborieux travail de recherches et de mises au point. La polymérisation des hydrocarbures éthyléniques était connue mais le plus léger d'entre eux, l'éthylène, ne se prêtait pas facilement à cette réaction. Aux environs de 1927, on réussit dans les laboratoires de compagnies de pétrole à polymériser l'éthylène ou en huiles lubrifiantes mais jamais en substances de poids moléculaire plus élevé qui auraient pu être solides (fig. 2). On opérât

la réaction de polymérisation à des températures s'élevant jusqu'à 800°C et à des pressions atteignant 500 atmosphères en présence de catalyseurs comme le fluorure de bore, l'acide phosphorique, le chlorure d'aluminium, le nickel, le plomb-tétraéthyle, l'oxygène et les peroxydes.

## Procédé I.C.I. ou à haute pression

Le premier polyéthylène solide ne fut découvert accidentellement qu'en mars 1933 par deux chimistes, Fawcett et Gilson, qui travaillaient dans les laboratoires de l'Imperial Chemical Industries Ltd (Angleterre). Ils étudiaient l'effet des hautes pressions sur les réactions chimiques lorsqu'ils soumièrent le benzaldéhyde et l'éthylène à une pression de 1400 atmosphères et à une température de

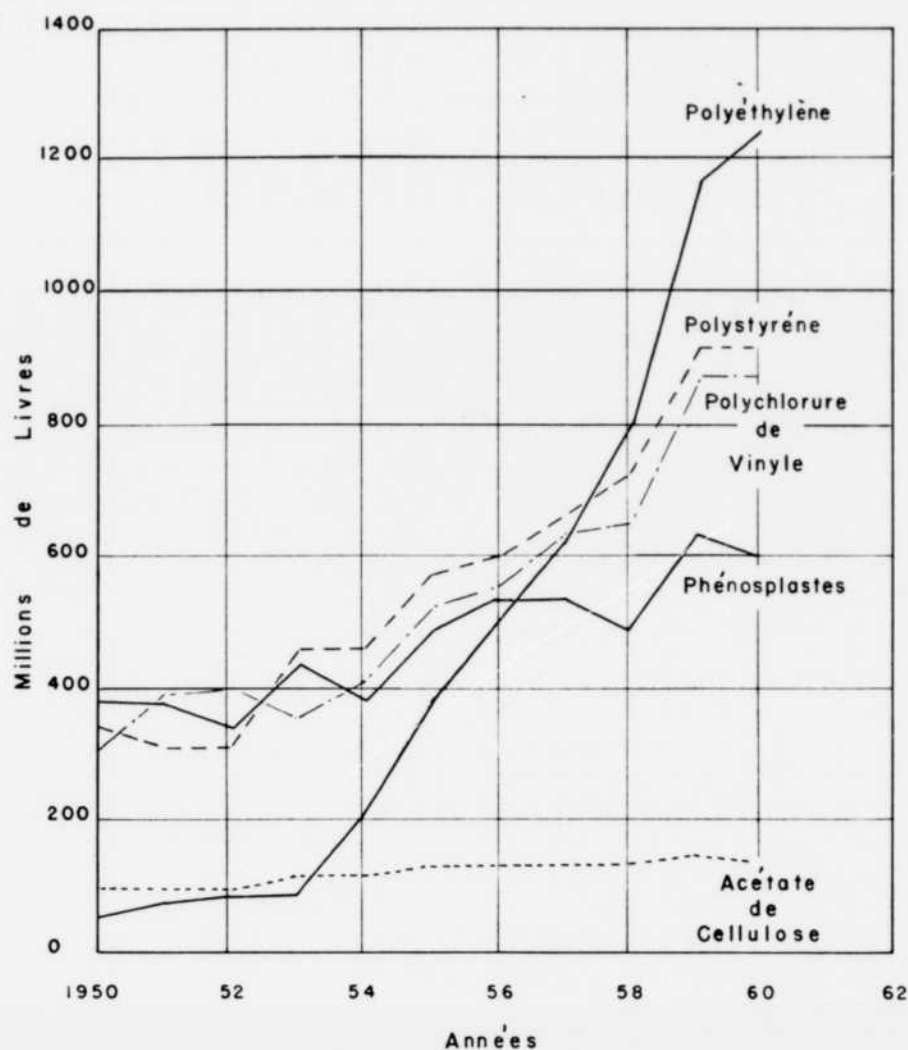


Fig. 1 — Production américaine des principales résines

170°C. En ouvrant l'autoclave, ils s'aperçurent que le benzaldéhyde n'avait pas réagi mais que les parois de l'autoclave étaient recouvertes d'une substance blanche, cireuse et solide. Cette substance fut identifiée comme étant du polyéthylène. Ils répétèrent les mêmes essais et ils obtinrent à chaque fois du polyéthylène. Mais ils abandonnèrent leurs travaux lorsque se produisirent des explosions en appliquant des pressions plus élevées.

On reprit les essais en 1935 et on observa que les explosions pouvaient être évitées à la condition de contrôler rigoureusement les quantités infimes d'oxygène nécessaire à la polymérisation. On décida alors de transposer cette réaction de laboratoire à l'échelle industrielle. La première usine fut

construite en 1928 et sa production ne devint normale qu'en 1940. C'était au début de la deuxième guerre mondiale et le premier polyéthylène trouva un débouché immédiat comme revêtement isolant en électronique.

Les compagnies Dupont de Nemours et Union Carbide and Carbon furent les premières à appliquer ce procédé aux États-Unis en 1943. La première usine canadienne fut érigée en 1953 à Edmonton par Canadian Industries Ltd et la seconde en 1957 à Montréal-Est par Union Carbide Ltd.

#### Procédé Zeigler ou à basse pression

Karl Zeigler et ses collaborateurs travaillaient sur des composés organo-métalliques à l'Ins-

titut de Recherches Max-Planck (Allemagne) lorsqu'en 1952, ils dévoilèrent leurs découvertes. Ils avaient réussi la synthèse de l'aluminium-triéthyle à partir de l'éthylène et de l'hydrure d'aluminium et ils avaient obtenu des aluminium-alcoyles supérieurs par la réaction d'addition de l'aluminium triéthyle à l'éthylène. Ils avaient aussi remarqué que l'éthylène peut remplacer les radicaux alcoyles supérieurs en ajoutant des traces de nickel colloïdal.

On produisit, grâce à ces trois réactions, tous les hydrocarbures éthyléniques multiples de l'éthylène depuis le butène ( $C_4H_8$ ) jusqu'au dodécène ( $C_{12}H_{24}$ ). On songea alors à préparer par les mêmes réactions du polyéthylène semblable à celui de I. C. I. dont le poids moléculaire moyen était de 28,000. En somme, produire du dodécène c'est chimiquement additionner les unes aux autres six molécules d'éthylène, produire du polyéthylène c'est en additionner mille. Malheureusement l'expérience ne confirma pas un raisonnement aussi simpliste quoique logique; il en résulta des cires dont le poids moléculaire moyen était de l'ordre de 2,800 (fig. 2).

Le co-catalyseur, le nickel colloïdal, arrêta l'addition de l'éthylène à cent molécules. Zeigler pensa à remplacer le nickel par le tétrachlorure de titane. Max Fisher avait obtenu en 1943 dans les laboratoires de I.G. Farben — industrie du polyéthylène comme sous-produit de la synthèse d'huiles lubrifiantes par la polymérisation de l'éthylène en présence de poudre d'aluminium et de tétrachlorure de titane, mais il ne s'était pas préoccupé de développer ce sous-produit. Associé à l'aluminium-triéthyle le tétrachlorure contrôla l'addition de l'éthylène à la pression atmosphérique et permit la synthèse de polyéthylènes dont les poids moléculaires moyens pouvaient être compris entre 10,000 et 3,000,000.

Dès 1953, Zeigler s'empressa de breveter son procédé dans plusieurs pays et en 1957 les usines américaines commencèrent à produire cette variété de polyéthylène. Ce procédé est employé à Sarnia par les compagnies Dow Chemical of Canada et Dupont of Canada depuis 1959.

### Procédés Phillips et Indiana

De toutes les recherches entreprises par les compagnies de pétrole en vue d'obtenir des polyéthylènes sous forme de résine, certaines ont abouti à l'élaboration récente de procédés catalytiques industriels. Citons les procédés Phillips et Indiana qui ont été développés par Phillips Petroleum Company et Standard Oil Company of Indiana. Le premier polymérise l'éthylène à une pression de 30-35 atmosphères en présence d'un oxyde de chrome comme catalyseur et le deuxième à une pression de 65-70 atmosphères en présence d'un oxyde de molybdène. Ces deux procédés sont aussi considérés à basse pression.

### NATURE DES RECHERCHES

L'élaboration des procédés industriels à haute et à basse pression exigea des laboratoires industriels et universitaires une grande variété de travaux de recherches et de développement. On examina, du point de vue théorique, la structure des différents polyéthylènes et les facteurs influençant la polymérisation. Sous l'aspect technique on détermina leurs propriétés physiques et chimiques et on établit leurs modes d'emploi. Sous l'angle industriel on chercha les moyens de préparer de l'éthylène purifié et on conçut les procédés eux-mêmes.

### Aspect théorique

Les polyéthylènes ne sont pas des substances pures mais des mélanges de molécules semblables ayant des poids moléculaires

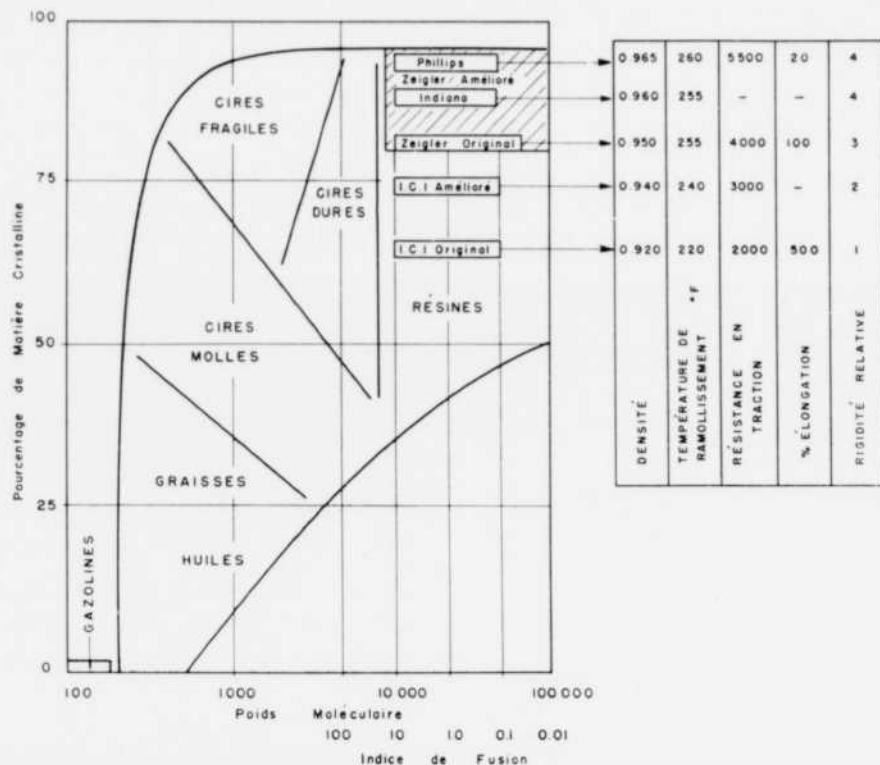


Fig. 2 — Zones d'applications des polyéthylènes selon leurs pourcentages de matière cristalline et leurs poids moléculaires. En appendice les propriétés physiques des différents polyéthylènes.

élevés mais différents. Le poids moléculaire d'une résine, c'est donc un poids moléculaire moyen. Celui-ci étant élevé, on ne pouvait pas le déterminer par les méthodes usuelles de cryoscopie et d'ébullioscopie et on mit au point de nouvelles techniques basées sur la mesure de la viscosité, de la dispersion de la lumière et de la pression osmotique des solutions de polyéthylènes. Pour établir et vérifier les relations qui existent entre ces mesures et le poids moléculaire moyen, on réussit à fractionner les polyéthylènes selon leur poids moléculaire; en fait le fractionnement ne fournit pas des composés purs mais des mélanges plus restreints. Le polyéthylène du procédé I.C.I. original, par exemple, qui a un poids moléculaire moyen de 28.000 se compose de molécules dont le poids moléculaire individuel se situe entre 8.000 et 40.000 (fig. 2).

Les polyéthylènes sont des substances solides d'apparence amorphe. On étudia leur struc-

ture à l'aide de la diffraction aux rayons-X et de la résonance nucléaire magnétique. On constata que le pourcentage de matière cristalline est élevé et caractéristique pour plusieurs variétés de polyéthylènes (fig. 2). Toutefois le degré de cristallinité tombe rapidement lorsque la température s'élève et devient nul au-dessus de 120°C.

On poussa davantage l'étude de la structure des polyéthylènes par les spectres d'absorption qu'ils fournissent dans l'infra-rouge. Ceux-ci révélèrent les anomalies qui se produisent au moment de la croissance de la chaîne du polymère. En principe, la chaîne des atomes de carbone devrait être strictement linéaire et saturée en hydrogène sauf aux extrémités (voir fig. 2a).

Pourtant les polyéthylènes commerciaux sont constitués de chaînes où apparaissent à des degrés divers de la non-saturation interne et des radicaux latéraux (voir fig. 2b).



plasse tandis que ceux de haute densité sont recherchés pour leur résistance en traction et leur rigidité même à la température de l'eau bouillante. Les propriétés de chaque variété peuvent être modifiées en les mélangeant entre elles ou en les alliant à des substances de charge ou de renfort.

### Aspect industriel

Les résultats fructueux qui découlèrent des recherches théoriques ouvrirent graduellement la voie aux développements industriels. Les ingénieurs-chimistes durent concevoir, faire construire et exploiter des réacteurs plus gros que ceux des usines-pilotes. Ils choisirent parmi les appareils industriels de distillation, d'extraction, de filtration, d'échange de chaleur et de séchage ceux qui pouvaient répondre aux exigences techniques des différents procédés; ils modifièrent et ils améliorèrent les appareils qui ne s'y prêtaient que partiellement. Ils relièrent les appareils entre eux par une tuyauterie appropriée. Ils firent circuler les gaz, les liquides et les solides à travers ces montages à l'aide de compresseurs, de pompes et de convoyeurs appropriés. Et tout cet écoulement de fluides et de chaleur fut régularisé grâce aux appareils de contrôle automatique.

Cependant les procédés industriels ne pouvaient pas atteindre le stage de la production sans une alimentation suffisante en éthylène très purifié. Les raffineries fournirent au début de l'éthylène qui provenait du craquage du pétrole, mais cette source devint insuffisante. Aussi les raffineries et quelques producteurs de polyéthylène appliquèrent-ils le craquage en présence de vapeur d'eau à l'éthane, au propane, au butane et au gas-oil. Peu importe son origine, l'éthylène n'était pas pur (Tableau II) et renfermait, en outre, à peu près toutes les im-

TABLEAU II  
Composition des produits gazeux de craquage  
(Pourcentages approximatifs en volume)

	Éthane	Propane	Butane et Gas - oil	Gaz de raffinerie	
Éthylène	31.	24.	28.	5.5	
Hydrogène	36.	16.	10.	14.	
Méthane	4.	31.	35.	24.	
Acétylène	0.3	0.4	0.8	traces	
Éthane	27.	4.	8.	16.5	
Propylène	} 1.4	11.	} 15.	10.	
Propane		11.		} 3.2	15.
Butanes		2.6			1.
Azote et monoxyde de carbone	—	—	—	14.	

puretés nuisibles à une excellente polymérisation. Il fallait le purifier et l'extraire.

### DESCRIPTION DES PROCÉDÉS

#### Purification et obtention de l'éthylène

Le procédé le plus employé en Amérique (fig. 3) consiste d'abord à comprimer à 100-200 lbs/po<sup>2</sup> le mélange gazeux qui provient du craquage thermique ou catalytique. Le mélange est ensuite débarrassé de ses impuretés acides comme l'acide sulfhydrique et le bioxyde de carbone dans des tours d'absorption qui renferment de l'éthanolamine et de la soude. L'acétylène est enlevé dans une chambre de traitement par un solvant sélectif comme le diméthylformiamide ou bien préférentiellement hydrogéné en éthylène en présence d'un catalyseur formé de nickel, de chrome et de cobalt. Le mélange gazeux est comprimé davantage à 575 lbs/po<sup>2</sup> et passe à travers des tours d'absorption où l'eau est retenue par des gels de silice et par de l'alumine activée.

