



# INGÉNIEUR

AUTOMNE 1956 • 42ÈME ANNÉE • NO. 167



REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL



# ÉCOLE POLYTECHNIQUE

ÉCOLE D'INGÉNIEURS — FONDÉE EN 1873

Le programme d'études prévoit la formation générale dans toutes les branches du génie et l'orientation dans les spécialités suivantes :

**TRAVAUX PUBLICS et BÂTIMENTS**

**MÉCANIQUE et ÉLECTRICITÉ**

**MINES et GÉOLOGIE**

**GÉNIE CHIMIQUE et MÉTALLURGIE**

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

CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES



*Prospectus et renseignements sur demande*

**1430, rue SAINT-DENIS, MONTRÉAL**



# INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

## SOMMAIRE

SCIENCES

ARTS

ECONOMIE

CULTURE



PROBLÈMES D'URBANISME DANS LA MÉTROPOLE par Charles-Edouard Campeau, Ing. P. ....	7
NOUVELLE MACHINE À ESSAIS STATIQUES ET EN FATIGUE POUR TENSIONS TRIAXIALES par Georges Welter, D.Sc., et André Choquet, Ing. P. ....	14
LA CENTRALE PROVISOIRE POUR LE PROJET HYDRO- ÉLECTRIQUE DE LA RIVIÈRE BERSIMIS par Edouard Prévost, Ing. P. ....	23
LES BARRAGES ET LE TUNNEL D'AMENÉE À BERSIMIS par Clément Forest, Ing. P. ....	28
LES PARAFONDRES COUGNARD POUR LIGNES DE HAUTES TENSIONS par Arthur Lehmann, Ing. P. ....	37
VIE DE L'ÉCOLE .....	41
VIE DE L'ASSOCIATION .....	45
SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	45
INDEX DES ANNONCEURS .....	55

ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE—MONTRÉAL

1430, RUE ST-DENIS—MONTRÉAL

# SURVEYER, NENNIGER & CHÊNEVERT

INGÉNIEURS CONSEILS

**CHAMBRE 1012  
ÉDIFICE KEEFER**

**MONTRÉAL**

**UN. 6-7721**

*ARTHUR SURVEYER, D. Eng.*

*E. NENNIGER, Ing. P.*

*J. G. CHÊNEVERT, Ing. P.*

*P. F. BEAUDRY, Prés.  
Ing. P.*

*M. GÉRIN, Vice-Prés.  
Ing. P.*

*M. LAMARCHE, Sec.-Trés.  
Ing. P.*

# B G L

INGÉNIEURS ET CONSTRUCTEURS LIMITÉE — ENGINEERS AND BUILDERS LIMITED

**7000, Chemin Côte-des-Neiges Road**

**RE. : 7-3689**

**Montréal, P.Q.**

MA. 4287

MA. 4288

# LEBLANC & MONTPETIT

*Ingénieurs Conseils*

Spécialistes : PLANS et DEVIS

Electricité

Chauffage

Electrification rurale

Plomberie

Ventilation

Air climatisé

Egouts et Aqueducs Municipaux

**515 est, rue Demontigny**

**Chambre 213**

**Montréal, Qué.**



## *Avez-vous un problème de manutention industrielle? . . .*

**D**ans ce cas, notre nouveau Manuel\*  
traitant de ponts-roulants vous est indispensable.

Vous y trouverez des renseignements  
sur la classification et le choix des ponts-grues  
électriques pour fins diverses, les caractéristiques  
de construction, les voies de roulements  
et plusieurs autres items.



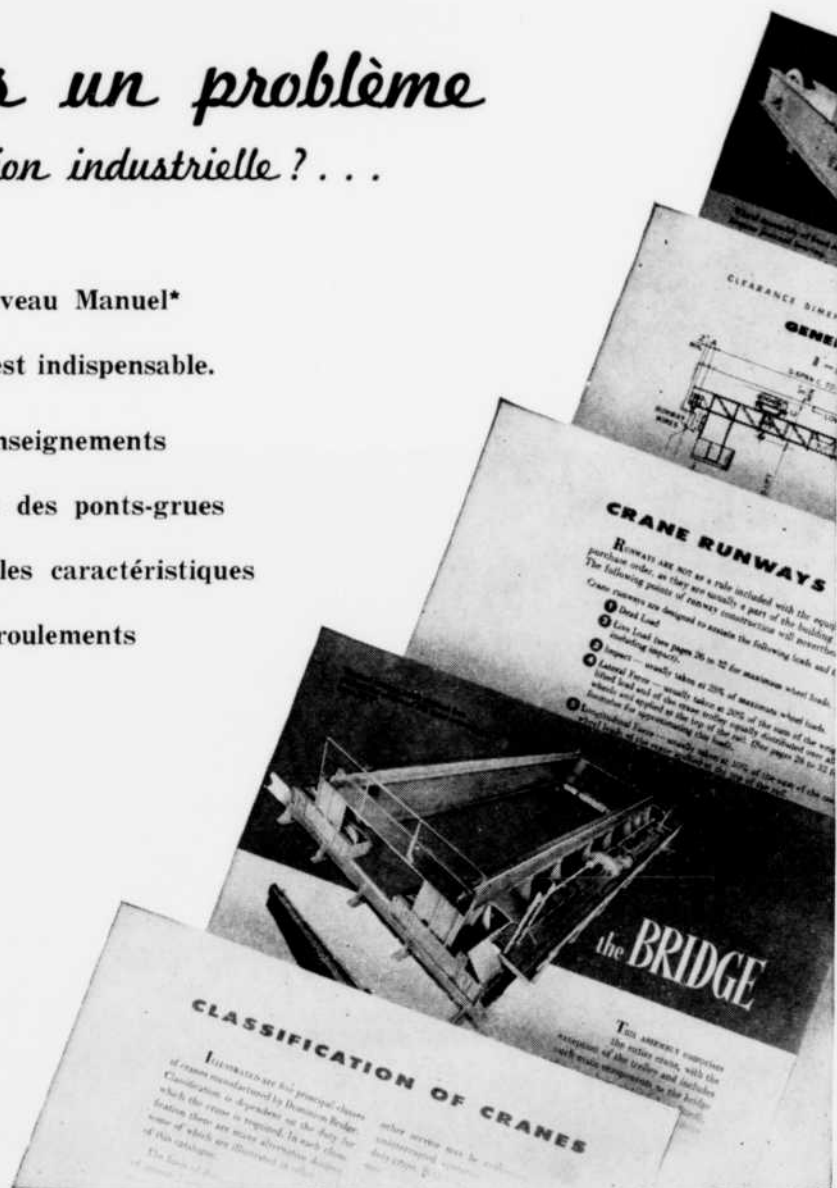
Ecrivez à la succursale  
la plus rapprochée de  
Dominion Bridge Com-  
pany Limited, ou à  
C.P. 280, Montréal,  
Québec, pour obtenir le  
Manuel No MYY-100.