Le mélange séché est refroidi à 0°F. dans un échangeur de chaleur et dirigé à la première co-

lonne à distiller qui comprend de 20 à 30 plateaux. En maintenant une température de -130°F. à la tête de cette colonne, seuls distillent l'hydrogène, l'azote, l'oxygène et le méthane. Les autres constituants du mélange sont recueillis au bas de la colonne, détendus à 400 lbs/po.<sup>2</sup> et amenés à une deuxième colonne formée de 30 à 40 plateaux où l'éthylène et l'éthane se séparent des hydrocarbures moins volatils tels que le propylène, le propane, les butylènes et les butanes. La séparation de l'éthylène et de l'éthane s'opère dans une troisième colonne constituée de 50 à 60 plateaux et opérée elle aussi à 400 lbs/po.<sup>2</sup> L'éthylène ainsi obtenu peut atteindre le degré de pureté suivant qui est excellent pour la polymérisation :

Éthylène .....	99.8%
Propylène .....	< 0.02%
Méthane .....	< 0.1%
Acétylène .....	15 p.p.m.
Oxygène .....	4 p.p.m.
Bioxyde de carbone .....	12 p.p.m.
Monoxyde de carbone .....	< 1 p.p.m.
Eeau .....	2 p.p.m.
Soufre .....	1 p.p.m.

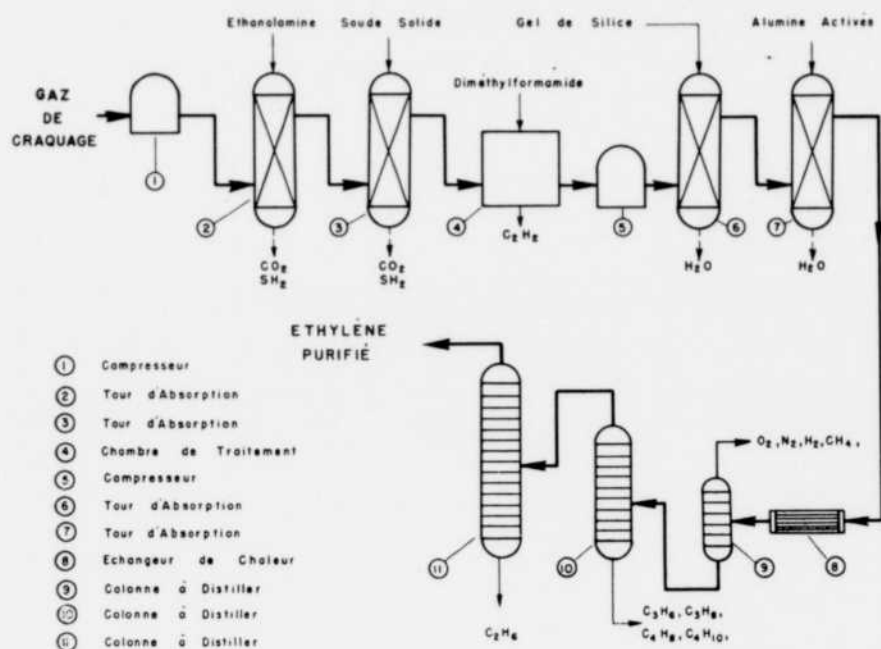


Fig. 3 — Schéma des opérations pour la purification et l'obtention de l'éthylène.

### Procédé I.C.I. ou à haute pression

Le procédé I.C.I. original (fig. 4) débute par l'addition d'oxygène à l'éthylène. Le mélange gazeux est comprimé à une pression voisine de 25,000 lbs/po.<sup>2</sup> dans un compresseur polyétagé où le mélange devient liquide. Celui-ci est chauffé à 375°F. dans un échangeur de chaleur et ensuite introduit dans le réacteur. La chaleur dégagée au cours de la polymérisation est suffisante pour maintenir la température du réacteur. Le polyéthylène en solution dans l'éthylène est dirigé à sa sortie du réacteur dans un séparateur où la solution est détendue. L'éthylène se volatilise tandis que le polyéthylène demeure sous forme de liquide visqueux. L'éthylène est recirculé au compresseur puisqu'il ne renferme plus d'oxygène, celui-ci ayant été consommé au cours de la réaction. Le polyéthylène est ensuite refroidi brusquement et il se solidifie à une température voisine de 230°F. Les dernières étapes consistent à le préparer pour la livraison par des opérations mécaniques.

Le procédé original a été amélioré dans certaines usines en vue de produire du polyéthylène dont les propriétés mécaniques sont supérieures (fig. 2). Ce polyéthylène peut mieux supporter la compétition des polyéthylènes plus rigides. Les principales modifications consistent à polymériser en solution à une pression de 15,000 lbs/po.<sup>2</sup> et à employer des co-catalyseurs. Le solvant est généra-

lement un mélange d'eau et de benzène tandis que les co-catalyseurs sont des peroxydes organiques. Le procédé amélioré prend un peu l'allure de celle du procédé Zeigler.

### Procédé Zeigler ou à basse pression

La première étape du procédé Zeigler original (fig. 5) consiste à préparer le catalyseur. Le solvant, l'heptane, est d'abord rigoureusement séché dans une tour d'absorption et introduit dans la chambre de préparation du catalyseur. On lui ajoute l'aluminiumtriéthyle et le tétrachlorure de titane. Ces deux derniers réagissent ensemble pour former les catalyseurs qui sont envoyés au réacteur sous forme de suspension. L'éthylène, comprimé à environ 200 lbs/po.<sup>2</sup>, est aussi injecté dans le réacteur où il se dissout dans le solvant et polymérise au contact des catalyseurs. Le milieu réactionnel est ensuite soumis à une évaporation-éclair pour séparer le solvant du polyéthylène. Celui-ci est entraîné sous forme de pulpe aqueuse où l'eau est conditionnée en vue d'enlever à la résine tout résidu de catalyseur qui détériorerait ses pro-

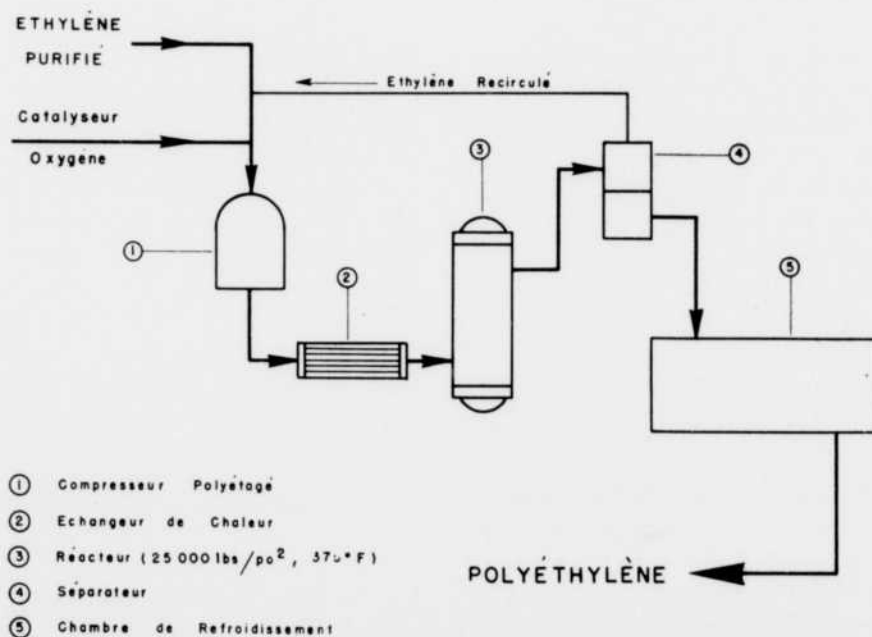


Fig. 4 — Schéma des opérations du procédé I.C.I., ou à haute pression.

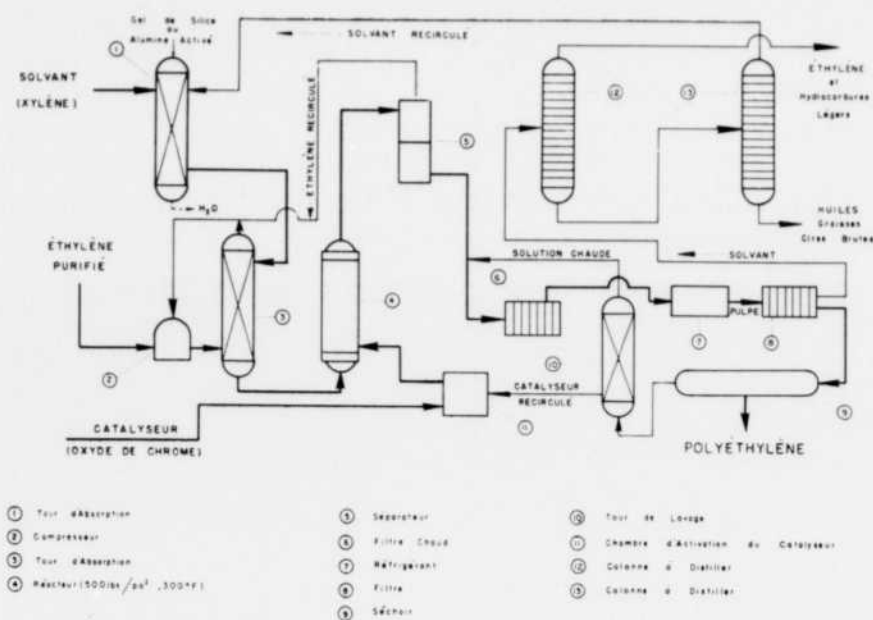


Fig. 5 — Schéma des opérations du procédé Zeigler, ou à basse pression.

priétés électriques. La pulpe est filtrée et le polyéthylène est ensuite séché.

Le filtrat, traité pour le débarrasser de l'aluminium et du titane sous forme d'hydroxyde, retourne à l'évaporateur-éclair après conditionnement. Le solvant est récupéré par distillation fractionnée. La première colonne enlève tous les hydrocarbures plus volatils que le solvant : l'éthylène qui n'a pas réagi, le butylène et l'hexène qui découlent d'une polymérisation partielle. La deuxième colonne sépare le solvant des hydrocarbures moins volatils qui résultent, eux aussi, d'une polymérisation partielle. Le solvant est ensuite recirculé à la tour d'absorption d'eau.

La principale modification du procédé Zeigler amélioré consiste à employer du trichlorure de titane au lieu du tétrachlorure. Ainsi on peut produire toute une gamme de polyéthylènes qui rivalisent avec ceux des procédés Phillips et Indiana (fig. 2).

### Procédé Phillips ou à basse pression

Le procédé Phillips (fig. 6) opère aussi en solution et emploie le xylène comme solvant.

Celui-ci, séché dans une première tour d'absorption, dissout à la deuxième l'éthylène qui est comprimé à 500 lbs/po.<sup>2</sup> La solution qui contient 6% d'éthylène en poids rencontre le catalyseur dans le réacteur où la polymérisation se déroule à 300°F. La solution de polymère est ensuite détendue à 100 lbs/po.<sup>2</sup> dans un séparateur où la majeure partie de l'éthylène qui n'a pas réagi se volatilise et retourne au compres-

seur. La solution chaude de polyéthylène est d'abord filtrée pour enlever le catalyseur et est ensuite amenée à la température ambiante et à la pression atmosphérique. A ce moment la résine précipite. Filtrée et séchée, sa production est terminée.

Le catalyseur n'est pas consommé dans le procédé Phillips comme dans les procédés précédents. On le lave à chaud par du solvant frais pour le débarrasser de la résine, on lui redonne son activité par un traitement spécial et on le retourne au réacteur. Le solvant est purifié par distillation et est recirculé à la tour d'absorption d'eau comme dans le procédé Zeigler.

### Procédé Indiana ou à basse pression

Le procédé Indiana ressemble au procédé Phillips du point de vue de l'agencement et des conditions d'opération, mais il en diffère par la nature du catalyseur qui est un oxyde de molybdène sur un support d'alumine.

### ASPECT ÉCONOMIQUE

Le développement des différents procédés industriels ne s'est

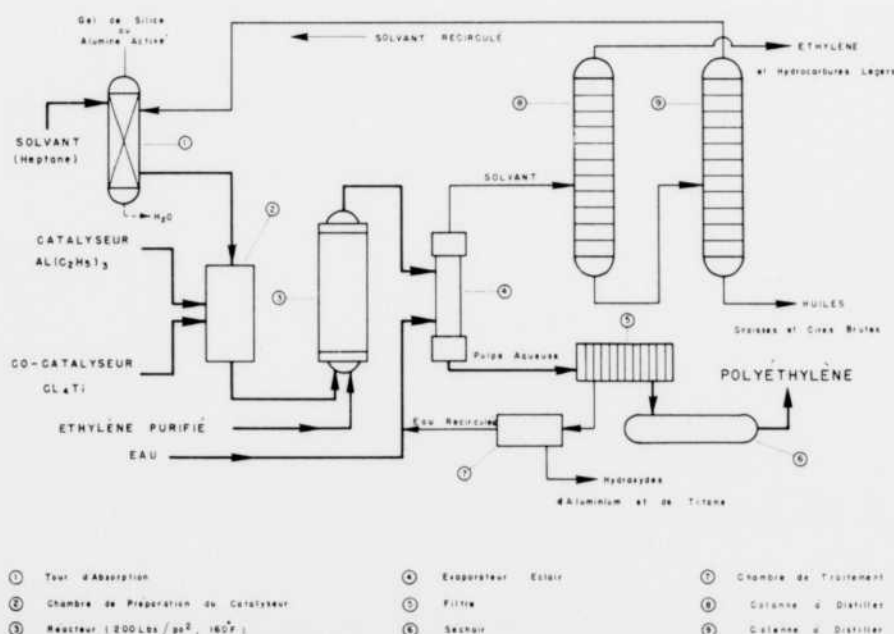


Fig. 6 — Schéma des opérations du procédé Phillips, ou à basse pression.

TABLEAU III

## Prix des principales résines aux États-Unis

(cents par livre)

	Polyéthylènes		Polystyrène	Polychlorure de vinyle	Phénoplastes "bakelite"	Acétate de cellulose
	Haute pression	Basse pression				
1935	—	—	68	60	14	—
1940	(100)	—	52	52	15	45
1945	70	—	26	35	15	35
1950	45	—	27	36	20	37
1955	41	—	29	35	19	36
1957	35	47	25	30	21	38
1960	26	35	18	19	21	38

pas produit dans les mêmes conditions économiques. Le procédé I.C.I. ou à haute pression s'est développé durant les années 1935-40 à une période où le prix des résines concurrentes était élevé (tableau III) et à un moment où l'industrie électronique avait besoin de polyéthylène qui était la seule résine qui pouvait être utilisée comme isolant dans les appareils à haute fréquence. Les premières livraisons de polyéthylène arrivèrent sur le marché en 1939 au début de la guerre. Le procédé profita de la situation de deux façons: multiplication des appareils électroniques et financement des usines par l'état.

Après la guerre, les producteurs cherchèrent à étendre les

usages du polyéthylène et à partir de 1953 leurs efforts furent couronnés de succès. La consommation de polyéthylène monta en flèche (fig. 1) et les nouvelles usines se multiplièrent jusqu'en 1957. C'est surtout durant cette période que se développèrent les procédés à basse pression sans l'aide de l'état et face à une compétition de plus en plus aiguë de la part du polyéthylène à haute pression et des autres résines. Mais les nouvelles variétés de polyéthylène possédaient des propriétés mécaniques supérieures (fig. 2) qui leur permirent de se gagner un vaste marché. Les usines à basse pression s'élevèrent à partir de 1957 et la consommation de polyéthylène continua de s'accroître d'une façon accélérée.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aggarwal, S.L. et Sweeting, O.J., *Reviews*, Vol. 57, No 4, p. 665 (1957).
- Berger, M.N. et Boulbee, T.H., *Journal of Applied Chemistry*, Vol. 9, No 9, p. 490 (1959).
- Canadian Chemical Processing*, p. 50 (June 1959).
- Canadian Oil and Gas Industries*, Vol. 12, No 11, p. 78 (1959).
- Chemical Engineering News*, Vol. 34, p. 1470 (1956).
- Chemistry in Canada*, Vol. 13, No 1, p. 36 (1961).
- Vol. 12, No 6, p. 49 (1960).
- Vol. 9, No 3, p. 29 (1957).
- Vol. 9, No 11, p. 48 (1957).
- Clark A., Hogan J.P., Banks R.L. et Lanning W.C., *Industrial and Engineering Chemistry*, Vol. 48, No 7, p. 1152 (1956).
- Daudelin, P., "Etude comparative des divers modes de production du polyéthylène", Thèse de baccalauréat, École Polytechnique, 1960.
- Davenport, C.H., *Petroleum Refiner*, Vol. 39, No 3, p. 125 (1960).
- Fair, J.R., Bolles, W.L. et Nisbet, W.R., *Chemical Engineering Progress*, Vol. 54, No 12, p. 39 (1958).
- McGrew, F.C., *Modern Plastics*, Vol. 35, No 7, p. 125 (1958).
- Modern Plastics*, Vol. 38, No 5 (Jan. 1961).
- Vol. 34, No 5 (Jan. 1957).
- Vol. 30, No 5 (Jan. 1953).
- Raft, R.A.V. et Allison, J.B., "Polyethylene", Interscience Publishers, New York, (1956).
- Shell Oil Co. of Canada Ltd., "The Canadian Petrochemical Industry", The Ryerson Press, Toronto (1956), p. 107.
- Sittig, M., *Petroleum Refiner*, Vol. 39, No 11, p. 162 (1960).
- Stille, J.K., *Chemical Review*, Vol. 58, No 3, p. 541 (1958).
- Thomasson, R.L., McKetta, J.J. et Ponder, T.C., *Petroleum Refiner*, Vol. 35, No 12, p. 191 (1956).
- Zeigler, K., *Bulletin de la Société Chimique de France*, p. 1, (Jan. 1956)



## LA CATHÉDRALE DE NICOLET

par

L. Hahn, Ingénieur-conseil  
Société Dumex, Paris, France

La couverture de la cathédrale de Nicolet est entièrement en béton armé, sauf la majorité des tirants des arcs qui sont en béton précontraint. Elle présente un intérêt technique d'abord par l'importance de ses dimensions, et également par les formes nouvelles que j'ai créées et réalisées pour la première fois dans les bâtiments de l'Unesco à Paris.

La fig. 1 donne une idée d'ensemble de la couverture; il s'agit d'une maquette d'architecte qui a donné lieu à quelques modifications lors de la réalisation. L'exposé sera présenté en trois parties distinctes :

1°. — Le grand voile qui aboutit à la grande façade vitrée, désigné par "la grande nef".

2°. — Les deux voiles en forme de papillon, situés immédiatement en arrière, constituent le transept.

3°. — Le petit voile situé au fond de la maquette couvre l'abside, où une chapelle sera installée.

### I — La grande nef

La grande nef, dont l'élévation latérale est représentée sur la fig. 2, comprend quatre voiles différents, raidis par quatre arcs. Cette diversité correspond au désir de l'architecte de ne pas faire disparaître un seul voile qui rappellerait trop une couverture de hangar. On a obtenu ainsi des brisures à l'intérieur de la cathédrale, et non une surface unie. Le nombre important des arcs est

justifié par ces voiles de tracés différents. Comme on voit sur la figure au droit de chaque arc aboutissent deux voiles ne faisant pas partie de la même surface, sauf le premier grand arc à gauche de la figure.

Tous les voiles sont tracés suivant le même type de surface qui rappelle un peu un conoïde. Cette surface est engendrée par une famille de droites situées dans des plans verticaux non parallèles, tandis que dans un conoïde ces plans sont parallèles. Les courbes directrices sont des paraboles de flèches et de cordes différentes.

En plan, le voile se projette suivant un trapèze et les plans verticaux "V" contenant les génératrices droites divisent toutes les cor-

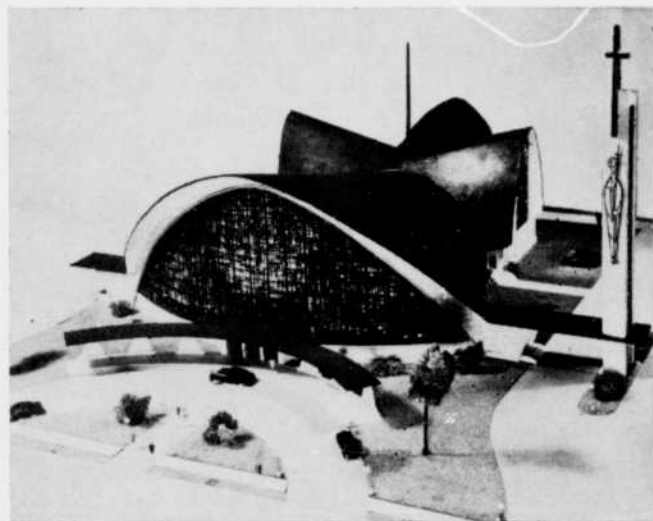


Fig. 1 — Maquette originale de la cathédrale.

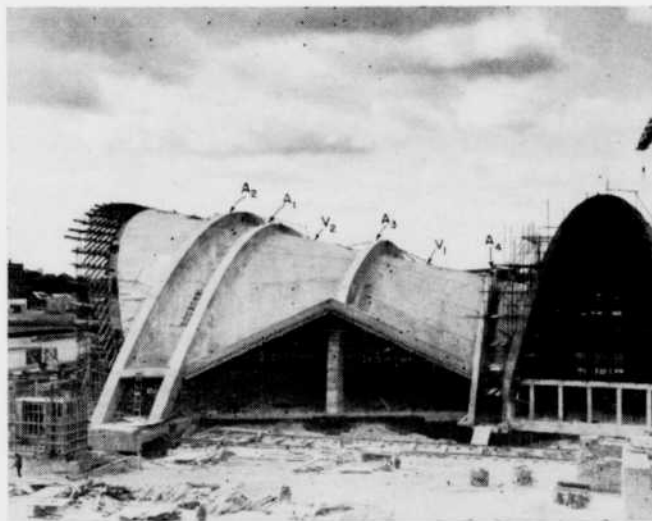


Fig. 2 — Élévation latérale de la grande nef.

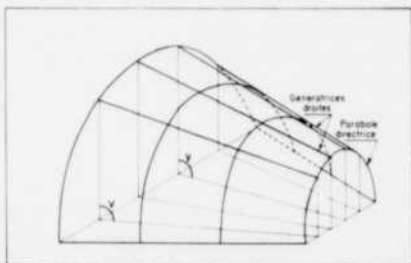


Fig. 3 — Vue en perspective d'un voile engendré par des génératrices rectilignes.

des des paraboles en un même nombre de parties égales (voir fig. 3). Ces voiles présentent un grand intérêt du point de vue résistance : ils ne sont pas développables, ils sont donc très raides et peu déformables et certainement très peu sujets au flambage.

Chacun des deux grands voiles  $V_1$  et  $V_2$  prend appui sur des retombées renforcées, dont l'épaisseur varie de 18 à 23 cm; ces retombées subissent des efforts très complexes. Les réactions des retombées sont absorbées par les arcs correspondants.

Le voile de l'avant du côté de la grande façade vitrée est un voile incomplet, c'est-à-dire que sa bordure libre est courbe et non droite. On peut considérer que ce voile travaille de la même façon que les autres car il résulterait des efforts trop grands dans le grand arc  $A_2$ , qui se trouve à gauche de la figure. Il a donc été assimilé à une dalle de courbure

négligeable prenant appui sur le grand arc et sur les piliers métalliques de la grande façade vitrée, et travaillant en console au-delà de ces piliers. L'épaisseur varie de 7 à 21 cm.

Le voile arrière de la grande nef prend également appui sur des poutres de retombées qui sont en porte-à-faux sur le dernier arc de droite; il fonctionne comme les voiles  $V_1$  et  $V_2$ .

Tous les arcs sont bridés par des tirants en béton précontraint, sauf quelques arcs peu chargés du transept et de l'abside dont les tirants sont en béton armé. Ils sont articulés aux naissances afin d'éviter des moments de flexion dans les tirants, ou dans les fondations qui comportent des pieux de grande longueur, 30 m environ, prenant appui sur le rocher. Les tirants sont logés dans la cave et sont visitables.

Le premier grand arc  $A_2$ , à gauche sur la figure, a 63 m. de portée, 20 m. de flèche. Sa section, de 1 m. de large, varie en hauteur, de 1.20 m. à la naissance, à 1.50 m. à la clef. L'arc suivant  $A_1$ , a 59 m. de portée, 19 m. de flèche et sa section est constante, 1 x 1 m. Le dernier arc  $A_3$ , à droite sur la figure a 38 m. de portée, 14 m. de flèche et une section constante de 0.5 m. de largeur et de 1.0 m. de hauteur. Ces trois arcs sont d'un tracé parabolique, comme les voi-

les, et travaillent dans de bonnes conditions.

Les conditions de travail de l'arc médian  $A_3$  sont par contre moins favorables, car son tracé rappelle un portique. La partie haute a un tracé parabolique en suivant le voile et se raccorde par des arcs de cercle aux deux pieds-droits. La portée est de 35 m. et la flèche totale de la clef aux naissances est de 17 m.

La poutre brisée qu'on aperçoit dans la partie centrale est un raidisseur d'un voile brisé également que nous désignons par "lucarne". La lucarne est constituée par deux voiles plans ayant une arête commune horizontale. La lucarne et les retombées adjacentes constituent une poutre en "V" qui absorbe une partie du poids de la lucarne et toutes les charges verticales dues aux efforts secondaires des retombées. En effet, les formes complexes des poutres de retombées donnent lieu à des charges verticales.

Notons que les charges rasant de la lucarne font fonctionner celle-ci en poutre à hauteur rapidement variable. Un joint de dilatation a été prévu entre la grande nef et le transept.

## II — Le transept

Le voile du transept est constitué par deux conoïdes (voir fig. 4), dont les directrices en façade



Fig. 4 — Élévation latérale et coffrage du transept (voile V.).



Fig. 5 Détails du transept bétonné en partie, et du ferrailage de l'abside.



Fig. 6 — Ferrailage de la grande nef et coffrage du transept.



Fig. 7 — Vue générale de la grande nef bétonnée et du ferrailage du transept.

sont des paraboles de 13.4 m. de corde et de 13.4 m. de flèche. La parabole commune a une flèche de 2.4 m. seulement. Chaque conoïde a 18.3 m. de portée, ce qui nous a permis de le calculer en voile auto-portant.

Les éléments de bord sont constitués par les deux arcs en façade, dont un peut être aperçu sur la fig. 5 et l'arc  $A_6$  commun aux deux conoïdes, également visibles sur la fig. 5. Notons que cet arc devra supporter une flèche haute de 17 m. dont le poids est faible, mais dont le couple dû au vent est relativement grand.

### III — L'abside

Comme il n'était pas possible d'avoir un appui de l'arc central à ses naissances, on a dû prévoir, pour le soutenir, de grands arcs paraboliques, l'un d'eux, qui apparaît en partie sur la fig. 5, supporte également le voile de l'abside qui fonctionne comme les voiles de la grande nef. On peut voir le ferrailage de l'arc voisin  $A_6$  qui supporte lui aussi ce voile.

### IV — Conditions d'exécution

La mise en œuvre du projet décrit ci-dessus a donné lieu aux phases d'exécution suivantes :

#### 1 — De l'échafaudage au bétonnage

La fig. 6 montre une partie d'un vau, et l'assemblage des

madriers relatifs à l'échafaudage. On aperçoit également la lucarne et les deux plans inclinés; on distingue les quatre arcs, les poutres de retombées et les raidisseurs de la lucarne. Cette photographie illustre le dispositif de ferrailage de la grande nef.

La fig. 7 a été prise une fois le bétonnage de la grande nef achevé. On aperçoit le ferrailage du voile  $V_6$ , dont on note la pente très rapide, et également l'arc  $A_6$  du transept.

#### 2 — Décoffrage

Le mode de décoffrage comporte des descentes très précises suivant les lois paraboliques dégressives. Le décoffrage étant appuyé sur des coins et non sur des fourches à vérins, le programme n'a pas pu être réalisé. On a procédé comme suit : les coins ont d'abord été dégagés puis remis en place avec un très léger coincement, ils ont été ensuite enlevés.

Le décoffrage a été exécuté dans une première phase simultanément au voile et aux retombées et à la lucarne, de façon que les poutres enlevées puissent fonctionner. Les arcs ont été décoffrés dans une seconde phase.

Avant, comme l'indique la fig. 8, chaque voile a été décoffré par bandes symétriques, d'une

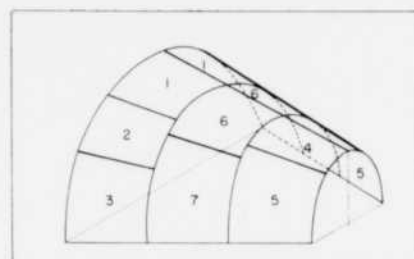


Fig. 8 — Vue en perspective illustrant l'ordre de décoffrage d'un voile.

part par rapport à l'axe longitudinal mais d'autre part alterné, en partant des arcs vers le milieu du voile. Les arcs ont par la suite été décoffrés par bandes symétriques, de la clef vers les naissances. Aucun incident n'a été signalé.

#### 3 — Mesures de flèches

On a mesuré uniquement les flèches des arcs, avec un fil suspendu à la clef et portant un poids de 2 Kg. qui s'appuyait sur la tige d'un comparateur amplifiant cinq fois. Le fil en invar n'a pas été disponible à temps, et la flèche du deuxième grand arc a seulement pu être mesurée. On a obtenu des flèches de 3 m/m environ, et on pense que l'arc a baissé de quelques m/m pendant le décoffrage des voiles, les coins sous le coffrage de l'arc s'étant un peu écrasés. En résumé, les flèches sont extrêmement faibles.

(Suite à la page 52)

# COUP D'OEIL

## SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

### Crédit à long terme offert par l'exportateur canadien

L'exportateur canadien peut maintenant rivaliser avec ses concurrents pour ce qui est des délais de paiement consentis aux acheteurs étrangers, déclare la Société d'assurance des crédits à l'exportation dans un dépliant intitulé "Government Export Financing".

Cette société, qui est l'organisme chargé par le gouvernement fédéral de financer les ventes à crédit à l'étranger, exerce son activité en vertu de l'article 21A de la loi sur l'assurance des crédits à l'exportation. Une division spéciale, dite Division du financement des exportations, traite directement avec l'exportateur canadien. C'est à ce dernier qu'il incombe d'obtenir des commandes sur les marchés d'exportation puis de s'entendre avec la Société quant aux dispositions d'ordre financier. La Société lui verse directement le prix du matériel et l'exportateur se trouve dans la même situation que s'il avait fait une vente au comptant.

Le nouveau dépliant fournit des précisions sur le genre d'exportation en cause, sur les délais de paiement autorisés, les frais de financement, la façon de négocier des marchés, les conditions requises pour pouvoir bénéficier des services de financement et la manière d'en faire la demande.

On peut obtenir des exemplaires gratuits de ce dépliant en s'adressant à la Société d'assurance des crédits à l'exportation, boîte postale 655, Ottawa.

### Nouveau service de placement à Montréal

Un nouveau service de placement, soutenu par l'industrie, vient d'être mis à la disposition des travailleurs scien-

tifiques, des techniciens et des cadres de l'est du pays. Il s'agit du Technical Service Council, organisme subventionné par plusieurs centaines de compagnies canadiennes et dont le siège social est à Toronto.

M. Robert Church, directeur régional et chef du bureau situé au 1500 de la rue Stanley à Montréal, déclare que "l'ouverture de ce bureau répond à un besoin qui se faisait sentir dans cette région fortement industrialisée où, d'ailleurs, un grand nombre de techniciens reçoivent leur formation."

Le TSC fut fondé en 1927 par un groupe d'industriels et d'éducateurs dans le but de garder au Canada les ingénieurs et les hommes de science canadiens. Il transmet aussi aux universités les recommandations de l'industrie en ce qui concerne la formation scientifique et technique. Cet organisme bénévole est dirigé par un comité composé d'industriels expérimentés, qui y consacrent leur temps et l'aident de leurs conseils sans aucune rémunération.

### Avances technologiques en matière de bétonnage

La popularité croissante des bâtiments industriels à un étage rend indispensable, dans la préparation des plans et de devis, l'usage des données les plus récentes sur le béton dont on doit revêtir le sol.

La Portland Cement Association a récemment publié un feuillet intitulé "Why and How: Joints for Floors on Ground", que l'on peut se procurer en s'adressant à la Compagnie Miron Ltée, 2201 est rue Jarry, Montréal 38.

Le Service des Ventes de la Compagnie Miron s'occupe de recueillir, de mettre au point et de distribuer un grand nombre de publications touchant tous les problèmes de bétonnage.

Cette compagnie dispose en outre d'un laboratoire de recherche et de contrôle, dirigé par des chimistes et des ingénieurs d'une haute compétence, ainsi que d'une bibliothèque contenant plusieurs centaines d'ouvrages techniques.

### Le pompage de l'eau

Un récent dépliant de la Flygt Limited démontre l'utilité des pompes submersibles à l'électricité pour l'assèchement des chantiers de construction. Il décrit les circonstances de trois grands chantiers où les entrepreneurs ont réalisé des économies appréciables en se servant des pompes "FLYGT". Dans l'un de ces cas, l'estimation initiale des frais d'assèchement a été réduite de 65%.

Le dépliant contient également des détails techniques sur la construction de ces pompes, qui peuvent fonctionner continuellement pendant des semaines et dont l'entretien se réduit à des inspections périodiques. Les fabricants de la pompe FLYGT soutiennent qu'elle peut pomper jusqu'à 20% de matières granuleuses dont le diamètre peut atteindre 1/8 de pouce.