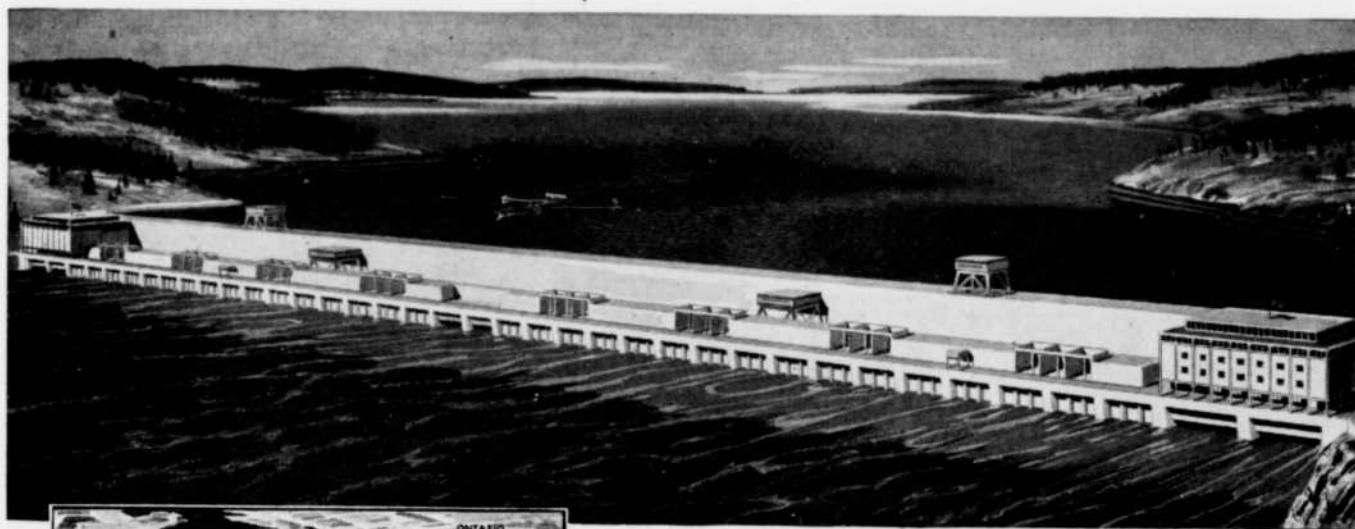
## **Ponts-roulants et grues de DOMINION BRIDGE**

USINES ET BUREAUX À TRAVERS LE CANADA

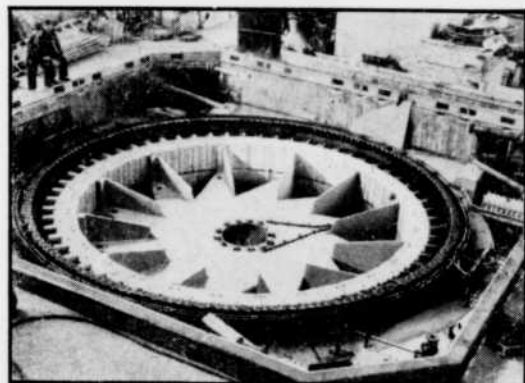
Divisions: Mécanique, Chaudronnerie, Entrepôt, Structure.



# Des génératrices GENERAL ELECTRIC maîtriseront le St-Laurent



*Schéma démontrant l'emplacement de la centrale électrique érigée dans la section du Rapide International, sur le St-Laurent, près de Cornwall, Ont.*



*Les génératrices G-E utilisées au Canada seront construites dans notre usine de Peterborough. De dimensions plus étendues que le modèle illustré ici, elles seront parmi les plus volumineuses jamais construites jusqu'ici. A lui seul le rotor de chacune de ces génératrices pèsera au delà de 300 tonnes.*

*Ebauche du projet de la centrale électrique qui sera érigée sur le St-Laurent. L'une des plus imposantes sources hydro-électriques au monde qui générera 2,200,000 chevaux-vapeur répartis également entre le Canada et les Etats-Unis. Le barrage de l'usine génératrice aura environ trois quarts de mille de longueur. 24 des 32 génératrices porteront le célèbre monogramme G-E — 16 du côté américain, 8 du côté canadien.*

**Depuis des décades les Canadiens projettent la canalisation du St-Laurent et rêvent au jour où les océaniques remonteront jusqu'aux Grands Lacs... où les flots tumultueux de ce cours d'eau seront transformés en énergie électrique. Bientôt ce rêve deviendra réalité...**

**L**ES DRAGUES, les pelles mécaniques et les béliers présentement à l'oeuvre accomplissent un prodigieux tour de force sous l'étroite surveillance des gouvernements américain et canadien. On est en voie de creuser un large chenal jusqu'aux Grands Lacs et, en même temps, de détourner le fleuve St-Laurent au moyen d'un seul et imposant barrage hydro-électrique. Ce gigantesque projet est le fruit des efforts inlassables des Commissions hydro-électriques de l'Ontario et de l'Etat de New-York.

Les entreprises de cette envergure produisent l'électricité nécessaire à la croissance des industries existantes, au développement de nouvelles industries, à la propagation de l'usage de l'électricité dans les foyers, les fermes et les centres urbains.

La même dextérité, le même génie qui entrent dans la construction de l'outillage électrique nécessaire au vaste projet du St-Laurent, s'appliquent à tous les produits General Electric. La Compagnie contribue constamment à l'amélioration de la vie canadienne en construisant de meilleurs outillages servant non seulement à générer et à transmettre l'énergie électrique, mais bien aussi à la mettre à l'oeuvre.



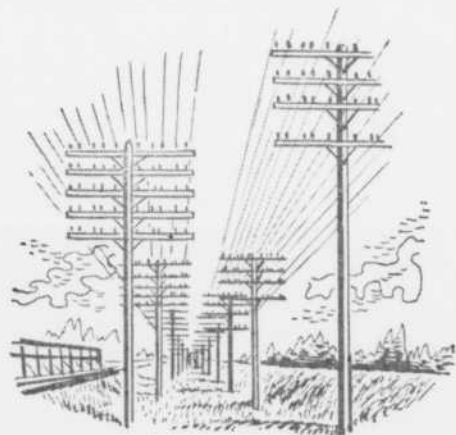
*Le progrès est notre plus important produit*  
**CANADIAN GENERAL ELECTRIC COMPANY  
 LIMITED**

**Siège social : Toronto**

1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950

# Il y a 20 ans...

Vous vous souvenez du premier voyage du grand paquebot Queen Mary ? Du décès du roi Georges V ? Cela se passait en 1936. Cette année-là, on appliqua le produit de préservation du bois "Osmose" à un grand nombre de poteaux de cèdre de l'Est. Tous montraient des signes de putréfaction, ayant été posés sans apprêt d'"Osmose" en 1922. En 1950, l'examen de 134 des poteaux traités révéla que 95.4 pour cent d'entre eux étaient encore utilisables, contre seulement 4.6 pour cent d'inutilisables après 28 ans. Entre autres exemples de 1936, ces poteaux prouvent bien l'efficacité de l'"Osmose".



1955  
1956

Produits "OSMOSE" pour le bois VERT  
Produits "PENTOX" pour le bois SEC

# OSMOSE

WOOD PRESERVING COMPANY OF CANADA LIMITED

SIÈGE SOCIAL et USINE : MONTREAL, P. Q. \* TRURO TORONTO WINNIPEG EDMONTON VANCOUVER

*fait durer le bois de  
3 à 5 fois plus longtemps*



# INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

Publication de l'Association des Diplômés de Polytechnique

1430 rue Saint-Denis — Montréal 18 — Canada

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### Exécutif :

- MM. Maurice GÉRIN, Ing.P., président.  
 Ernest LAVIGNE, Ing.P., D.Sc., secrétaire-administrateur.  
 Jacques-M. DÉCARY, L.S.C., trésorier.  
 Ignace BROUILLET, D.Sc.A., président de la Corporation de l'École Polytechnique.  
 Henri GAUDEFROY, D.Sc., directeur de l'École Polytechnique.

### Membres :

- Monseigneur Olivier MAURAUULT, P.S.S., P.A., C.M.G.  
 MM. Arthur SURVEYER, D.Eng.  
 Théo.-J. LAFRENIÈRE, D.Sc.A., ingénieur-en-chef au Ministère de la Santé; professeur à Polytechnique.  
 Paul DUFRESNE, Ing.P.  
 Guy MONTPETIT, Lt-Col., Ing.P.  
 Charles-E. TOURIGNY, Ing.P.,  
 Roger LESSARD, Ing.P., secrétaire-trésorier de l'Association des Diplômés de Polytechnique.  
 Édouard des RIVIÈRES, Ing.P., président de la section de Québec de l'A.D.P.  
 François LEDUC, D.Sc., président de la section Ottawa-Hull de l'A.D.P.  
 Laurent THAUVETTE, Ing.P., président de la section nord de Québec et d'Ontario de l'A.D.P.