La plus petite des pompes FLYGT, la B 38-L, a un orifice d'accouplement d'un pouce et demi. Elle ne pèse que 77 livres et un homme la transporte facilement, sans même qu'il soit nécessaire de l'arrêter. Elle peut refouler 4,250 gallons à l'heure. L'un de ses grands avantages réside dans le fait que son moteur à courant monophasé ou triphasé peut être adapté à différentes tensions.

Ce dépliant sera expédié, en français ou en anglais, à qui en fera la demande à l'adresse suivante: Flygt Canada Limited, 8230 rue Mayrand, Montréal 9.

## La Canadian Allis-Chalmers à Québec

La Canadian Allis-Chalmers Limited, de Montréal, vient d'ouvrir une succursale de vente au 2835 du chemin Gomin, à Sainte-Foy, dans la banlieue de Québec. Le gérant de cette succursale est M. James Garragher et le directeur technique des ventes, M. Alfred Blouin.

La succursale de Québec desservira les régions de Rivière-du-Loup, Gaspé, Baie Comeau, Sept-Iles, Chicoutimi, Arvida, Chibougamau, Asbestos et Thetford Mines.

## Laboratoires mobiles

Au congrès de l'Association canadienne pour les bonnes routes, qui s'est tenu à Banff, la Hoskin Scientific Company a mis en montre un laboratoire mobile pour l'analyse des sols, de l'asphalte et du béton. L'intérieur du camion de deux tonnes était garni d'un outillage valant près de \$19,000.

Ce véhicule, avant tout conçu pour fins de démonstration et qui doit parcourir le pays tout entier, donne une idée assez juste des possibilités que présentent les laboratoires mobiles mis à la disposition des gouvernements et des entrepreneurs canadiens par la compagnie Hoskin.

## Nouvelle pompe à vide pour usages éducatifs et industriels

Atomic Laboratories, Inc., a récemment mis au point une pompe rotative à vide, appelée la V-2, qui peut faire le vide jusqu'à .15mm. de mercure. Cette pompe est peu coûteuse, grâce à un système d'évacuation en deux temps, qui élimine près de la moitié des pièces mobiles que comportent les pompes ordinaires.

Actionnée par un moteur à courant alternatif de 115 volts, la V-2 peut être utilisée à peu près n'importe où. Son poids n'est que d'environ 11 livres et sa hauteur, de sept pouces.

La V-2 peut servir, en classe, aux démonstrations de la plupart des grandes lois de la mécanique, de la chaleur, du son et de l'électricité. Le fabricant fournit un manuel d'expérimentation avec chaque appareil.

Cette nouvelle pompe trouve également de nombreuses applications dans l'industrie. Il est parfois avantageux d'utiliser plusieurs petites pompes plutôt qu'un système de pompage important et coûteux.



Les ouvriers de la Canadian Pittsburgh Industries Limited stabilisent cette énorme glace de 1400 livres au rez-de-chaussée du nouvel édifice C-I-L, Boulevard Dorchester, à Montréal. Les 54 glaces de 10 pieds sur 20, qui sont les plus grandes surfaces de verre jamais installées au Canada, forment un véritable mur transparent. La Canadian Pittsburgh utilise un appareil muni de grosses ventouses pour soulever les glaces. On voit ces ventouses pouvant chacune soutenir 200 livres.

On obtiendra plus de détails en s'adressant à: Atomic Laboratories, Inc., 3086 Claremont Ave., Berkeley 5, California.

## Mesurage électronique des distances

La Tellurometer, Inc. met à la disposition des groupes d'ingénieurs civils et d'arpenteurs un film en couleurs exposant les principes de la mesure électronique des distances. Ce film de 16 mm a une durée de 15 minutes; il sera prêté à qui en fera la demande au siège de la compagnie, 206 Dupont Circle Building, Washington 6, D.C.

La méthode comporte l'usage de deux appareils légers aux extrémités de la ligne que l'on doit mesurer. Les hyperfréquences transmises de l'un à l'autre sont comptées en milliards de seconde, et les chiffres sont convertis rapidement en milles, en pieds et en pouces.

Un homme à chaque extrémité peut seul monter l'appareil, prendre une série de mesures, puis démonter l'appareil portatif en 30 minutes. Le mesurage électronique est particulièrement avantageux lorsque la distance, les conditions climatiques ou le brouillard réduisent la visibilité et rendent les méthodes optiques impraticables.



## À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA

Le docteur **David M. Baird**, directeur du département de géologie de la Faculté des Sciences Pures et Appliquées a été nommé secrétaire de la Faculté en remplacement du docteur **Louis-Paul Dugal**, directeur du département de biologie, qui devient vice-doyen.

Le docteur Dugal, autrefois de Québec, est gradué de l'Université Laval dont il détient un baccalauréat ès arts, une maîtrise ès arts et une maîtrise ès sciences, et de l'Université de Pennsylvanie dont il détient le doctorat en sciences biologiques.

Le docteur Baird, originaire de Fredericton et autrefois géologue-en-chef de Terre-Neuve, détient son baccalauréat ès sciences de l'Université du Nouveau-Brunswick, sa maîtrise ès sciences de l'Université de Rochester et son doctorat en géologie de l'Université McGill.

Les deux nominations sont pour une période de trois ans.

\* \* \*

La soirée "Honneur au Mérite" de l'Université s'est tenue cette année le 28 septembre.

Plusieurs étudiants de la Faculté des Sciences Pures et Appliquées y ont fait bonne figure et y ont reçu des prix ou bourses dont la valeur atteignait, dans certains cas, \$2,000.

La valeur totale des prix et bourses attribués au cours de la soirée atteignait \$66,000, mais ne représente qu'une petite partie du montant total d'environ \$400,000, disponible chaque année pour prix, bourses et prêts aux étudiants à l'Université d'Ottawa.

Les inscriptions à l'Université d'Ottawa dépassent cette année les 3300 dont tout près de 500 sont à la Faculté des Sciences Pures et Appliquées. 95

de celles-ci sont des inscriptions à la maîtrise ou au doctorat ès sciences.

\* \* \*

Le Très Révérend Père **Henri Légaré, O.M.I.**, président de la Fondation des Universités canadiennes et président de la Conférence nationale des Universités et Collèges canadiens a été nommé recteur de l'Université d'Ottawa pour un second mandat de trois ans.

\* \* \*

Le **R.F. Fabius Leblanc, s.c., Ph.D.**, professeur de botanique au département de biologie de la Faculté des Sciences a présenté une communication au congrès de l'Institut américain des sciences biologiques qui se tenait cette année à l'Université Purdue, à Lafayette, Indiana.

\* \* \*

Le congrès annuel de l'ACFAS s'est tenu à Ottawa cette année, dans les locaux de l'Université d'Ottawa.

Le congrès était sous la présidence du docteur **Pierre R. Gendron**, doyen de la Faculté des Sciences Pures et Appliquées et président de l'ACFAS.

Il réunissait plus de 600 délégués représentant 43 sociétés affiliées. 248 communications y furent présentées et on pouvait y assister à un symposium sur les techniques audio-visuelles d'enseignement des sciences auquel participaient le docteur **Francis L. Friedman**, du Massachusetts Institute of Technology, monsieur **Fernand Séguin**, de Radio-Canada ainsi que MM. les professeurs **Alexis Burton** et **Jean-Paul Lussier**, de l'Université de Montréal et **André Hone**, de l'École Polytechnique.

Les récipiendaires des médailles Pariseau et Archambault étaient cette année le docteur **Raymond Lemieux**, autrefois directeur du département de

chimie de la Faculté des Sciences de l'Université d'Ottawa, maintenant à l'Université de l'Alberta, et monsieur **Fernand Séguin** de Montréal.

\* \* \*

Le docteur **David Dineley** a récemment présenté devant le congrès annuel de la Société de Paléontologie des Vertébrés, tenu cette année à Chicago, une communication traitant des analogies que l'on trouve entre certains fossiles de poissons découverts en Europe, dans l'archipel du Spitzber et dans les provinces maritimes.

\* \* \*

Le docteur **Benjamin C.-Y. Lu**, directeur du département de génie chimique à la Faculté des Sciences traitait dernièrement de ses travaux de recherche devant la 11e Conférence canadienne de génie chimique qui avait lieu à Toronto du 5 au 8 novembre.

\* \* \*

On vient de commencer les travaux de construction du nouvel édifice qui logera la bibliothèque Sciences-Médecine de l'Université. Ce pavillon mesurera 80 pieds par 72. D'une capacité de 80,000 volumes, la bibliothèque aura un foyer central sur les trois étages et une salle de lecture de 150 places.

\* \* \*

Le Très Révérend Père **Henri Lagacé, O.M.I.**, recteur de l'Université et président de la C.N.U.C.C. présidait les 11, 12 et 13 novembre derniers le congrès tenu sous les auspices de la Conférence nationale des universités et collèges canadiens et dont le thème était "Les universités canadiennes dans une ère nouvelle".

Une centaine de délégués de 42 universités et collèges et une centaine d'invités d'organismes gouvernementaux et privés y participaient.

## À L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

### Agrandissement de la Faculté

Le pavillon No 5 (aile des classes) de la Faculté est complètement terminé depuis le début de septembre et les travaux de construction du pavillon No 4 (aile des laboratoires) ont débuté à la mi-juillet. Si tout fonctionne tel que prévu, ces nouveaux laboratoires pourront être utilisés dès la rentrée en septembre 1962.

### Inauguration officielle de l'Université

Les 13 et 14 octobre dernier, eurent lieu l'inauguration et la bénédiction officielles de tous les pavillons de la Cité Universitaire. Cette cérémonie coïncidait avec la collation des grades, et à cette occasion, l'Université a décerné un doctorat honorifique au Premier Ministre de la province, M. Jean Lesage.

### Personnel Enseignant de la Faculté

**M. Marcel Lafrenière, Ing. P., B.Sc.A.** (Poly. '54) M.Sc.A. (M.I.T.) a terminé de façon brillante ses études au Massachusetts Institute of Technology. M. Lafrenière est professeur à la Faculté des Sciences depuis septembre 1955.

Plusieurs nouveaux professeurs font partie du personnel de la Faculté depuis septembre 1961, ce sont :

**Le Docteur Gordon Manley Brown.** B.Sc. (Chimie), M.Sc. (Laval), D. d'Université (Montpellier, France)

**M. Julien Constantin.** B.Sc. (Math.), Sc. (Montréal) — D. Sc. (McGill), en préparation.

**M. Normand Larochelle.** B.Sc. (Phys.), M.Sc. (Montréal) Doctorat en préparation (Université de Montréal), Département de physique.

**M. Jules Delisle,** B.Sc.A. (Laval), Département de génie électrique.

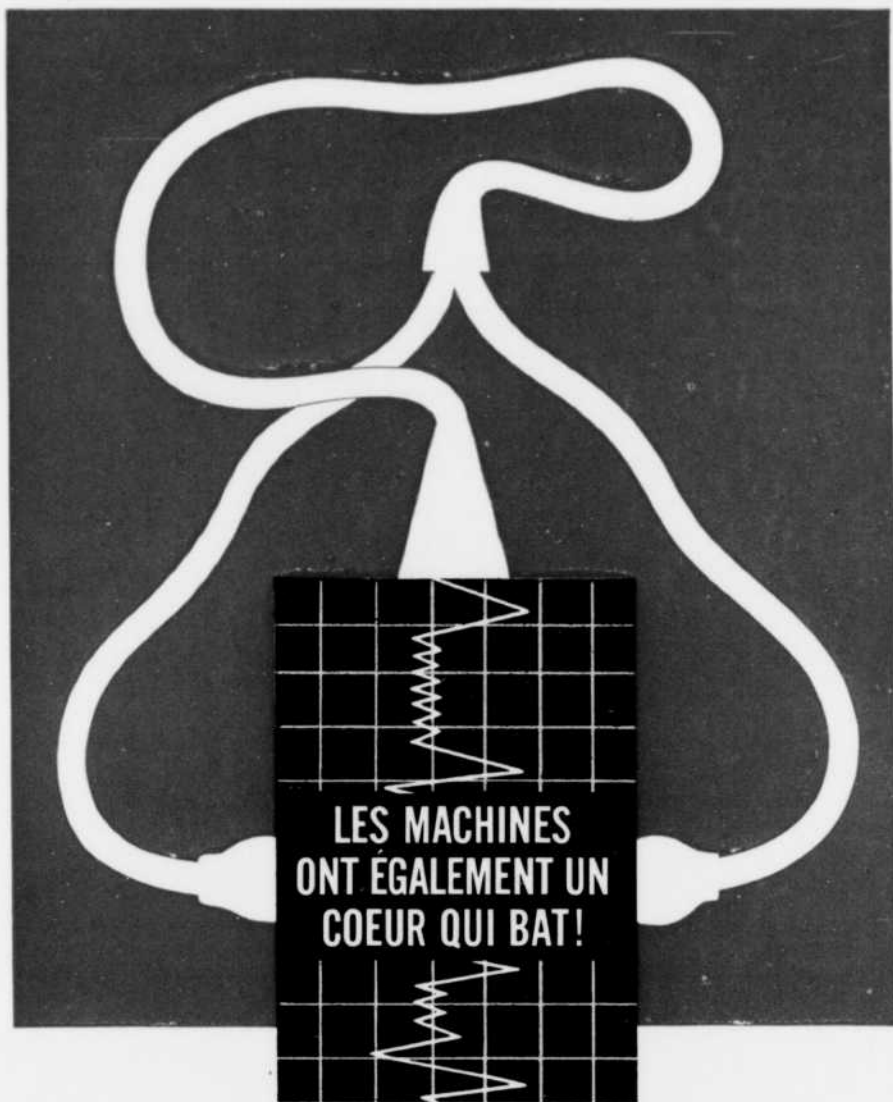
**M. Jean-Jacques Paré,** B.Sc.A. (Laval), D.I.C. (Londres) Département de génie civil.

**M. Maurice Brisebois,** B.Sc. (Math.) M.Sc. (Montréal) Département de mathématiques.

**M. Georges Pecko,** B.Sc.M., Gradué Sc.M., (École Poly. de Brus, Tchécoslovaquie).

### Ingénieurs de la région

**M. Richard Royer,** Ing. P., B.Sc.A. (Sherbrooke 1960), qui recevra bientôt sa maîtrise du Massachusetts Institute of Technology, est maintenant associé à la firme d'ingénieurs-conseils Côté, Lemieux, Carignan et Royer.



Les pompes, par exemple, deviennent les battements de coeur de l'industrie. Les pompes de qualité inférieure, sujettes aux "crises cardiaques", peuvent entraver la bonne marche de n'importe quelle entreprise . . . et le temps d'immobilisation nécessaire aux réparations peut s'avérer incommode et très coûteux.

Darling Brothers ne se contente pas de fabriquer d'excellentes pompes. Vous trouverez, dans chaque produit Darling, une solidité à toute épreuve — facteur d'un rendement de tout repos.

*Quand vous spécifiez des pompes, appareils de chauffage, 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.



## À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

### Le Prêt d'Honneur des Diplômés

Le Prêt d'Honneur des Diplômés de Polytechnique est entièrement distinct de toutes les autres organisations de prêts d'honneur, et fut fondé en 1948 à l'occasion du 75ème anniversaire de Polytechnique. Il est alimenté uniquement par les souscriptions volontaires des Diplômés de Polytechnique, comme l'indique son nom.

Durant l'exercice 1960-61, le Prêt d'Honneur a reçu 100 demandes de prêts formant un total de \$27,085; il a pu satisfaire 98 de ces demandes en prêtant la somme record de \$17,560.

Depuis 1948, le Prêt d'Honneur a prêté la somme de \$87,198 représentant 511 prêts distincts.

Grâce à la campagne de souscription lancée le printemps dernier chez les Diplômés de Polytechnique, le Prêt d'Honneur sera en mesure de poursuivre son aide aux étudiants de Polytechnique sans fléchissement.

Cette campagne de souscription se poursuit, et tous les Diplômés de Polytechnique qui n'ont pas encore souscrit sont invités à le faire.

### Monsieur Guillaume Gingras à la Corporation

Monsieur Guillaume Gingras, B.A., B.Sc.A., Ing.P., vient d'être nommé à la Corporation de l'École Polytechnique.



que. Il remplace, au sein de cet organisme, monsieur Rolland Préfontaine, D.Sc.A., I.C., qui a démissionné après s'être dévoué, sans compter, plus de trente ans.

Né à Warwick, P.Q., le 20 avril 1900, monsieur Gingras fit son cours classique au Collège Sainte-Marie d'où il sortit Bachelier ès Arts, pour entrer à Polytechnique où il obtint son diplôme de Bachelier ès Sciences Appliquées et Ingénieur Civil, en 1926.

Il débuta dans la carrière au service de la Compagnie de Téléphone Bell. Après quatre années à la section de construction des réseaux, il fut six ans au Service technique de la Compagnie, pour la région de Montréal.

En 1937, il fonda la South Shore Construction Inc., dont il est encore le président, pour s'occuper principalement de construction de routes, de pavages et de travaux municipaux. À l'heure actuelle, il est aussi président de Québec Asphalt Inc., et directeur de O. Beaudry & Fils Limitée.

Parmi les nombreuses associations professionnelles auxquelles il s'est toujours intéressé activement, mentionnons la Corporation des Ingénieurs Professionnels et l'Association des Diplômés de Poly, la Canadian Construction Association, l'Association des Constructeurs de Routes du Québec, l'American Road Builders Association et la Chambre de Commerce du District de Montréal.

Membre des clubs Saint-Denis et Islemere, ses sports favoris sont le golf, la chasse et la pêche.

### Résultat de recherches

À l'occasion d'un Séminar sur les recherches concernant les alliages de nickel et les aciers inoxydables, organisé par l'International Nickel Co. et tenu à Ottawa le 10 octobre 1961, les professeurs Welter et Dubuc ont présenté les résultats de recherches effectuées au Laboratoire d'Essais des Matériaux de l'École Polytechnique. La conférence était intitulée "Compressive Properties of Structures at Room and Elevated Temperatures" et fut donnée par M. Dubuc.

### Participation à un congrès

À l'occasion du Congrès de l'American Society for Testing Materials à Atlantic City en juin 1961, les profes-

seurs Welter et Dubuc ont présenté les résultats d'une des recherches en cours au Laboratoire d'Essais des Matériaux de l'École Polytechnique. La conférence fut donnée par M. Dubuc et était intitulée "Compression and Buckling Characteristics of Annealed and Aged Inconel 718 Nickel-Chromium Alloy at Temperatures up to 1400F." Ces travaux ont été publiés par l'American Society for Testing Materials.

### Au laboratoire d'essais

Nos travaux et publications sur l'augmentation de la résistance en fatigue des soudures par points au moyen d'une compression hydrodynamique ont attiré l'attention, d'une façon toute spéciale, de The Boeing Aircraft Co. de Seattle, Washington, qui nous ont demandé en consultation. Les 17, 18 et 19 juillet 1961, le Professeur J.-A. Choquet a présenté à Seattle les différents aspects de ces travaux à une douzaine d'ingénieurs de la division des avant-projets pour avions de transport supersoniques. Il a de plus discuté en détail des différents aspects du problème et sur les possibilités d'application industrielle de notre procédé avec des groupes restreints de spécialistes en structure, en métallurgie et en procédés de fabrication.

À la suite de ces pourparlers, le Fatigue of Spotwelds Subcommittee of the Resistance Welding Committee, l'un des comités permanents du Welding Research Council of the Engineering Foundation, New York, se réunissait à Montréal le 27 juillet 1961 et acceptait un nouveau projet tendant à prouver la valeur de notre procédé à 500°F, cette température devant être celle des coques d'avions volant à une vitesse de quelque 1200 milles à l'heure.

Le 19 septembre 1961, le professeur Choquet participait à New York à la réunion de l'une des divisions du Pressure Vessel Research Committee, du Welding Research Council et présentait les résultats de nos travaux sous l'égide de deux des sous-comités de cette division dont nous poursuivons les recherches. Ce sont les sous-comités "Effects of Fabrication Operations on Materials for High Temperature Service" et "Plastic Fatigue Strength of Pressure Vessels".

Les trois projets ci-haut mentionnés sont exécutés au Laboratoire d'Essais et de Résistance des Matériaux sous la direction de Monsieur G. Welter à titre de directeur des projets.

# ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

## TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

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

Section générale des affaires

Section économique

Section comptable

Section des sciences actuarielles

OUVERTURE DES COURS  
le deuxième mardi de septembre



PROGRAMME SPÉCIAL  
POUR LES INGÉNIEURS,  
AVOCATS, NOTAIRES  
ET AGRONOMES

Demandez notre prospectus

535, ave Viger, Montréal



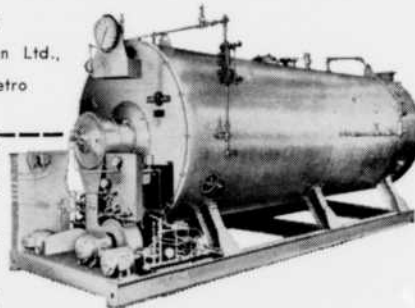
## CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES

# VOLCANO

### LE CENTRE DE PRODUCTION GATTUSO Montréal, Qué.

La compagnie Gattuso, qui exploite à Montréal le plus grand centre au monde de préparation et d'embouteillage d'huile à salade et d'olives, entreprend maintenant la fabrication des pâtes alimentaires qu'elle importait auparavant. Les produits italiens de marque Gattuso sont connus partout au Canada, et ils sont également vendus aux États-Unis et à l'étranger. La vapeur requise par les travaux de fabrication de l'entreprise est fournie par deux chaudières à vapeur à haute pression Volcano "Starfire" de 300 c.v., toutes deux pourvues de brûleurs combinés pour huile lourde ou gaz naturel.

Architecte : P. Colangelo, Montréal  
Ingénieurs-conseil (mécanique) : Bouthillette et Parizeau, Montréal.  
Entrepreneurs Généraux : Montclair Construction Ltd., Montréal.  
Entrepreneurs en Plomberie et Chauffage : Metro Industries Ltd., Montréal.



\* Les chaudières automatiques "Starfire" assurent un fonctionnement parfait à un coût minimum.

- Chaudières des plus modernes fonctionnant au gaz ou à l'huile — de 9 à 500 c.v.
- Appareil autonome. Son faible encombrement permet de l'installer dans les chaufferies de petites dimensions. Installation facile.
- Ne nécessite pas de fondation ou de cheminée de grandes dimensions (seul est nécessaire un tuyau d'échappement dépassant les parties immédiatement avoisinantes de l'édifice.) Prête à fonctionner après le branchement des conduites de vapeur, d'eau et de combustible et le raccordement au réseau électrique.
- Economique.

Plus d'un siècle d'expérience dans  
la fabrication des chaudières  
**VOLCANO LIMITÉE**  
8635 boul. St-Laurent, Montréal, Qué.  
Usines: St-Hyacinthe, Qué.  
Succursales: Toronto • Québec  
Service de ventes et de réparations  
dans toutes les villes importantes.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

# 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-Dechéne, 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'Ecole Polytechnique.

**Ainsley, Yvon, Poly '60**, a quitté Canadian Allis-Chalmers, de Lachine, et il est maintenant à l'emploi du Ministère Provincial de la Voirie, à Montréal.

**Archambault, Jean-H., Poly '41**, nommé gérant général des ventes, à la Corporation du Gaz Naturel de Québec.

**Beaubien, Claude P., M.I.T. '34**, vice-président de l'Aluminum Company of Canada, élu président de la Chambre de Commerce de la Province de Québec, au cours du congrès tenu à Sept-Iles.

**Fernand Beauchemin, Poly '52**, depuis plusieurs années à l'emploi de Bailey Meter Company Limited, à Montréal, travaille maintenant pour la Banque d'Expansion Industrielle, à Montréal.

**Gérard Beauvais, Poly '53**, a quitté la base de Goose Bay de l'Aviation américaine et il est maintenant à l'emploi de la Banque d'Expansion Industrielle.

**Benjamin, A., McGill '24**, a été nommé chef de la division des projets spéciaux, à la firme Surveyer, Nenniger & Chênevert, Ingénieurs-Conseils.

**Blais, Dr Roger, Laval '48**, professeur agrégé de géologie économique, à l'Ecole Polytechnique.

**Boisvert, Roch, Laval '48**, vient d'être nommé au poste d'adjoint au directeur de l'exploitation à la Compagnie Saguenay Power.

**Bonneau, Louis-Philippe, Laval '42**, a été nommé vice-recteur de l'Université Laval.

**François Cordeau, Poly '61**, à l'emploi de Marine Industries Limited, de Sorel, a été envoyé à Paris par ses employeurs où il étudiera, pour une période d'un an, à l'Ecole Nationale Supérieure de Génie Maritime.

**Delagrave, Léo, Poly '51**, autrefois à l'emploi de Sorel Industries Limited, à Sorel, a été engagé à titre de directeur des travaux publics, par le Conseil municipal de Tracy.

**Jean-Guy Demers, Poly '53**, du bureau Jean-F. Gagnon & Associés, ing.-cons., vient d'être nommé représentant officiel pour la province de Québec et les Maritimes par International Lift Slab Corporation. Il occupera le poste de gérant général de Lift Slab of Eastern Canada Company.

**Drolet, Jean-Paul, Laval '42**, a donné, au cours du mois dernier, devant les membres de l'Institut Canadien du Génie, une conférence intitulée: "Introduction to a New Iron Ore Development in the Province of Quebec - Quebec Cartier Mining Company".

**Jean-Paul Dubeau, Poly '58**, autrefois à l'emploi de Powers Regulator Company of Canada, est maintenant au service de la Banque d'Expansion Industrielle, à Montréal.

**Duchastel de Montrouge, L.-A., Poly '27**, a été élu président de The Federation of Canadian Personnel Associations au cours de son troisième congrès annuel tenu à Winnipeg, en octobre dernier.

**Jean-Paul Gignac, Poly '47**, a récemment été nommé commissaire de l'Hydro-Québec.

**Guillaume Gingras, Poly '26**, a récemment été élu membre de la Corporation de l'Ecole Polytechnique en remplacement de monsieur Rolland Préfontaine, Poly '03.

**Godin, Camille-R., Poly '35 et Charland, Roger, Poly '39**, ont pris part dernièrement, à Montréal, à la conférence internationale des estimateurs.

**Robert Joncas, Poly '33**, vice-président et ingénieur en chef de Gulf Maritime Construction, a récemment été élu échevin de Rimouski.

**Kopezynski, Piotr, Poly '54**, a été récemment nommé ingénieur aux relais, compteurs et contrôles de la Section de l'entretien de la Division régionale de l'exploitation de l'Hydro-Québec.

**Laplante, Donald G., Poly '52**, autrefois au service des ventes de la Dominion Bridge Company Limited, a été nommé "acting manager" de la Compagnie, à son usine d'Ottawa.

**Lefebvre, Gérard, Poly '42**, vice-président et gérant général de The Slater Shoe Company (Canada) Limited, a récemment donné une conférence au cours d'un déjeuner organisé par l'Association des détaillants de chaussures du Canada à la Foire canadienne du cuir et de la chaussure.

**Lefrançois, Pierre-C., Poly '56**, vient d'être nommé vice-président de Edsall Research Limited, conseillers en matières de mise en marché.

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

**Leroux, Jean-Jacques, Poly '44**, a été nommé vice-président en charge des ventes, à la Corporation du Gaz Naturel de Québec.

**Mayrand, Marc, Poly '52**, est entré à la Société Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe, ingénieurs-conseils, à titre d'ingénieur hydraulicien.

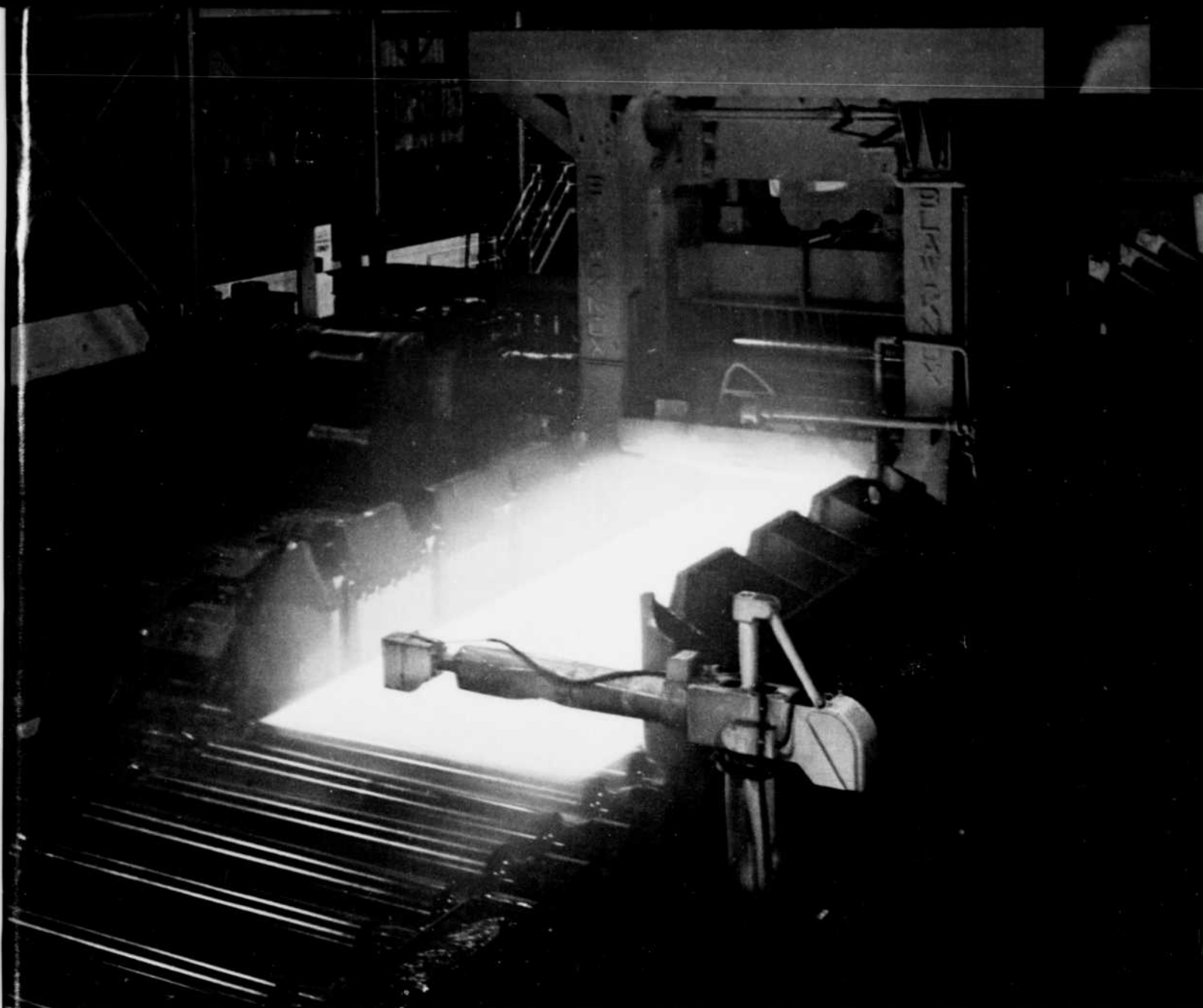
**Molleur, Gérald, Poly '24**, autrefois directeur des services auxiliaires à l'Hydro-Québec, est promu directeur général adjoint en charge du personnel.

**Normandeau, Paul-D., Poly '38**, vice-président et directeur-général des établissements Bélanger de Montmagny, annonce que cette société a acquis un intérêt majoritaire dans la Compagnie Defrostomatic de Granby.

**Régent Pelletier, Poly '59**, autrefois à la Division des Égouts et Aqueduc de la Ville de Montréal, est maintenant ingénieur de la Ville de Rivière-du-Loup, Qué.

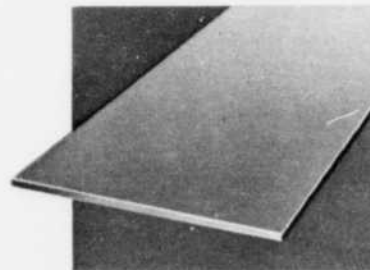
**Perrault, Charles, McGill '43**, vient d'être nommé au poste de président de la Maison Casavant Frères Limitée, St-Hyacinthe.

**Plamondon, Sarto-R., Poly '36**, assistant-directeur de l'Institut d'Hygiène industrielle et de Pollution de l'Air de l'Université de Montréal, a été élu "Fellow" de la Royal Society of Health.



**DU LAMINOIR DE L'ALGOMA  
SORTENT DES TÔLES  
AYANT JUSQU'À 115" DE LARGEUR**

La tôle d'acier Algoma est laminée à partir d'aciers au carbone de divers types—dont le CSA G40.8—ou d'aciers spéciaux au carbone et d'alliages d'acier. L'énorme laminoir à tôles et lopins, que l'on voit ci-dessus, est unique en Amérique du Nord. Il transforme les lingots en lopins et en brames, et produit aussi des plaques cisailées 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.