## COMITÉ SCIENTIFIQUE

- MM. Jean-C. BERNIER, M.Sc., Ing.P., directeur du Centre de recherches à Polytechnique — président.  
 Roger-P. LANGLOIS, M.Sc., Ing.P., professeur agrégé à Polytechnique — secrétaire.  
 Roger BRAIS, Ph.D., Ing.P., professeur titulaire à Polytechnique.  
 Georges WELTER, D.Sc., professeur titulaire à Polytechnique.

ABONNEMENT : \$5.00 par année, Canada et U.S.A.  
 \$6.00 " " " Autres pays

Adresser toute correspondance à :

**L'INGÉNIEUR, 1430 rue St-Denis, Montréal 18, Canada**

Rédacteur en chef

Louis TRUDEL, Ing. P.

L'INGÉNIEUR

paraît en mars, juin,  
septembre et décembre

Les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux.

Les manuscrits doivent parvenir, en duplicata, à la Rédaction, au moins deux mois avant la date de publication. — Ils ne sont pas retournés.

Les auteurs reçoivent gratuitement, sur demande, 10 exemplaires du numéro dans lequel leur article a paru.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

La reproduction des gravures et du texte des articles parus dans L'INGÉNIEUR est permise à la condition d'en indiquer la source et de faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication les reproduisant.

Agent d'annonces :

LES ÉDITIONS COMMERCIALES INC.  
3587, ave Papineau,  
Montréal 24

Tél. : LAfontaine 5-1665

Autorisée comme matière postale de deuxième classe, Ministère des Postes, OTTAWA.



## PROBLÈMES D'URBANISME

### DANS LA MÉTROPOLE

par CHARLES-ÉDOUARD CAMPEAU, Ing. P.

Directeur du Service d'Urbanisme de la Cité de Montréal

Texte d'une causerie prononcée devant la branche de Montréal de l'Engineering Institute of Canada le 30 novembre 1955.

Né à Montréal, l'auteur a fait ses études au Collège Ste-Marie et son cours d'ingénieur à l'École Polytechnique de Montréal, où il obtenait ses diplômes en 1941. En 1945 il poursuit des études d'urbanisme au Massachusetts Institute of Technology. Entré à la Ville de Montréal dans le Service des Travaux Publics en 1941 il passait, en 1943, au Service d'Urbanisme dont il devenait le directeur le 1er juillet 1955.

Je tiens à remercier votre section pour l'occasion qu'elle m'a offerte de venir exposer, devant un groupe aussi qualifié que le vôtre, les principaux problèmes d'urbanisme auxquels le Service d'Urbanisme doit faire face présentement à Montréal.

Avant d'entrer dans le détail, permettez-moi de soumettre à votre attention quelques considérations d'ordre général qui vous donneront une idée juste de la nature du travail poursuivi par le Service d'Urbanisme.

L'urbanisme se préoccupe fondamentalement des besoins de la population. Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, une nouvelle ville d'environ 12,000 personnes prend naissance chaque année dans les limites mêmes de la Cité de Montréal. Avez-vous réfléchi sur les conséquences de ce phénomène au point de vue des besoins de cette population accrue? Trois mille familles additionnelles exigent de l'espace pour 3000 enfants dans les écoles, c'est-à-dire environ 70 classes dans les écoles élémentaires et 50 dans les écoles supérieures. Il faut 30 acres de parcs et 30 acres de terrains de jeux de plus. Il faut 25 agents de police et 20 pompiers de plus. Il faut pomper

300,000 gallons d'eau de plus par jour. Il faut allonger le réseau des rues d'au moins 25 milles, avec dépenses accrues pour le nettoyage, l'enlèvement de la neige, la collecte des ordures ménagères, etc. On ajoute environ 1000 automobiles de plus à la congestion de la circulation. Il faut ajouter de l'espace dans les hôpitaux, les bibliothèques publiques et même dans les prisons.

#### L'urbanisme, science de l'équilibre

Comme la ville est un organisme vivant, elle tend à maintenir, entre ses divers éléments, des conditions d'équilibre à peu près stables. C'est le phénomène du régulateur à boules de Watt sur les engins à vapeur que vous connaissez bien. Si la vitesse devient trop grande, les boules du régulateur s'écartent par la force centrifuge. Elles ferment ainsi une soupape et réduisent la vapeur pénétrant dans les cylindres. La vitesse alors diminue. Au contraire, quand cette vitesse baisse en-dessous de la normale, les boules se rapprochent. La soupape s'ouvre et laisse pénétrer la vapeur dans les cylindres, augmentant du même coup la vitesse.

L'urbanisation présente sans cesse ce phénomène. Ainsi par exemple quand un développement domiciliaire se produit, les écoles sont surchargées et de nouvelles écoles sont construites. Cependant quand ces mêmes familles commencent à vieillir, les écoles deviennent trop grandes et il faut parfois en abandonner. Il faut donc un équilibre constant entre la déficience et l'excès et ainsi une adaptation constante du système urbain. Si on ne pourvoit pas au maintien d'un équilibre adéquat, on atteint un état de véritable débandade. Ainsi par exemple le zonage n'a plus aucune signification si on se met à changer les règlements à chaque coin de rue pour favoriser temporairement des intérêts particuliers. Un autre exemple réside dans l'automobile. Le nombre de véhicules augmente de deux à trois fois plus vite que la population et on n'a pas encore trouvé le moyen d'équilibrer cette situation. Tout ce qu'on a fait pour arrêter l'effet de "réroaction" de ce phénomène c'est de se tenir dans un état de "fuite".

Dans ce processus d'équilibre, l'urbanisme devient une collaboration intelligente avec l'inévitable, en choisissant celles des solutions alternatives possibles qui



**Une percée dans le centre. Le nouveau boulevard Dorchester vu de l'ouest vers l'est.**

produiront le milieu urbain le plus efficace. Ainsi par exemple il est inévitable que la population de Montréal continuera d'augmenter, mais il n'est certes pas nécessaire qu'on continue de la loger dans des taudis. Il est inévitable que le nombre des automobiles continuera d'augmenter, mais il n'est pas nécessaire qu'on détruise tous les squares et les parcs pour accommoder les automobiles.

Il n'y a pas de solutions magiques à ces développements inévitables, à l'augmentation de la population, à l'augmentation du trafic automobile, au vieillissement des personnes et des bâtiments, à l'automation, et autres phénomènes urbains. On ne peut non plus se limiter à espérer qu'on atteindra bientôt le point de saturation et qu'on finira par convaincre les gens à ne plus se servir de leur automobile, ou à utiliser de nouveau le pic et la pelle.

### **Les problèmes de l'urbanisme sont les problèmes du peuple**

Dans le choix des solutions possibles, l'urbanisme doit tenir compte des considérations émotives que la population attache à

la plupart des phénomènes urbains qui la touchent de près. On a dit à juste titre que les problèmes de l'urbanisme sont les problèmes du peuple, ce qui explique la publicité accordée aux moindres faits et gestes d'un Service d'Urbanisme. La ménagère est directement intéressée au contrôle de la pollution atmosphérique, surtout lors du gros lavage du lundi matin. L'ouvrier est directement intéressé au transport en commun, surtout quand il attend au froid pendant plus d'une demi-heure pour attraper un autobus. Tout le monde s'intéresse au réseau des rues, parce que l'automobile est devenue la possession la plus importante de la famille, en lui donnant une liberté de déplacement que les générations passées n'osaient même pas imaginer. L'urbanisme, c'est de fait la traduction de ces désirs du peuple et il s'éloigne par cet aspect des opérations froides de l'ingénieur et de l'économiste, en rappelant sans cesse à tous que les valeurs humaines ne se mesurent pas en verges cubes ou en dollars.