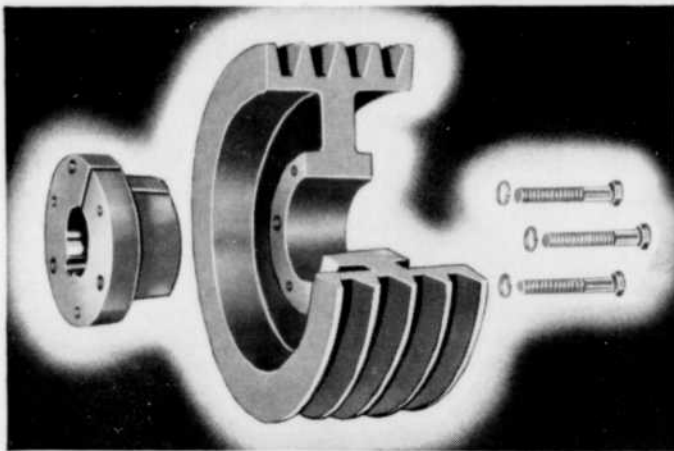
CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES

*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**



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

**FORANO**  
Limitée  
DEPUIS 1873

BUREAU CHEF ET ATELIERS: PLESSISVILLE, P.Q.  
BUREAU DE VENTES: MONTRÉAL • TORONTO • HALIFAX



DEMANDEZ  
LA RÈGLE À CALCULS

**KE**  
*Jet-log*<sup>TM</sup>

DUPLEX DECITRIG<sup>®</sup>

ou la

LOG LOG DUPLEX

**decitrig**<sup>®</sup>

KEUFFEL & ESSER OF CANADA LTD.

679 ouest, rue St-Jacques

MONTRÉAL

## 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  
325 de l'Espinay, Québec

CR. 3-1781  
LA. 4-2478

**canlab**

Pour votre

## LABORATOIRE

- Appareils
- Verreries
- Réactifs

Adressez-vous à

**CANADIAN LABORATORY  
SUPPLIES LIMITED**

8655, Delmeade Road  
Montreal, P.Q.

80 Jutland St.  
Toronto, Ont.

288, William St., Winnipeg, Man.  
8540 - 109th St., Edmonton, Alta.

**Rinfret, F.-Ernest, Poly '33**, autrefois directeur du service commercial de Southern Canada Power Co. Ltd., a été nommé vice-président de la compagnie.

**Paul-E. Riverin, Poly '36**, a été nommé lieutenant-colonel honoraire du contingent du Corps-École d'officiers de l'Université de Montréal. Monsieur Riverin dirige le département de Génie minier de l'École Polytechnique.

**Gaston Roberge, Poly '57**, autrefois à la compagnie Hartco Steel Products de Black Lake, Qué., est maintenant au service de la Banque d'Expansion Industrielle.

**Ruel, Marc, Poly '59**, autrefois à la Compagnie Northern Electric à Lachine, a été nommé ingénieur de la production à la Compagnie Eagle Pencil de Drummondville.

**Samson, Laval, Laval '55**, a été nommé ingénieur sénior des sols, à la Terratech Limitée, de Montréal.

**Senneville, Claude, Poly '47**, a été nommé président de Terratech Limitée, de Montréal, spécialistes en géotechnique.

**Simard, Jacques, Poly '58**, dirigeait dernièrement un groupe de la Chambre de Commerce des Jeunes de Montréal, section économique, lors d'une réunion sur le parquet de la Bourse.

**Thibault, J.-G., Man. '37**, vient d'être nommé directeur du service commercial de Southern Canada Power.

**Charles-E. Tourigny, Poly '24**, est maintenant attaché à l'École Polytechnique, où il remplit des fonctions administratives à la bibliothèque et au Comité des Bourses.

**Trépanier, Jean, Laval '58**, a été nommé ingénieur d'usine, à la Compagnie Eagle Pencil de Drummondville.

**Roger-T. Trudeau, Poly '38**, autrefois ingénieur surintendant de la compagnie H. J. O'Connell Ltée, vient d'être nommé ingénieur en chef de l'Office des Autoroutes du Québec.

**Rolland Verreault, Poly '58**, autrefois chez Desjardins & Sauriol, ing.-cons., vient d'être nommé ingénieur en chef de la Cité de St-Jérôme.

**Maurice Vinet, Poly '61**, vient d'accepter le poste d'assistant-professeur d'hydraulique à l'École Polytechnique de Lausanne, en Suisse, pour une période d'un an.

## NÉCROLOGIE

**T.-E. Rousseau, Poly '08**, est décédé à Québec le 29 juin 1961. Né en 1887, monsieur Rousseau avait fait ses études à l'École Polytechnique de 1904 à 1908. Devenu arpenteur-géomètre un peu plus tard, il avait exercé sa profession à Québec ainsi qu'à Val Brillant, comté de Matapédia, Qué.

**Laurent Lafontaine, Poly '47**, est décédé à Montréal le 2 septembre 1961. Né à Montréal le 27 mars 1922, monsieur Lafontaine avait fait ses études secondaires au Collège André Grasset où il obtenait en 1942 son baccalauréat ès arts. Après ses études à l'École Polytechnique de 1942 à 1947, il avait occupé divers emplois à Montréal, tout d'abord au Ministère provincial de la Voirie, à la Division des Canaux du Ministère des Transports puis à la Commission des Eaux courantes. Il y a une dizaine d'années, il avait dû abandonner son travail pour des raisons de santé, mais en 1957 il reprenait la pratique de sa profession comme ingénieur-conseil en association avec l'un de ses confrères, monsieur Bertrand Faucher.

**Armand Circé, Poly '16**, est décédé à Sherrington le 10 septembre 1961. Né à Sherrington, Qué., le 6 août 1893, monsieur Circé avait fait ses études secondaires à l'École Normale Jacques-Cartier, à Montréal, puis il était entré à l'École Polytechnique en 1912. Entré d'abord au service de la Commission géologique du Canada comme arpenteur, monsieur Circé s'orientait deux ans plus tard dans le domaine de la construction et on le voit successivement à l'emploi des compagnies Dominion Bridge, à Montréal, American Steel Company, de Cuba, J. M. Robertson Limited, Truscon Steel Company et de nouveau à la compagnie Dominion Bridge. En 1924, il s'inscrit à l'Imperial College of Science and Technology, de Londres, où il passe une année et où

il obtient le diplôme de cet institut (D.I.C.). L'année suivante, il décroche un certificat d'études à l'École des Ponts et Chaussées de Paris.

Revenu à l'École Polytechnique en 1926, il y est professeur de résistance des matériaux de 1926 à 1935, date à laquelle il devient assistant-directeur de l'École. En 1937, il est nommé directeur de l'École Technique de Montréal, où il ne restera qu'un an. À la mort de monsieur Adhémar Mailhot, monsieur Circé lui succède comme directeur de l'École Polytechnique, poste qu'il occupera de 1938 à 1945. Rappelons que monsieur Circé fut conseiller de la ville de Montréal de 1940 à 1944, et vice-président de la Commission d'Urbanisme de la ville de Montréal durant les trois dernières années de son terme de conseiller. Depuis 1945, monsieur Circé était directeur honoraire de l'École Polytechnique; durant cette période, il fit divers travaux de consultation dans le domaine de la construction, principalement pour des entreprises de Louisiane, du Texas et du Mexique. Monsieur Circé a publié divers ouvrages sur l'enseignement et la carrière de l'ingénieur ainsi que sur le développement de l'École Polytechnique.

**Gabriel Dorais, Poly '35**, est décédé à Montréal le 11 septembre 1961. Né à Sherbrooke le 11 octobre 1913, monsieur Dorais avait étudié au Collège de Longueuil puis il était entré à l'École Polytechnique en 1930. Après l'obtention de ses diplômes d'ingénieur, monsieur Dorais était entré au service de la Voirie provinciale à titre d'ingénieur résident. L'année suivante, il est à l'emploi de monsieur Ernest Gohier, ingénieur-conseil et arpenteur-géomètre; monsieur Dorais se présente en 1938 aux examens de la Corporation des Arpenteurs-Géomètres du Québec et obtient le titre d'arpenteur-géomètre. Depuis 1939, monsieur Dorais était devenu l'associé de monsieur Ernest Gohier sous la raison sociale Gohier & Dorais.

**Bernard Séguin, Poly '43**, est décédé subitement à Montréal le 25 septembre 1961. Né à Montréal le 8 mars 1917, monsieur Séguin avait fait ses études secondaires au Collège André Grasset où il obtint son baccalauréat ès arts en 1938. Après l'obtention de ses diplômes d'ingénieur en 1943, monsieur Séguin était entré au service de la compagnie Canadian Shipbuilding, aux chantiers de l'Anglo-Canadian Pulp and Paper Mills à Québec. Deux ans plus tard, il travaille chez Labrecque & Labrecque, ingénieurs-conseils, puis à United Shipyards à Montréal. En 1946, il entre au service de la compagnie Shell Oil à Montréal puis, peu après, il devient associé de la compagnie Desrosiers Cast Stone Limited. En 1957, monsieur Séguin entre à l'emploi de la Cité de Montréal au service d'Urbanisme, poste qu'il occupait au moment de son décès.

## LA CATHÉDRALE...

(Suite de la page 41)

Actuellement toute la grande nef est décoffrée et on aperçoit à l'intérieur de la cathédrale les génératrices droites des voiles qui ont été mises en évidence par des lattis de 30 m/m de longueur et de 9 m/m de profondeur posés sur le coffrage.

Actuellement, la grande nef, sauf l'auvent, est complètement

décoffrée. Les états sont maintenant en place par un éventuel pontage du béton. L'auvent est en cours de ferrailage, et pourra être coulé et décoffré sans incident, espérons-nous, car le grand arc a pris sa flèche. Le transept et l'abside sont complètement bétonnés, on attend le durcissement du béton. L'état d'avancement des travaux est satisfaisant.

Dehors . . . ou au bureau

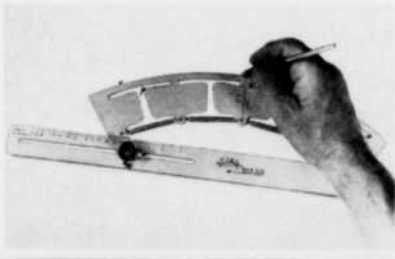
## Les instruments

alpha

sont rapides et précis

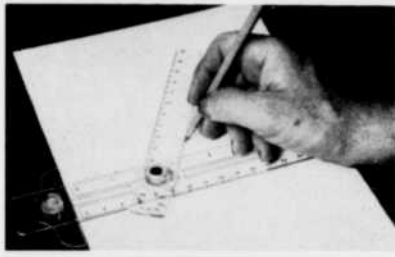
### Règle Acu-Arc

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



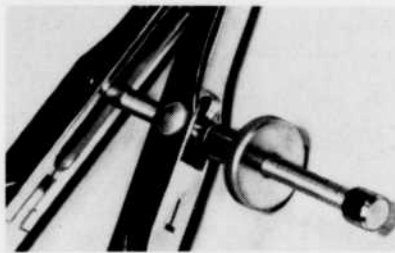
### Polyangle

Le Polyangle est un instrument qui épouse un bloc et permet d'esquisser ou de dessiner à l'échelle rapidement et correctement. Le Polyangle est disponible dans un coffret compact — idéal pour le pupitre ou le dehors.



### Compas Quick-Set

Pratique, sauve-temps, fidèle, voilà les caractéristiques qui font du compas Quick-Set d'Alpha l'un des plus utiles instruments que vous puissiez posséder. Vous serrez les branches et le compas établit le rayon que vous désirez.



### Gommes plastiques

Pour obtenir un effaçage net et propre servez-vous des gommes plastiques Nodalon. Ne font pas de taches, les miettes collent à la gomme et elles ne décolorent pas le papier ou les instruments en plastique.



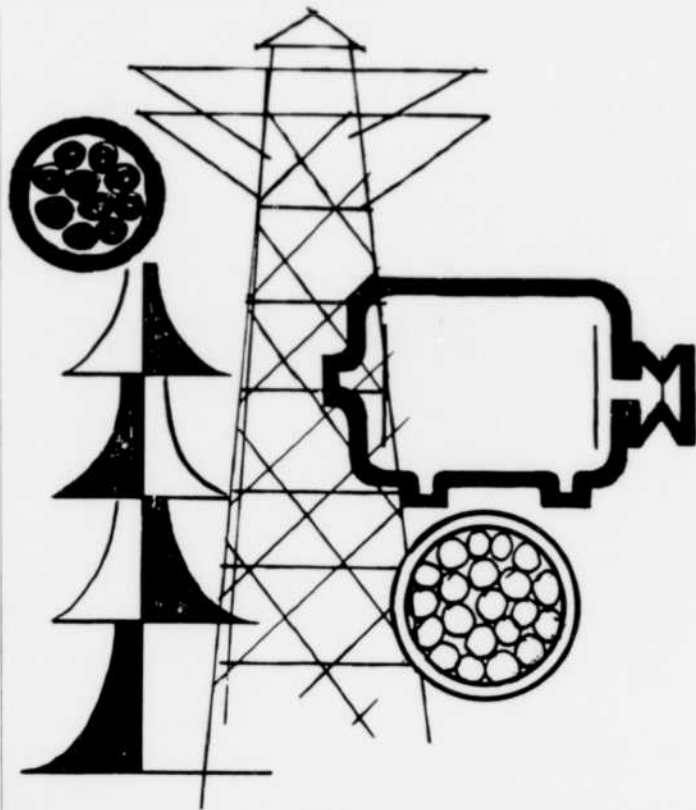
### Autres instruments Alpha en stock permanent

Equipement 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 dessiner.

**Carsen Instruments**  
LIMITED

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

L'INGÉNIEUR



## installations électriques

SOUS LA SURVEILLANCE  
D'INGÉNIEURS PROFESSIONNELS

- Plus de 25 années d'expérience dans tous les genres d'installations électriques.
- Interprétation fidèle des plans et des devis.

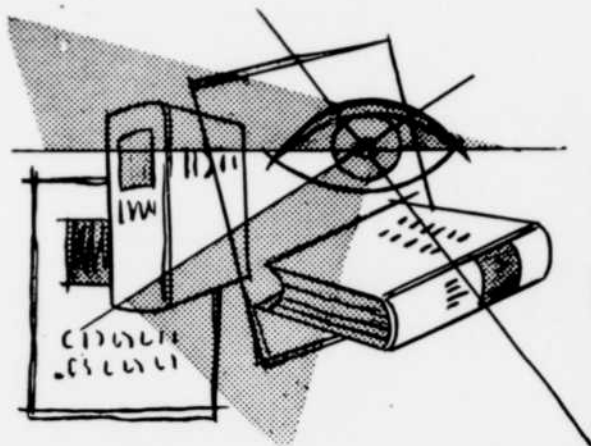
R. RIOPELLE, Ing.P.  
L. DUFRESNE, Ing.P.  
G. LAPRISE, Ing.P.  
P. DORVAL, T.D.  
P. MOREL, T.D.  
G. PLANTE, T.D.  
G. MASSICOTTE, T.D.  
J. P. PICARD, T.D.



**METROPOLE ELECTRIC INC**

MONTREAL — QUEBEC — OTTAWA

L. E. DANSEREAU, *Président*



## Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

**Introduction à la nouvelle théorie des particules de M. Jean-Pierre Vigié et de ses collaborateurs**, par LOUIS DE BROGLIE. Un volume, éd. 1961, 9½ x 6¼, 108 pages, broché : 30NF. Paris, Gauthier-Villars.

La découverte, depuis quelques années, d'un grand nombre de nouvelles a rendu nécessaire d'essayer d'en établir une classification rationnelle et une vue synthétique. Des faits empiriques très importants ont été établis : on a été amené à caractériser chaque type de particule non seulement par sa masse, sa charge électrique et son spin, grandeurs connues depuis longtemps, mais par des grandeurs nouvelles, le spin isotopique ou isospin, le nombre d'étrangeté et le nombre baryonique.

En quantifiant les mouvements internes de la particule, M. Vigié et ses collaborateurs sont parvenus à définir des nombres quantiques qui caractérisent chaque type de particules.

La nouvelle théorie des particules aboutit à une classification générale des particules connues et la prévision de particules inconnues et s'exprime par des tableaux d'un grand intérêt.

**Leçons sur le champ fondamental**, par JEAN-LOUIS DESTOUCHES. Un volume, éd. 1961, 9½ x 6, 158 pages, broché : 25NF. Paris, Gauthier-Villars.

Les efforts contemporains concernant l'idée d'une théorie de champ fondamental résultent de la nécessité de relier entre eux et d'expliquer un certain nombre de faits expérimentaux qui ne se laissent pas décrire dans les théories quantiques actuelles. Il s'agit surtout de la découverte d'un grand nombre de nouvelles particules pourvues de propriétés caractéristiques et sans connexions simples entre elles pour le moment. Les efforts portent sur l'édification d'une théorie qui serait fondamentale en ce sens qu'on pourrait en faire dériver ces diverses espèces de particules avec leurs propriétés et les relier entre elles. C'est donc une théorie des corpuscules qu'il faut avant tout édifier, mais comme toutes les

théories physiques récentes, elle doit être une théorie de champs donnant naissance à des grandeurs physiques. Ce sera une théorie de champ fondamental si le champ est unique.

**Tables numériques permettant l'intégration des constantes de vitesse par rapport à la température**, par PIERRE VALLET. Un volume, éd. 1961, 9½ x 6¼, 114 pages, broché : 12NF. Paris, Gauthier-Villars.

L'intégration des constantes de vitesse par rapport à la température se présente naturellement lorsqu'on veut préciser l'évolution d'un système chimique dont la température n'est pas maintenue constante, c'est dire l'étendue du champ de ses applications.

Le cas le plus simple est évidemment celui où la vitesse d'ascension de la température du système est constante. Tel est le cas de la méthode proposée en 1925 par M. Guichard, employée universellement maintenant dans les divers dispositifs de thermo-balance et qui est pris comme exemple typique. Mais il est clair que l'étude cinétique de nombreux procédés industriels se heurte au même problème.

D'autre part, la loi de variation de la constante de vitesse en fonction de la température n'est pas une fonction de type classique dont l'intégration est immédiate.

**Théorie quantique des champs, tome I : Formalisme hamiltonien — champs libres**, par A. VISCONTI. Un volume, éd. 1961, 9½ x 6, 299 pages, broché : 65NF. Paris, Gauthier-Villars.

Tenant compte du fait que cette théorie n'a pas encore atteint son stade définitif et que très probablement son exposé évoluera dans les années à venir, l'auteur s'efforce, plutôt que de la développer dans un cadre rigide, d'en étudier divers aspects et diverses voies par lesquelles on peut l'aborder : formalisme hamiltonien de Heisenberg-Pauli, formulation variationnelle, formulation axiomatique.

Le premier volume, qui comprend les chapitres I à VI, étudie les formalismes qui partent d'une action et en déduisent équations de champ, relations de commutation et observables (chapitres II et III). Les trois autres chapitres sont consacrés aux champs libres : étude générale, champs de spin 0, de spin demi et champ électromagnétique.

**Catalogue général 1961-62 de la Librairie DUNOD**. Un volume, éd. 1961, 8½ x 5¼, 955 pages, broché. Paris, Dunod.

L'intérêt d'une bonne documentation technique n'est plus à établir à un moment surtout où les industries sont en constante et rapide évolution et où la concurrence fait à chaque entreprise une nécessité de produire mieux et davantage, donc d'être d'abord bien informée.

Une telle documentation doit, bien entendu, comprendre des livres bien faits et bien présentés, rédigés par des spécialistes confirmés et rendant compte des connaissances et des techniques les plus récentes.

Ce catalogue qui rassemble environ 2.000 titres d'ouvrages techniques et scientifiques soigneusement analysés et méthodiquement classés. Cet important volume de plus de 900 pages reste cependant d'un maniement aisé de par son format et sa présentation. Sa consultation est rapide car il comporte un index détaillé des matières et une table alphabétique des auteurs.

**Implantation et manutentions : méthodes d'étude**, par PIERRE MICHEL. Un volume, éd. 1961, 9¾ x 6¼, 252 pages, relié : 38NF. Paris, Dunod.

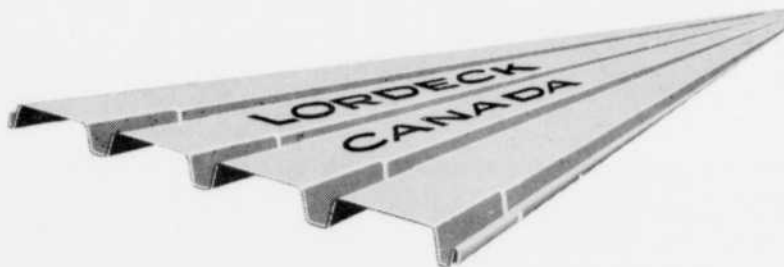
Dans toutes les entreprises qui produisent, transportent et distribuent des marchandises, le coût des manutentions représente presque toujours l'élément le plus important du prix de revient. Il est fréquent en effet que ce coût constitue à lui seul plus de la moitié du prix de revient total et il n'est pas tellement exceptionnel qu'il atteigne 80 à 85% de ce prix. Une

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

MONTRÉAL

CR. 4-5426

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.

étude sérieuse des manutentions peut donc améliorer sensiblement la rentabilité de toute entreprise.

Si plusieurs ouvrages ont paru ces dernières années sur les matériels de manutention, il n'en existait encore aucun sur les méthodes à employer pour étudier un problème de manutention. En chercher la solution d'entrée de jeu dans des achats de matériel est cependant une erreur. Avant de mécaniser, il faut d'abord éliminer tous les déplacements inutiles et simplifier au maximum tout ce qui peut l'être.

La question qui se pose donc d'abord est celle de l'implantation, la première partie de l'ouvrage lui est consacrée; l'auteur y traite successivement le cas des ateliers et le cas des magasins.

Les méthodes d'études des manutentions proprement dites sont abordées dans la deuxième partie: graphiques divers, questionnaires, techniques des observations instantanées, simulation. Un chapitre spécial traite des charges unitaires.

Pour mécaniser, la connaissance des matériels de manutention existants est indispensable; il faut en connaître les caractéristiques et les conditions d'emploi, sujet très vaste dont l'exposé est volontairement limité ici à une classification générale des moyens de manutention. Enfin pour la dernière phase: automatiser, quelques indications très simples sont données.

**Les opérations unitaires du génie chimique**, par MARCEL LONCIN. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{3}{4}$  x 6 $\frac{1}{4}$ , 752 pages, 300 figures, relié toile: 115NF. Paris, Dunod.

L'auteur présente les aspects fondamentaux du Génie chimique moderne ainsi que leurs applications aux industries chimiques, biochimiques et alimentaires.

L'ouvrage commence par un chapitre intitulé "Généralités sur les transferts" dans lequel sont étudiés les transferts en phase homogène immobile, en phase homogène en mouvement et entre phases. Cette étude fait largement appel aux notions de facteurs de potentialité permettant de calculer le nombre d'unités de transfert et de coefficients de facilité déterminée par les méthodes de similitude.

Ces notions sont appliquées dans les chapitres suivants qui ont traité successivement à l'extraction gaz-liquide, liquide-liquide et solide-liquide, la décantation sous l'action de la pesanteur ou de la force centrifuge, la filtration, la pasteurisation et la stérilisation, l'évaporation, la distillation (y compris les techniques spéciales de distillation extractive, azéotropique, moléculaire ou par entraînement), le séchage sous ces multiples aspects (par ébullition, par entraînement, à l'état congelé,

etc...) ainsi qu'au broyage, au classement et au mélange.

Chacun de ces chapitres comporte l'étude théorique de l'opération, une description des types d'appareils et les éléments nécessaires au choix du type.

L'ouvrage se termine par un chapitre relatif au choix des matériaux.

**Précis d'hydraulique fluviale**, par S. LELIAVSKY. Un volume, éd. 1961, 8 $\frac{1}{2}$  x 5 $\frac{1}{2}$ , 272 pages, 88 figures, relié: 39NF. Paris, Dunod.

Le problème de l'écoulement dans un chenal affouillable est important pour l'ingénieur, c'est aussi un des plus mal connus. Les lois du "débit solide" entraîné par un courant liquide sous sa double forme de charriage et de suspension n'ont pu être établies que dans des cas très simples (régime uniforme, granulométrie déterminée). Aussi les techniciens doivent-ils souvent se contenter d'approximations médiocres.

Ce précis expose les faits, les méthodes et les théories qui se rapportent à l'écoulement dans les lits affouillables.

**Le calcul pratique des constructions à inertie variable**, par P. CHARON. Un volume, éd. 1961, 10 x 6 $\frac{1}{2}$ , 778 pages, 330 figures, 222 tableaux et abaquages, relié: 148NF. Paris, Éditions Eyrolles.

L'étude des constructions hyperstatiques à inertie variable, telles que ces dernières se rencontrent fréquemment dans les applications pratiques, conduit à une suite de calculs extrêmement longs et difficilement compatibles avec le temps limité dont disposent les ingénieurs; de plus, les formules approchées que l'on applique quelquefois dans ces conditions ne donnent, en général, que des résultats inexacts.

Afin de remédier à ces inconvénients, l'auteur présente des méthodes permettant de calculer une construction à inertie variable aussi rigoureusement et aussi simplement que si les divers éléments de cette construction étaient à inertie constante.

**Relais électromagnétiques: performances, constitution, mesures**, par P. CHOUGNET. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{1}{2}$  x 6, 260 pages, 243 figures et 11 tableaux, broché: 46NF. Paris, Éditions Eyrolles.

L'auteur a voulu que cet ouvrage reste général, afin de constituer surtout un guide, aussi bien pour celui qui conçoit les automatismes, que pour l'utilisateur à qui ces dispositifs sont destinés.

**Mises au point de chimie analytique pure et appliquée et d'analyse bromatologique**, publiées sous la direction de J.-A. GAUTIER. Neuvième série, éd. 1961, 10 x 6 $\frac{1}{2}$ , 210 pages,

## AIMEZ-VOUS ESCHYLE ?



Si les Grecs avaient connu BOUYER, nul doute qu'ils auraient utilisé ce système d'amplification pour jouer les grandes tragédies dans leurs amphithéâtres.

En effet, qu'il s'agisse d'un « salon » de 50 fauteuils ou d'un « cube de ciment » de 50,000 places,

il y a un système BOUYER particulier pour ces besoins particuliers.

Demandez — par pure curiosité! — la liste des réalisations canadiennes de STENTOR/BOUYER

## PAYETTE RADIO

730 ouest, rue St-Jacques  
Montréal 3

REgent 3-8268

## BEAUCHEMIN, BEATON, LAPOINTE

*Ingénieurs conseils*

J.-A. BEAUCHEMIN  
W. H. BEATON

H. LAPOINTE  
R.-O. BEAUCHEMIN  
PAUL BEAUCHEMIN

6655, Côte des Neiges (suite 410) Montréal 25

REgent 3-8264

## LEBLANC & MONTPETIT

*Ingénieurs Conseils*

*Spécialistes : PLANS et DEVIS*

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

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

## Lalonde, Girouard & Letendre

*Ingénieurs conseils*

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

Tél. : AV. 8-1246-7

## LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

LABRECQUE, GAGNON & NEUGEBAUER

*Ingénieurs conseils*

10 ouest, rue St-Jacques  
MONTRÉAL

UN. 6-7721

## Surveyer, Nenniger & Chênevert

*Ingénieurs conseils*

E. NENNIGER, Ing. P.  
J. TURCKE, Ing. P.  
R. PROVOST, Ing. P.

J.-G. CHÉNEVERT, Ing. P.  
J. HAHN, Ing. P.  
C.-A. DAGENAIS, Ing. P.

ÉDIFICE KEEFER, Chambre 1012  
MONTRÉAL

## ÉTUDE C.-E. GRAVEL

*Ingénieurs Conseil*

J.-B. Nohet, Ing. P.  
G. Jolicoeur, Ing. P.  
Y. Girard, Ing. P.  
M. Héту, Ing. P.  
C. Ouellet, Ing. P.  
J. Curzi, Ing. P.  
J. Fortier, Ing. P.  
C. Mitci, Ing. D.

**TRAVAUX MUNICIPAUX**

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

BUREAU : L'Abord-à-Plouffe  
3717 Boul. Lévesque - MU. 1-1692-3-4 Montréal 40

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

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

## BEAULIEU, TRUDEAU & ASSOCIÉS

*Ingénieurs conseils*

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

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

## Collet Frères, Limitée

*Entrepreneurs généraux*

1978 rue Parthenais,  
MONTRÉAL, Qué.

Magnifique  
week-  
end



À TORONTO

### Hôtel facile d'accès... Le **LORD SIMCOE**

900 chambres et suites avec baignoire, douche, radio et TV. Célèbre pour son Canadian Pump Room — danse... entrée gratuite, — pas de minimum. Spacieux terrain de stationnement pour la nuit. Excellents services pour congrès. Plan de famille.

Au Canada : Le Lord Elgin, Ottawa  
Le Lord Simcoe, Toronto  
A Chicago : Le Sherman  
Les Hôtels Ambassador  
University Avenue et Rue King  
Tél. : Empire 2-1848 — Telex 022458  
Montréal — Tél. : UNiversity 6-6881  
Ottawa — Tél. : CEntal 5-3333

À VOTRE SERVICE

**BANQUE**

**CANADIENNE**

**NATIONALE**

DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

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

47 figures et 31 tableaux, broché : 40NF. Paris, Masson et Cie, éditeurs.

Le présent ouvrage, neuvième de la série, comprend huit articles :

Utilisation de chromatographie en phase gazeuse pour l'analyse des médicaments, par L. Domange et Mlle S. Longuevalle.

Les possibilités de la spectrophotométrie infra-rouge en analyse fonctionnelle, par J. Guy.

Tendances actuelles de la micro-analyse, par R. Lévy.

Nouveaux développements dans l'emploi de l'oxydation périodique, par P. Malangeau.

Méthodes de dégradation de l'hétérocycle indolique et leurs applications à l'analyse structurale, par C. Mentzer.

La spectrographie raman et infra-rouge dans l'étude des fonctions acétylénique, allénique, éthylénique conjugué, par M. Miocque.

Le problème du traitement des aliments par les radiations ionisantes, par P. Navellier.

Progrès récents dans le contrôle des médicaments végétaux par chromatographie et électrophorèse sur papier, par R. Paris.

Index bibliographique des sujets traités dans les neuf séries parues.

**Barèmes et abaques de construction métallique**, par B. MACQUART. Un volume, éd. 1960, 12 $\frac{3}{4}$  x 9 $\frac{1}{2}$ , 224 pages, relié : 375 francs belges. Bruxelles, Centre Belge-Luxembourgeois d'Information de l'Acier.

Cet ouvrage rencontre déjà un succès de vente extraordinaire. Une revue allemande de construction métallique, dans son compte-rendu, s'exprime comme suit :

"Dans le présent ouvrage sont données les formules relatives à la poutre continue comprenant de deux à sept travées. On trouve ensuite de nombreux abaques et tableaux relatifs aux problèmes de flexion simple ou composée et de flexion avec danger de déversement. De nombreux tableaux sont donnés qui facilitent le calcul des flèches. On peut dire que le présent ouvrage est comparable au livre bien connu chez nous : "Stahl im Hochbau" avec l'avantage en plus que, grâce à l'emploi des diagrammes, le domaine des renseignements utiles mis à la disposition du calculateur est considérablement élargi."

**Calcul plastique des constructions, volume I : ossatures planes**, par CH. MASSONNET et M. SAVE. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{1}{2}$  x 6 $\frac{1}{4}$ , 397 pages, 300 figures, broché : 480 francs belges. Bruxelles, Centre-Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier.

Le livre des professeurs Massonnet et Save expose en détail les connaissances scientifiques sur lesquelles sont basées les nouvelles règles belges et se termine par le calcul poussé dans les détails de quatre bâtiments à ossature (Chapitre XII).

**Facteurs de sollicitation : valeurs statistiques et élastiques pour la poutre simple ou encastree, élément de treillis**, par A. KLEINLOGEL et A. HASELBACH. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{1}{2}$  x 6 $\frac{1}{4}$ , 269 pages, 135 cas de charge, 70 tableaux numériques, 216 figures, relié : 69NF. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

**Théorie de l'élasticité**, par S. TIMOSHENKO et J. N. GOODIER. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{1}{2}$  x 6 $\frac{1}{2}$ , 541 pages, 270 figures, relié : 83NF. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

**La corrosion — les problèmes de dégradation en service des pièces de machines**, par B. LE BOUCHER. Un volume, éd. 1961, 10 $\frac{1}{2}$  x 8 $\frac{1}{4}$ , 153 pages, broché. Paris, Publications Estoup.

**Actes du colloque "calcul numérique, calcul physique" tenu à Paris, le 19 mars 1960 à l'Institut Henri-Poincaré**. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air; notes techniques 99. Un volume, éd. 1961, 10 $\frac{1}{2}$  x 7 $\frac{1}{4}$ , 39 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Actes des colloques de calcul numérique tenus à Namur (1958) et Angers (1959) réunis dans le cadre des congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences**, par l'Ingénieur Général Vernotte, Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air; notes techniques 98. Un volume, éd. 1961, 10 $\frac{1}{2}$  x 7 $\frac{1}{4}$ , 89 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Contribution à l'étude des phénomènes aux électrodes au cours de la dissolution anodique du cuivre dans l'acide phosphorique concentré**, par MARIE-CLAUDE PETIT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air; notes techniques 97. Un volume, éd. 1961, 10 $\frac{1}{2}$  x 7 $\frac{1}{4}$ , 84 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

**Basic physics of the solar system**, by V. M. BLANCO and S. W. McCUSKEY. One book, ed. 1961, 9 $\frac{1}{4}$  x 6, 307 pages, bound : \$7.50. Reading, Mass., Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Contents : Astronomical Coordinate Systems; The Planets and their Satellites; The Earth-Moon System; Celestial Dynamics I : The Two-Body Problem; Celestial Dynamics II : Three-and n-Body Problems; The Sun and Interplanetary Space; Appendix — List of Plates.