**L'élargissement de la rue University dans le bas de la ville permet l'accès facile au nouveau boulevard Dorchester.**

## Montréal en évolution

C'est à la base de ces principes que l'urbanisme doit préparer l'avenir de votre ville. Montréal doit sa prééminence à ses nombreux avantages naturels. Son port, le fleuve Saint-Laurent, le bassin de Laprairie, la rivière Ottawa, la rivière des Prairies, le Mont-Royal et ses terrasses, les terres à culture maraîchère de la proche banlieue, tout était là quand Maisonneuve a fondé Ville-Marie. Cependant la croissance rapide et désordonnée de la ville a fait que souvent ces avantages naturels n'ont pas été adéquatement utilisés, souvent mis au profit d'intérêts particuliers, parfois même ignorés et négligés. Mais la prétention que Montréal n'a pas d'avenir est démentie par les résultats que commencent à produire les efforts privés et publics initiés au cours des dernières années pour restaurer et mettre à contribution toutes les ressources naturelles locales, surtout par un urbanisme intelligent et prévoyant conduisant à des réalisations concrètes appropriées.



*Plusieurs des anciennes résidences somptueuses dans le quadrilatère Côte-des-Neiges, Pine, McTavish, Sherbrooke disparaissent pour faire place à des maisons-appartements modernes.*



*Les rues Mountain et Drummond au nord de la rue Sherbrooke avant le prolongement de la rue McGregor.*

Montréal contient encore des centaines d'acres de taudis et de maisons vétustes, résultant d'un accroissement excessivement rapide de la population. Cependant, au cours des dernières années, de nouvelles habitations

se sont élevées au rythme de 10,000 par année, de sorte que le besoin est beaucoup moins aigu maintenant qu'il l'était au cours de la dernière guerre. Dans les parties périphériques de la ville, les nouveaux développements domiciliaires se produisent suivant des plans d'ensemble pouvant se comparer favorablement aux meilleurs exemples étrangers. On peut citer le territoire avoisinant le ruisseau Raimbault à Cartierville. Les nouvelles unités de voisinage sont bien intégrées et reflètent notre mode de vie moderne. Le réseau de rues en quadrillé est remplacé par d'agréables rues en courbe; des parcs et des terrains de jeux de grandes dimensions protègent les beautés naturelles; les lots sont plus larges et plus profonds. Il n'y a aucun doute que ces centres domiciliaires nouveaux ont encouragé l'exode hors des taudis du centre.

Le domaine Saint-Sulpice offre de grandes possibilités à ce point de vue. On peut y loger

plus de 15,000 personnes dans trois unités de voisinage répondant aux exigences les plus sévères de l'urbanisme.

Cependant les parties vétustes du centre exigent une intervention directe de la part de l'entreprise privée et des autorités civiques.

### Les nouvelles artères

Déjà le centre de Montréal se débarrasse de ses verrues. La transformation la plus radicale a été apportée par la création de grandes artères comme la rue University et tout particulièrement le boulevard Dorchester. La rue University, large de 150 pieds, au niveau du boulevard Dorchester, a apporté toute une innovation à Montréal, surtout par ses flots de verdure qui non seulement servent à diriger le trafic mais également à donner une apparence esthétique qui a suscité à date la construction de quatre gratte-ciel. Le boulevard Dorchester présente la première mesure à l'échelle d'une grande métropole. Ce boulevard de 120 pieds de largeur, avec son mail

central, donne aux visiteurs une impression de grandeur et suscite un orgueil civique intéressant chez nos propres citoyens. L'entreprise privée y poursuit la construction de plusieurs bâtiments d'importance, et de nombreux projets se concrétisent sur papier. La Ville considère l'achat de nombre de sites où des bâtiments dilapidés sont maintenant à la vue, de façon à faciliter la reconstruction rapide des abords de ce boulevard. En dedans d'une génération, le boulevard Dorchester sera l'un des points de rencontre connus dans le monde entier, comme la Fifth Avenue, les Champs Elysées et autres.

Le long de l'axe du boulevard Dorchester, on projette l'un des plus importants aménagements urbains en Amérique, sur le site même de la gare Centrale des C.N.R., à proximité du square Dominion, de l'hôtel et de la gare Windsor, de la Cathédrale Saint-Jacques et de l'édifice de la Sun Life. Sur le côté sud du boulevard Dorchester, l'I.C.A.O. loge dans un édifice moderne et

un vaste hôtel est en construction. Eventuellement un gratte-ciel viendra se loger entre les deux. Du côté nord, on envisage l'aménagement d'une plaza bordée de hauts bâtiments commerciaux. Le Service d'Urbanisme doit prévoir les mesures nécessaires pour assurer des approches adéquates à ce développement par des élargissements de rues et surtout par un magnifique boulevard planté dans l'axe de l'avenue McGill College, reliant l'université McGill à la gare Centrale et offrant une magnifique perspective sur la montagne. Ce sera certainement l'un des points de repère les plus réputés à Montréal. Des études intensives ont été faites à cette fin.

D'autres parties du centre sont en voie de transformation. Entre les rues Sainte-Catherine et Sherbrooke, dans la partie ouest, plusieurs gratte-ciel sont en construction suivant des lignes architecturales des plus modernes.

Au nord de la rue Sherbrooke, à l'est du chemin de la Côte des Neiges, un besoin nouveau pour Montréal reçoit une solution satisfaisante. A la suite d'un changement de règlement de zonage, des maisons d'appartements de luxe s'érigent, remplaçant rapidement de grandes habitations aujourd'hui occupées par des clubs, des sociétés et des maisons de chambres. La construction de ces maisons d'appartement est activée par l'ouverture d'artères de dégagement, comme la rue McGregor, indispensables dans un territoire à haute densité d'occupation.

A l'entour de la gare Windsor, la rue Stanley sera élargie et la rue Osborne élargie et détournée, de façon à faciliter l'accès de la gare aux automobiles et à éliminer la congestion à cet endroit. Le trafic pourra rejoindre à l'est la rue Lagachetière et à l'ouest la rue Guy, grâce à des améliorations apportées à la rue Osborne.



L'ancien Hôtel Viger du Canadian Pacific Railway, devenu propriété de la Ville, abrite maintenant certains services municipaux.

Dans la partie est du centre, le Palais du Commerce et le Terminus d'Autobus réalisés à même du terrain ayant appartenu à la Cité, seront desservis par un tunnel prolongeant la rue Berri sous la rue Sherbrooke. Ce noyau est le commencement d'une vaste rénovation dans ce secteur de la ville. L'un des principaux facteurs de cette amélioration sera l'aménagement d'une grande artère reliant entre elles les rues de Montigny, Ontario, Burnside, Saint-Luc, Western et Upper Lachine. Cette mesure est déjà en voie de réalisation.

### Rénovation du centre

Il y a également le projet d'élimination de taudis et d'habitation à loyer modique qui est à l'étude dans le quadrilatère borné par le boulevard Saint-Laurent, la rue Ontario, la rue Saint-Denis et la rue Sainte-Catherine. Plus de 1000 logements y seront renoués.

A proximité, à l'ouest de la rue Saint-Urbain, se situe l'endroit désigné pour la salle de concerts.

Les sites historiques sont sujets à des études intensives en vue de



*L'une des rues délabrées qui doit disparaître avec la réalisation du plan Dozois.*

leur préservation. Ainsi par exemple, le territoire situé autour de l'hôtel de ville a été récemment homologué dans le but d'assurer la réalisation d'un centre administratif adéquat pour la métropole du Canada, tout en mettant en valeur des sites historiques tels que le marché Bonsecours, l'église Bonsecours et le château de Ramozay.

Toutes ces mesures de rénovation augmenteront les opportunités d'affaires dans le centre de la ville et lui permettront de concurrencer adéquatement les centres d'achat suburbain.

### Expansion périphérique

Le développement des rives du Saint-Laurent présente un problème d'actualité avec le parachèvement de la canalisation du Saint-Laurent. Déjà le port subit des transformations radicales par l'addition de nouveaux bâtiments et de nouveaux aménagements au coût de plusieurs millions de dollars. Les développements industriels à Valleyfield, Laprairie, Varennes, Verchères, Contrecoeur, soulèvent des problèmes d'utilisation du sol à l'échelle métropolitaine et régionale. La question des liaisons véhiculaires à travers le fleuve devient d'une importance capitale. Le nouveau pont prévu à l'île des Soeurs ne répondra qu'aux besoins immédiats. L'apparition d'un New-Jersey sur la rive sud laisse entrevoir des problèmes auxquels l'urbanisme doit faire face dès maintenant. Une enquête approfondie se poursuit ac-



*Les taudis du centre de la ville*

tivement sur le potentiel industriel dans la région du port et du canal Lachine.

Il n'y a aucun doute que les industries vont continuer de s'installer en dehors du centre, autour de noyaux déjà bien actifs, comme par exemple le long du boulevard métropolitain. Ces déplacements industriels s'accompagnent de vastes développements domiciliaires dans toute la région de Montréal.

Pour servir cette expansion urbaine à travers la région métropolitaine, il faut un réseau d'autostrades modernes. Une ceinture est projetée autour du noyau central. Au nord c'est le boulevard métropolitain rejoignant à ses deux extrémités l'autostrade est-ouest, projetée en bordure du fleuve. Pour relier ces deux branches de l'autoroute de ceinture, il faut des autostrades nord-sud, l'une traversant la montagne et l'autre dans la partie est du centre. A la voie de ceinture viennent aboutir les grandes voies d'accès à l'île conduisant aux ponts du Saint-Laurent et de la rivière des Prairies.

A l'intérieur de ce réseau viennent se loger les grandes distributrices locales, comme Cavendish, Décarie, Pie IX, etc. La montagne sera encerclée par de larges boulevards et traversée par

des artères est-ouest reliant l'avenue du Parc au chemin de la Côte des Neiges.

Un plan d'ensemble de ce squelette fondamental du réseau routier est en préparation, de façon à ce que l'on puisse procéder par étapes rationnelles à sa réalisation.

Le stationnement demande, surtout dans le centre et le long des grandes artères, des espaces hors rue permettant de libérer la voie publique pour les véhicules en mouvement. Divers projets sont déjà en voie d'exécution.

Des règlements récents exigent que tout nouveau bâtiment fournisse ses propres espaces de stationnement hors rue et également dans le cas de bâtiments commerciaux et industriels, des espaces de chargement et de déchargement pour la marchandise.

Récemment, le Service d'Urbanisme publiait un rapport établissant un programme concret pour les espaces libres à travers la ville. Ce programme est en voie de réalisation.

### Contrôle architectural

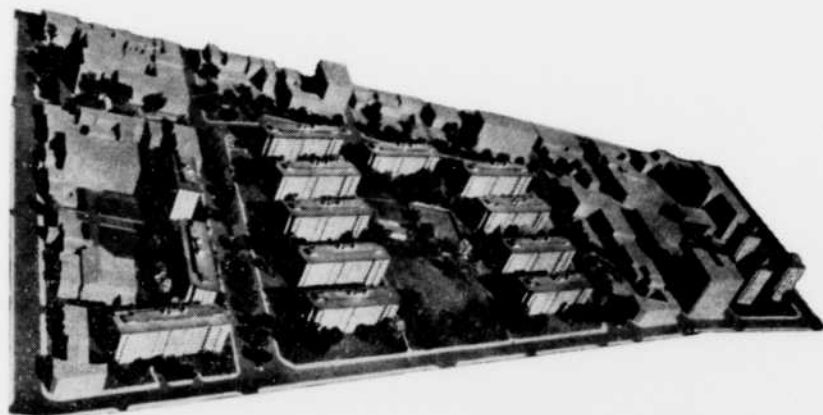
Graduellement, une nouvelle architecture s'imposera à travers la ville. Des règlements récents tendront à éviter les erreurs du passé, comme par exemple en ce qui concerne les escaliers exté-

rieurs, le chauffage central, les antennes de télévision et autres problèmes. Les rues Sherbrooke et Dorchester et le boulevard métropolitain sont maintenant surveillés de près, grâce à des règlements exigeant un traitement architectural approprié des bâtiments érigés en bordure.

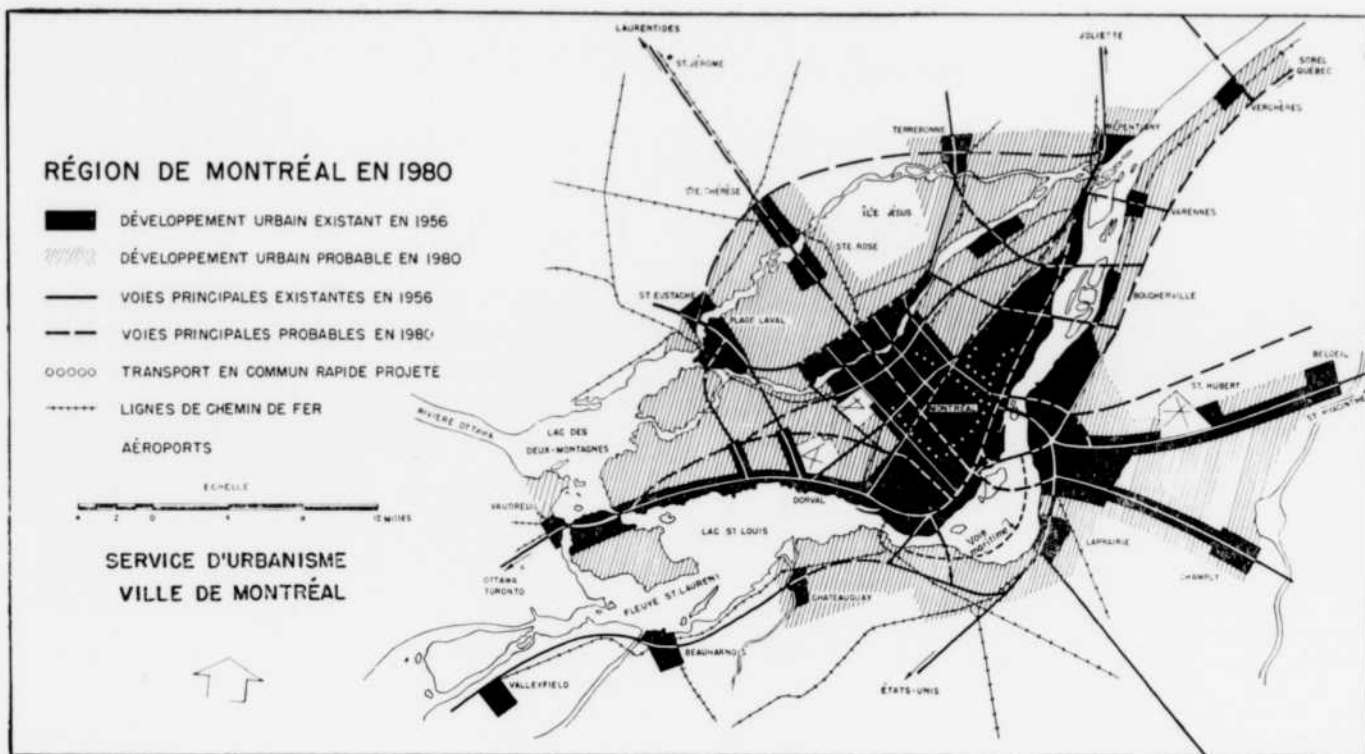
Un comité spécial commencera à siéger sou peu pour étudier les moyens d'introduire, dans notre réglementation, un contrôle architectural satisfaisant de la construction. Il appartient au Service d'Urbanisme de rappeler constamment à tous que l'esthétique fait partie essentielle de la vie d'une ville. On est trop souvent porté, dans un pays neuf comme le nôtre, à considérer comme un luxe les squares d'ornement, les monuments et le soin architectural apporté aux bâtiments. L'expérience prouve que le souci d'esthétique paie en esprit civique et aussi en dollars.