**Handbook of numerical methods for the solution of Algebraic and transcendental equations**, by V. L. ZAGUSKIN. Un volume, éd. 1961, 8 $\frac{3}{4}$  x 5 $\frac{1}{2}$ , 195 pages, bound : \$6.50. Oxford, Pergamon Press.

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

## DES LAURIERS & MERCIER

*Ingénieurs conseils*

ÉDIFICE MEDICO DENTAL

Montréal 25

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

## Lalonde & Valois

*Ingénieurs-conseils*

615, rue Belmont, Montréal 3

UN. 6-2943

## DESJARDINS & SAURIOL

*Ingénieurs-Conseils*

Travaux publics, bâtiments, travaux municipaux

ÉDIFICE PLACE LAUZANNE

400 Curé Labelle — Chomedey

MO. 1-9221

Ingénieurs adjoints :

PHIL. LEMIEUX - JACQUES ROY

## Geo. Demers

*Ingénieur conseil*

845 ouest, rue St-Cyrille

Québec

CR. 4-7511

CHAUFFAGE  
VENTILATION  
AIR CLIMATISÉ

## J. BRISSETTE LTÉE

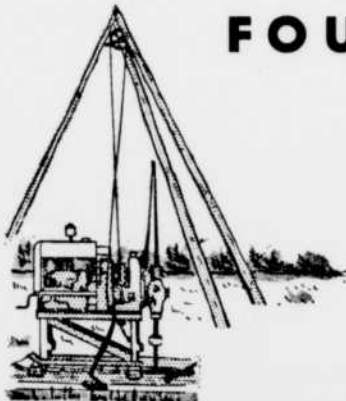
1002 De Fleurimont, Montréal

ANDRÉ GÉLINAS  
Poly. '53  
Vice-prés.

L. J. BRISSETTE, Ing. P.  
Poly. '46  
Président

## DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

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



## FOUNDATION TESTING INC.

*Étude des fondations*

*Sondages et forages*

*Essais en laboratoire et sur le chantier*

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

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

# INDEX DE L'ANNÉE 1961

## Index des Auteurs

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

BAER, Alec La géologie des Alpes .....	187	41	MASSUE, Huet L'industrie des pâtes et papiers dans l'économie canadienne .....	187	26
BOYER, Marc L'océanographie .....	186	35	MATHYS, J.-F. Les fondations de l'immeuble de l'Hydro-Québec .....	186	40
BRAIS, Roger (en collaboration avec Georges Gantcheff) La production industrielle de l'hydrogène .....	187	33	PARISET, E. L'énergie des marées .....	186	13
COURVILLE, Louis L'intérieur d'une calculatrice électronique .....	187	19	PASKIEVICI, Wladimir Notes sur les effets des radiations sur l'homme .....	185	15
DALLAIRE, R.P. Henri, O.P. La cybernétique et l'âme de l'homme .....	188	25	PERRAULT, Guy Notes sur la précision des analyses quantitatives du niobium par fluorescence des rayons-X .....	188	19
DICK, G. M. Engineering for tomorrow .....	185	37	PERRON, Gilles La sous-station Dorchester de l'Hydro-Québec .....	186	31
FOREST, Clément (en collaboration avec Gaston Turenne) Aménagement des rivières Manicouagan et aux Outardes .....	188	11	SICOTTE, Jean-Guy Travaux sous-marins d'un genre inédit au Canada .....	185	20
FORTIER, Pierre Réchauffage de la vapeur pour la centrale nucléaire de Douglas Point .....	185	29	SISI, J.-C. Mesure de la quantité de courant au moyen du coulomètre électrique .....	185	35
GANTCHEFF, Georges (en collaboration avec Roger Brais) La production industrielle de l'hydrogène .....	187	33	TACKACS, Roger Problèmes de la protection contre les attaques aériennes atomiques .....	185	24
GENDRON, Lucien Les polyéthylènes .....	188	31	TURENNE, Gaston (en collaboration avec Clément Forest) Aménagement des rivières Manicouagan et aux Outardes .....	188	11
HAHN, L. La cathédrale de Nicolet .....	188	39			
LE COURTOIS, André Le polissage électrique du bismuth .....	186	29			

# Index Analytique des matières

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

## DIVERS

Engineering for tomorrow par G.M. Dick .....	185	37
Notes sur les effets des radiations sur l'homme par Wladimir Paskievici .....	185	15
Problèmes de la protection contre les attaques aériennes atomiques par Roger Tackacs .....	185	24

## ÉCONOMIE

L'industrie des pâtes et papiers dans l'écono- mie canadienne par Huet Massue .....	187	26
---	-----	----

## GÉNIE CHIMIQUE

La production industrielle de l'hydrogène par Roger Brais et Georges Gantcheff ....	187	33
Les polyéthylènes par Lucien Gendron .....	188	31

## GÉNIE CIVIL

Aménagement des rivières Manicouagan et aux Outardes par Clément Forest et Gaston Turenne ....	188	11
La cathédrale de Nicolet par L. Hahn .....	188	31
L'énergie des marées par E. Pariset .....	186	13
Les fondations de l'immeuble de l'Hydro- Québec par J.-F. Mathys .....	186	40
L'océanographie par Marc Boyer .....	186	35
Travaux sous-marins d'un genre inédit au Canada par Jean-Guy Sicotte .....	185	20

## GÉNIE ÉLECTRIQUE

La sous-station Dorchester de l'Hydro-Québec par Gilles Perron .....	186	31
---	-----	----

Mesure de la quantité de courant au moyen du coulomètre électrique par J.-C. Sisi .....	185	35
---	-----	----

## GÉNIE MÉCANIQUE

La cybernétique et l'âme de l'homme par le R.P. Henri Dallaire .....	188	25
L'intérieur d'une calculatrice électronique par Louis Courville .....	187	19
Réchauffage de la vapeur pour la centrale nucléaire de Douglas Point par Pierre Fortier .....	185	29

## GÉOLOGIE

La géologie des Alpes par Alec Baer .....	187	41
--	-----	----

## MÉTALLURGIE

Le polissage électronique du bismuth par André Le Courtois .....	186	29
Notes sur la précision des analyses quantita- tives du niobium par fluorescence des rayons-X par Guy Perreault .....	188	19

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

185 (42), 186 (42), 187 (50), 188 (42).

## NOUVELLES DES INGÉNIEURS

185 (46), 186 (52), 187 (62), 188 (48).

## REVUE DES LIVRES

185 (56), 186 (58), 187 (60), 188 (54).

## VIE DES ASSOCIATIONS

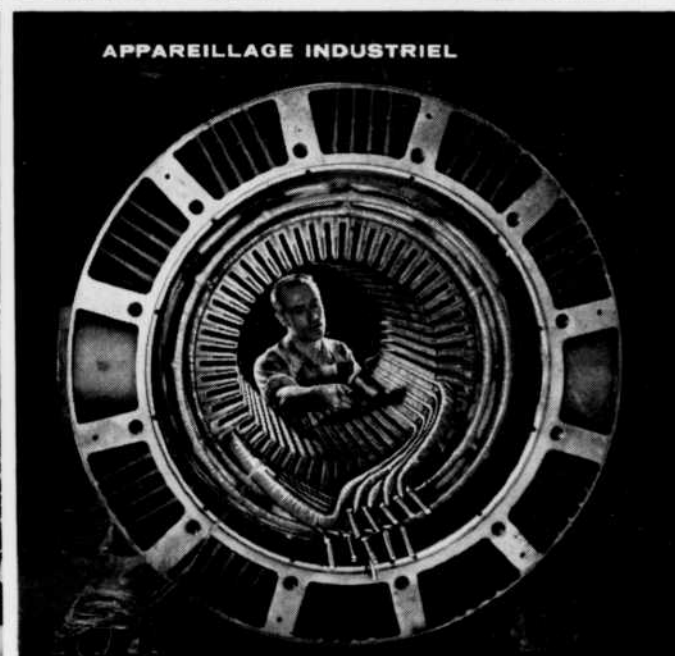
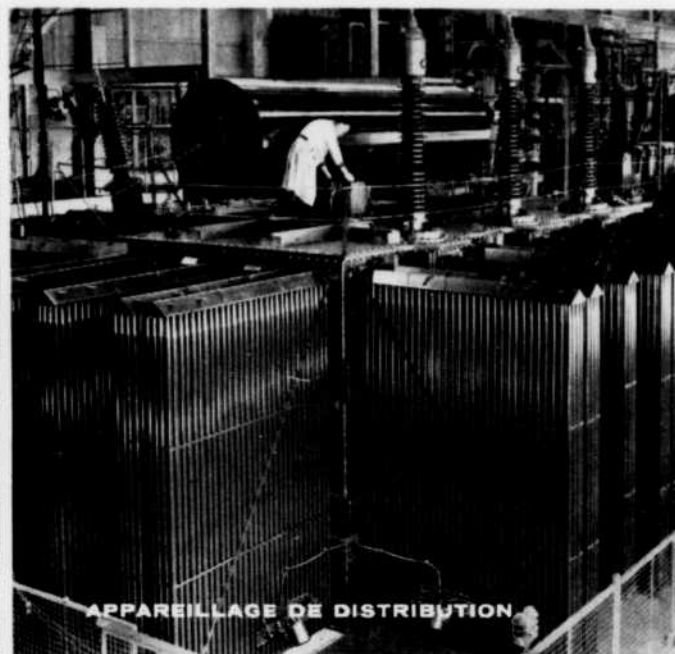
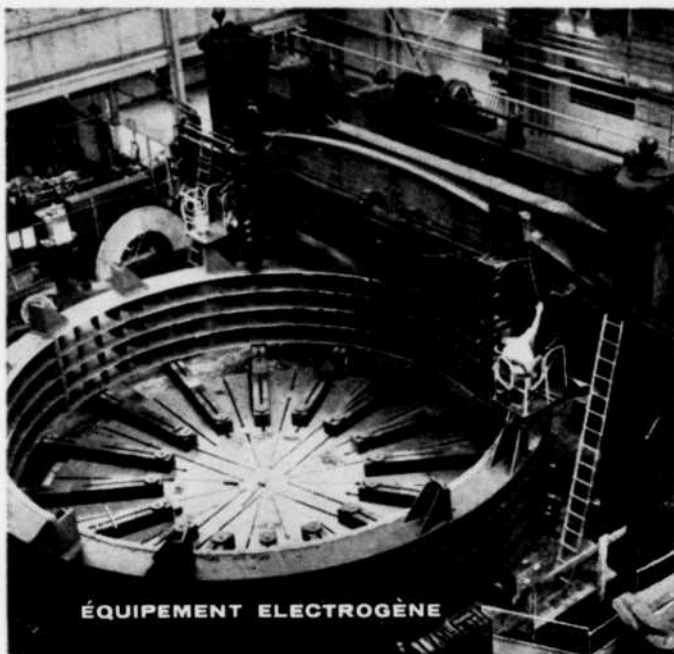
185 (45), 186 (50), 187 (64).

## VIE UNIVERSITAIRE

185 (44), 186 (46), 187 (52), 188 (44).

# Index des Annonceurs

Algoma Steel Corporation Ltd. ....	49	Gravel, C.-E. ....	57
Allied Chemical Canada Ltd. ....	7	•	
Atlas Steels Ltd. ....	3	•	
•		Hewitt Equipment Ltd. ....	Couv. 4
•		•	
Banque Canadienne Nationale ....	58	Ingénieurs Associés Ltée ....	57
Beauchemin, Beaton, Lapointe ....	57	•	
Beaulieu, Trudeau & Associés ....	57	•	
Brissette Ltée, J. ....	59	Keuffel & Esser of Canada Ltd. ....	51
•		•	
Canadian Allis-Chalmers ....	10	Laboratoire d'Hydraulique LaSalle ....	2
Canadian Formwork Ltd. ....	9	Lalonde, Girouard & Letendre ....	57
Canadian General Electric Co. Ltd. ....	Couv. 3	Lalonde & Valois ....	59
Canadian Industries Ltd. (2) ....	4 - 5	LaSalle Builders Supply Ltée ....	51
Canadian Laboratory Supplies Ltd. ....	51	Leblanc & Montpetit ....	57
Carsen Instruments Ltd. ....	53	Lord & Cie Ltée ....	55
Collet Frères Ltée ....	57	•	
Cusson Ltée, Chs. ....	Couv. 2	•	
•		Metropole Electric Inc. ....	53
•		•	
Darling Brothers Ltd. ....	45	Napanee Automatic Boilers ....	6
Demers, Geo. ....	59	National Boring & Sounding Inc. ....	55
Desjardins & Sauriol ....	59	•	
Deslauriers & Mercier ....	59	•	
Doucet & Doucet Ltée ....	55	Payette Radio Ltée ....	56
•		•	
•		Surveyer, Nenniger & Chênevert ....	57
École des Hautes-Études Commerciales ....	47	•	
École Polytechnique ....	50	•	
•		Thomas & Betts Ltd. ....	8
•		•	
Forano Ltée ....	51	•	
Foundation Testing Inc. ....	59	Volcano Ltée ....	47



56  
57

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.

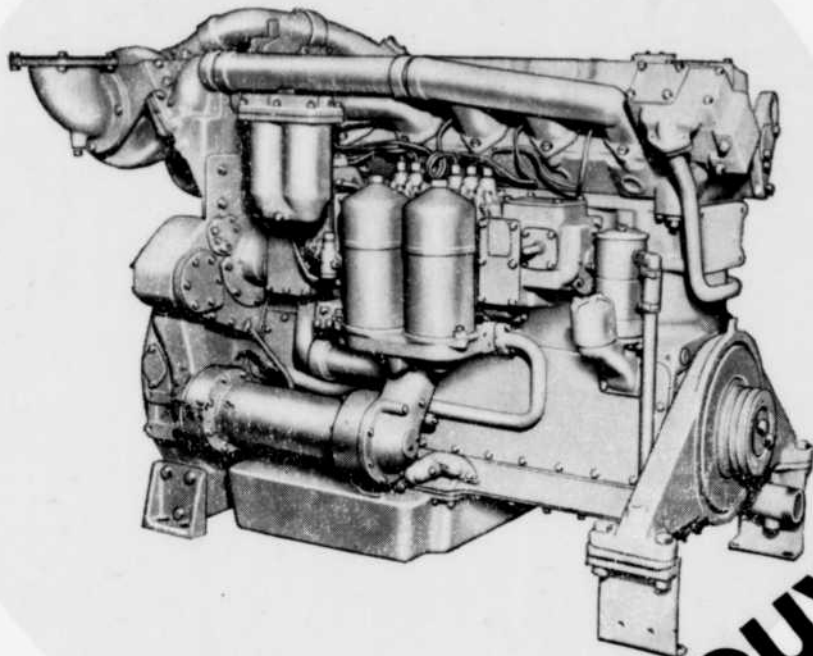


47

**CANADIAN GENERAL ELECTRIC**  
COMPANY LIMITED

*Le progrès est notre plus important produit*

U R



Turbo-chargé et  
refroidi par après,  
le D343 fournit  
460 CV maximum  
à 2.000 RPM

**NOUVEAU**

## Le CAT D343, un modèle aux lignes nettes, produit 460 CV

### *Notez tous ces avantages économiques*

**PLUS GRANDE ÉCONOMIE DE CARBURANT.** Aussi peu que 0.387 lb. par heure de puissance au frein.

**PERFORMANCE REMARQUABLE 460 CV maximum.** Lignes modernes... Turbo-chargé et refroidi par après. Quatre valves par cylindre avec portée individuelle. Action précise des valves avec arbres jumelés à cames en tête.

**BAS COÛT D'OPÉRATION.** Fonctionnement à l'épreuve de l'encrassement... gros injecteurs de carburant à orifice unique. Combustion efficace d'une grande variété de carburants grâce à la chambre de précombustion.

**LONGUE DURÉE.** Organes de qualité Caterpillar éprouvés par leur performance. Efficacité de refroidissement maximum... manchons de cylindres genre humide, pistons refroidis par jet continu, tête élevée du renvoi d'eau. Épurateur d'air à sec de grande capacité... doubles systèmes de filtration de l'huile et du carburant.

**ENTRETIEN FACILE.** Système d'alimentation en carburant à l'épreuve des petites avaries... n'a pas besoin d'être réglé. Grâce aux arbres jumelés à cames en tête aucun mécanisme compliqué de valves.

### **FORCE MOTRICE PAR CATERPILLAR**

Caterpillar et Cat sont des marques déposées de Caterpillar Tractor Co.

Votre concessionnaire CATERPILLAR au Québec

**Hewitt**  
*Equipment Limited*

#### **MONTRÉAL**

5550, RUE FERRIER  
Tél. : RE. 1-3911

#### **QUÉBEC**

1125, DE LA CANARDIÈRE  
Tél. : 529-1381

#### **SEPT-ÎLES**

400, AVENUE LAURE  
Tél. : 942-3848

#### **VAL D'OR**

400, BOULEVARD LAMAQUE  
Tél. : 824-2783