Toute notre réglementation de la construction fait d'ailleurs l'objet d'une rénovation complète. Un comité commence l'étude du Code du Bâtiment, afin de remettre tout à fait à point nos règlements de construction. Le Service d'Urbanisme a également entrepris la révision des règlements de zonage. Déjà deux districts, comprenant sept quartiers, ont été zonés suivant les normes les plus modernes. Avant deux ans, les onze districts de la ville auront été ainsi rezonés et l'on pourra procéder rapidement à l'élaboration d'un véritable Code du Zonage.

C'est l'intention du Service d'utiliser les méthodes les plus modernes dans la préparation de ce Code du Zonage. Les coefficients de production de nuisances pour les zones industrielles seront utilisés de préférence à une classification rigide. De même, l'on recourra aux index de superficie



**L'apparence du quadrilatère Ontario, Sanguinet, DeMontigny, St-Dominique, une fois réalisé le plan Dozois d'élimination des taudis.**



### Un regard dans l'avenir

de plancher et autres similaires plutôt qu'aux gabarits rigides, de façon à assurer un contrôle satisfaisant, tout en laissant la plus grande liberté possible aux promoteurs et aux constructeurs. Autant que faire se peut, la réglementation est conçue de façon à s'appliquer d'une façon générale à travers toute la ville. L'application devient ainsi beaucoup plus facile et pour les citoyens et pour le Service d'Urbanisme. On a ainsi en préparation des règlements généraux pour l'affichage, les postes d'essence, les hôpitaux privés, les maisons de chambre et plusieurs autres constructions.

Dans ce domaine, le Service d'Urbanisme a maintenant la surveillance complète de tout ce qui

concerne la construction, tant au point de vue stabilité qu'hygiène et protection contre l'incendie. Une réorganisation de grande envergure a été initiée et commencera sous peu à porter ses fruits, en simplifiant considérablement l'émission des permis et les inspections.

Il ne suffit pas de surveiller la construction en cours, de protéger ce qui existe et de tracer des plans pour l'avenir. Il faut surtout prendre les moyens de réaliser les mesures jugées les plus aptes à assurer le progrès de notre ville. Il y a deux facteurs qui comptent primordialement à ce point de vue : c'est le temps et l'argent. Les projets ne veulent rien dire s'ils ne sont pas accompagnés

d'un programme de dépenses capitales, établissant l'ordre de priorité ou d'urgence de ces projets et leur possibilité d'exécution dans le cadre des disponibilités financières de la Ville. Le Service d'Urbanisme s'attaque à ce problème.

C'est avec de l'imagination, de la persistance, des sacrifices pour le présent, des dépenses pour l'avenir et une opinion publique éclairée que l'on bâtira un nouveau Montréal dont nous serons fiers. Votre collaboration, messieurs, est indispensable. J'escompte bien que, comme par le passé, les ingénieurs continueront à nous accorder ce support et nous profitons de l'occasion pour les en remercier.



# NOUVELLE MACHINE À ESSAIS STATIQUES ET EN FATIGUE PAR TENSIONS TRIAXIALES



**GEORGES WELTER,**

Professeur de mécanique appliquée  
et chef du Département de Résistance des Matériaux  
à l'Ecole Polytechnique de Montréal

par

et

**ANDRÉ CHOQUET,**

Professeur agrégé, Département de  
Résistance des Matériaux, Ecole Polytechnique  
de Montréal.

Né au Luxembourg, le Docteur Georges Welter obtint son diplôme d'ingénieur en mécanique appliquée à l'Ecole Polytechnique de Charlottenburg en 1915. Cette institution lui conférait plus tard un doctorat pour ses travaux de recherches sur les aciers. Après une expérience d'une dizaine d'années dans les laboratoires industriels de recherches en métallurgie physique, il fut nommé en 1931 professeur à la faculté de Chimie et de Métallurgie de l'Ecole Polytechnique de Varsovie. Quelques années plus tard, il fonda l'Institut de Recherches Scientifiques en Métallurgie de cette université. Depuis 1941, le Docteur Welter est attaché au département d'Essais des Matériaux de l'Ecole Polytechnique de Montréal où il consacre son temps à l'enseignement, à la recherche et à la publication d'articles scientifiques, dont il a au-delà d'une centaine à son crédit.

M. André Choquet est né à Montréal et a fait ses études secondaires à l'école supérieure D'Arcy McGee. Bachelier en sciences appliquées et ingénieur de Polytechnique, en 1948, il y obtenait une maîtrise l'année suivante. Pendant un an, il travailla au ministère des mines de la Province de Québec, après quoi il entra comme assistant professeur aux départements d'essais des matériaux et de métallographie de l'Ecole Polytechnique. Il a passé une année d'études à l'Ecole Fédérale de Zurich.

## Introduction

L'étude du comportement élastique et plastique des matériaux soumis à diverses sollicitations a fait l'objet de très nombreuses recherches jusqu'ici au moyen d'éprouvettes uniaxiales et biaxiales. Les résultats obtenus ont permis de déterminer les résistances particulières de chaque élément structural utilisé mais dans des conditions qui ne sont pas toujours celles qui répondent à la réalité. Très souvent les constructions mécaniques utilisées comportent des efforts se développant dans les trois dimensions, tel que pour les capacités à haute pression (pressure vessels) par exemple ou la tuyauterie à parois épaisses, d'où la nécessité de résultats expérimentaux permettant de connaître leur comportement

dans ces différents cas. Plusieurs théories de plasticité basées sur l'état d'efforts tri-dimensionnels ont été imaginées qui complètent celles concernant l'état bi-dimensionnel plus restreintes dans leur application. Dans les deux cas leurs confirmations expérimentales sont nécessaires.

Les tensions triaxiales résultant du laminage, par exemple, sont très différentes des tensions triaxiales existant dans un bloc coulé.

Les premiers essais triaxiaux réalisés dans nos laboratoires de Résistance des Matériaux à Polytechnique remontent aux années 1947-48 alors qu'on utilisait un appareil pour lequel l'application des charges se faisait mécaniquement par étapes sur chacun des trois axes alternativement. Ensuite

une machine comportant une charge hydrostatique fut réalisée, par laquelle les efforts de traction purent être appliqués simultanément sur les trois axes. Ces deux appareils furent décrits dans le *Welding Journal* de novembre 1948 dans la section "Research Supplement". Les premiers résultats d'essais expérimentaux furent également présentés.

D'autres essais de ce genre ainsi que le développement de machines pour produire des tensions triaxiales ont été l'objet de publications parues récemment dont quelques-unes sont mentionnées dans la bibliographie à la fin de cet article.

## Description de l'appareil

Cet appareil est une nouvelle machine permettant des essais simples et répétés en traction

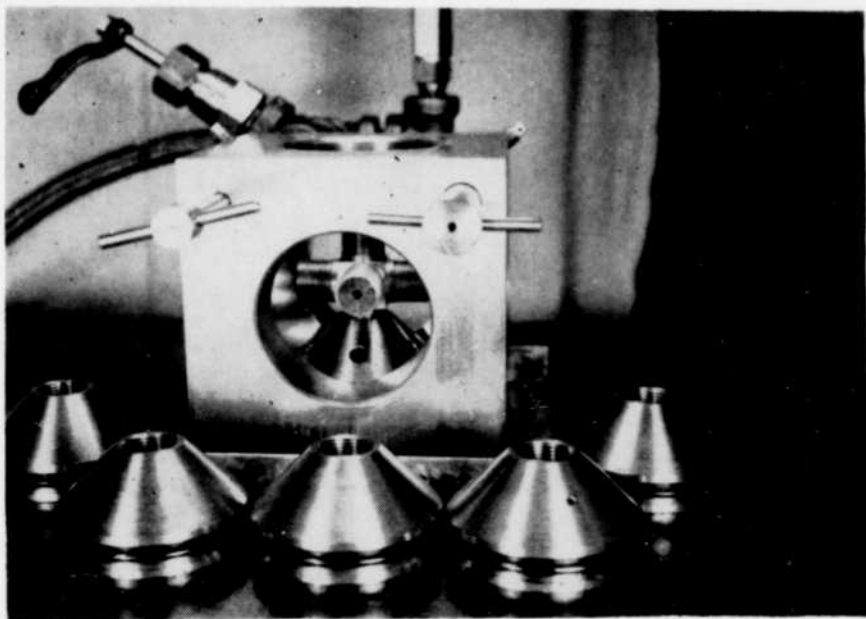


Fig. 1 a — Détails de la machine de traction triaxiale.

dans les trois axes principaux. Dans toute sa simplicité l'appareil est un bloc de 6" x 6" x 6" dans lequel trois trous cylindriques de 3.5" de diamètre furent perforés perpendiculairement l'un à l'autre dans les trois axes tel que montré à la Figure 1-a et 1-b. Le specimen total a 3 pouces de longueur dans chaque axe et est vissé dans un piston ajusté dans un cylindre et les cinq autres pistons sont vissés de la même façon. La partie centrale du specimen est un cube de 21/32" de côté terminé par six longueurs filetées qui se vissent aux pistons circulant dans autant de cylindres. Une récente amélioration à la machine permet d'adapter un manchon sur chaque ouverture, retenu au bloc principal par quatre boulons, pour l'installation de pistons plus petits mesurant deux pouces de diamètre (Fig. 1-b).

Ces pistons au nombre de six, dont chacun est vissé aux axes de l'éprouvette, subissent l'action directe de la pression hydrostatique et transmettent ainsi une poussée qui constitue la charge proprement dite.

Avec l'utilisation de ces petits pistons, la poussée résultante sera

beaucoup plus faible qu'avec les premiers puisqu'elle est égale au produit de la section effective du piston par la pression. De cette façon, on peut employer l'un ou l'autre de ces pistons suivant la résistance de l'échantillon mis à l'essai. Pour des métaux très ductiles et ceux dont on ignore le comportement en tension triaxiale, il nous sera plus facile de contrôler l'accroissement de tension unitaire sur le cube et de suivre plus

fidèlement les déformations surtout une fois le point d'écoulement dépassé.

En plus de ses éléments principaux, bloc d'acier et pistons mobiles, la machine hydrostatique possède différents accessoires dont les plus essentiels sont :

- a) un orifice d'entrée d'huile situé à l'arrière de la boîte et indiqué par la lettre H sur la figure 2;
- b) deux soupapes de chaque côté du bloc sur les arêtes supérieures et inclinées à 45° et qui servent à l'expulsion de l'air enfermé à l'intérieur (Lettre S de Fig. 2);
- c) une barre d'acier sur chaque ouverture pour empêcher les pistons d'être projetés à l'extérieur, advenant la présence accidentelle d'air dans le bloc (Fig. 1-b et 2);
- d) deux vis de réglage de pression, pour compenser les pertes dues aux fuites, au cours de longs essais (face avant Fig. 2).

Afin d'éviter toute excentricité dans les charges, les pistons ont été usinés sphériquement le long de l'axe longitudinal. De plus, une quasi-parfaite étanchéité est as-

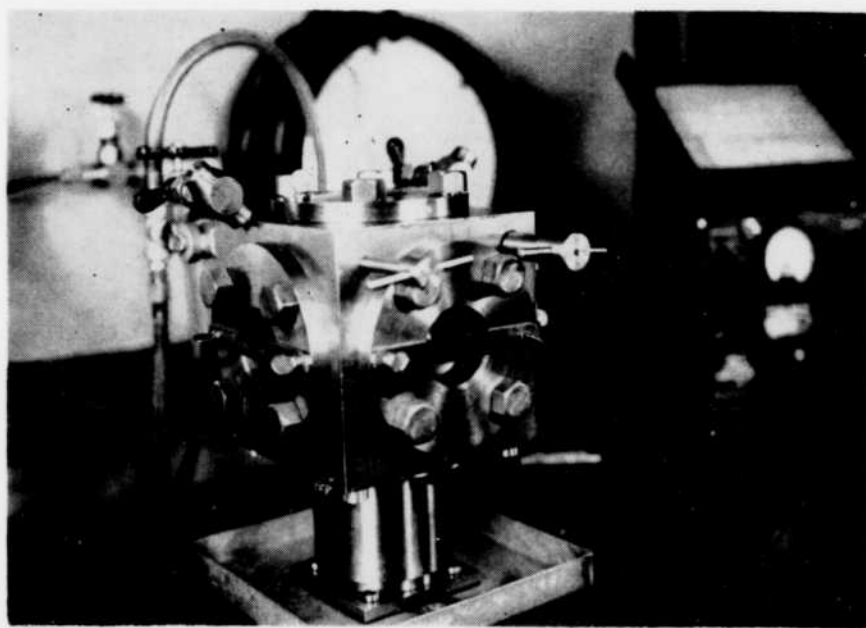


Fig. 1 b — Machine assemblée pour opération sous efforts répétés.

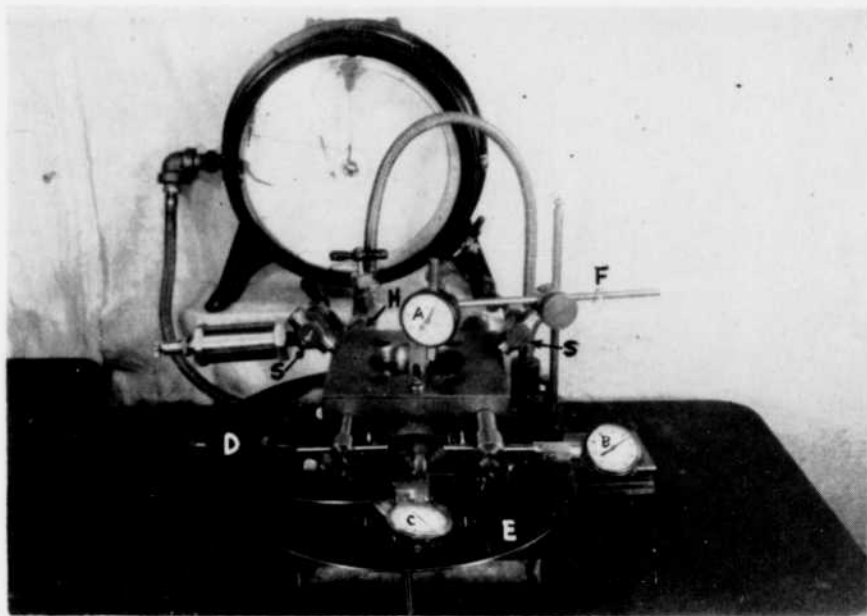


Fig. 2 — Vue de la machine de traction statique triaxiale.

surée par un anneau en caoutchouc qui encercle fermement chaque piston dans sa rainure.

Pour produire des essais sous charges répétées en traction au moyen de cet appareil triaxial, un système automatique de pompage à l'huile fut ajouté, qui, actionné par un moteur électrique, produit à chaque cycle le maximum de la charge appliquée. Un tarage des charges dynamiques fut fait au moyen de jauges électriques SR-4 et d'un oscilloscope.

#### Fonctionnement

La boîte hydrostatique solidaire d'une table d'acier est reliée à un réservoir d'huile entre lesquels l'alimentation se fait au moyen d'une pompe. Le boyau d'aspiration dans lequel est amenée l'huile peut supporter une pression d'éclatement de 7,000 lbs par po. car.

Une fois l'éprouvette installée à l'intérieur et les pistons en place, on ajuste les micromètres sur chacun des axes. Ces instruments en forme de demi-cercle (d, e, f, figure 2) constituent un procédé nouveau pour mesurer les allongements du cube. En effet, c'est au moyen de cette installation que l'on peut suivre les déformations de l'échantillon triaxial du commencement jusqu'à la rup-

ture. Auparavant, on ne disposait d'aucune façon de mesurer ces déformations en fonction de la charge. Seul l'allongement total des axes non rupturés pouvait être connu exactement. Quant à l'axe brisé, il est souvent impossible d'en rassembler fidèlement les parties, à cause de la distorsion des grains du plan de rupture.

Nous pouvons donc enregistrer les déformations du cube indiquées par les cadrans gradués au millième de pouce et adaptés aux extrémités de ces demi-cercles (a, b, c, figure 2).

Le piston du bas étant solidaire de la table, la déformation de la

partie inférieure du cube suivant l'axe vertical se fait avec soulèvement du bloc. Il faut donc pour obtenir l'allongement total placer la base du troisième micromètre (f) sur la table, et l'index sur la face du piston supérieur.

Il ne s'agit plus maintenant que d'y admettre l'huile sous pression. C'est avec le manomètre enregistreur, situé à l'arrière de la machine (fig. 2) que l'on peut suivre l'accroissement progressif des charges. Ce type de manomètre fabriqué par la compagnie Foxboro comporte des graduations radiales dont la plus petite vaut 50 lbs par po. car. Il offre de plus l'avantage d'inscrire les pressions en fonction du temps, car la carte indicatrice peut être animée d'un mouvement de rotation d'un tour à l'heure.

#### Description des éprouvettes triaxiales

Les éprouvettes employées au cours de nos expériences ont toutes les mêmes dimensions extérieures. D'apparence semblable à celle représentée sur la Figure 3, leurs entailles sont cependant plus prononcées car elles font un angle de 45 degrés. Ces échantillons usinés dans les ateliers de l'Ecole ne constituent évidemment qu'une seule pièce monolithe.

Remarquons sur la Figure 3 qu'un trou est percé à chaque extrémité des axes. Ces trous sont

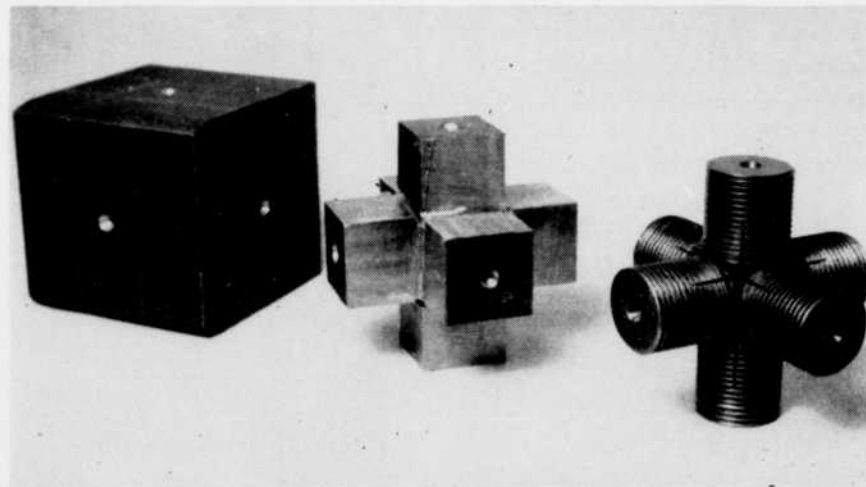


Fig. 3 — L'éprouvette triaxiale et ses étapes d'usinage.

faits pour y introduire des rivets à tête ronde, et permettent de mesurer plus exactement les longueurs initiales et finales des axes afin d'en déduire l'allongement total.

### Métaux employés

L'aluminium pur 1 S-O, le fer Armco et un alliage, le laiton Muntz composé de 62% de cuivre et 35.3% de zinc, furent choisis pour cette série d'essais.

Aucun de ces matériaux n'a subi de traitement thermique, et les éprouvettes ont été taillées directement dans les pièces reçues. Ces métaux ont été travaillés à l'usine pour être livrés sous forme de cylindres de 8" de long par 3/2" de diamètre pour le laiton laminé à froid et de barres à section carrée pour l'aluminium étiré à froid. Quant au bloc de fer, sa section originale de 24" x 24" a été réduite à 8" x 8" par un laminage dans une même direction mais sur deux faces à la fois. C'est dans cette dernière pièce qu'on a taillé l'éprouvette triaxiale.

Pour fin de comparaison et pour mieux examiner l'anisotropie du métal, les trois éprouvettes ont toutes un axe usiné dans la direction du laminage, et les deux autres transversalement.

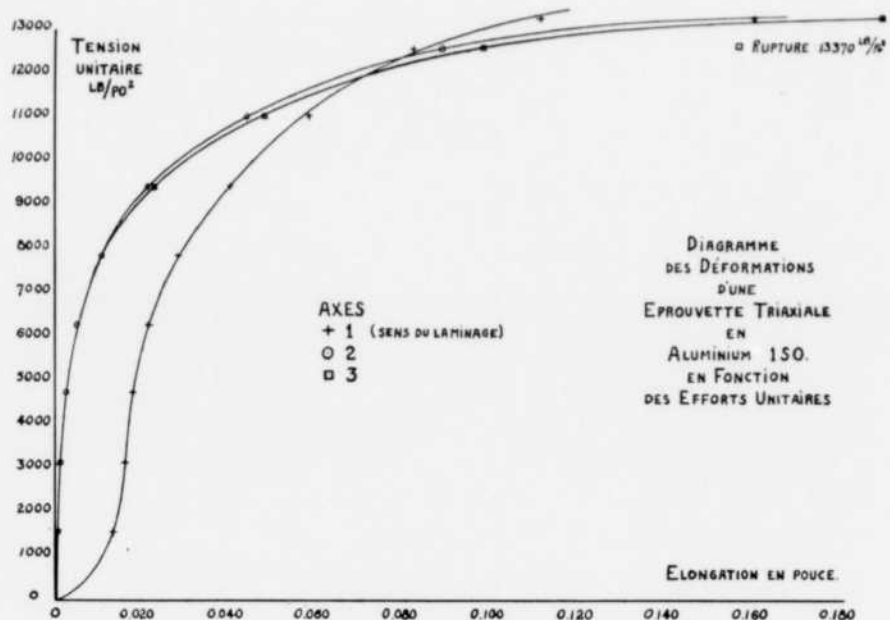


Fig. 4 — Diagramme d'essais de traction sur éprouvette triaxiale pour l'aluminium.

### Usinages

On peut voir facilement par la Figure 3 quelles ont été les différentes étapes de fabrication de l'éprouvette triaxiale. Celle-ci complétée, son noyau affecte la forme d'un cube de 21/32 de pouce de côté, obtenu au moyen d'une scie circulaire de 1/16" d'épaisseur, dont on peut voir les traces sur l'éprouvette.

Notons que différents types de ces éprouvettes ont été usinés.

Certaines comportaient des entailles de 5 à 10° et d'autres tout près de 90°, dans le but d'étudier leur influence sur le cube.

### Calcul de la tension unitaire

Sur une paroi quelconque soumise à une pression hydrostatique uniforme, la poussée résultante exercée sur cette paroi suivant un axe donné est égale au produit de la pression, par sa projection sur un plan perpendiculaire à l'axe.

Nous aurons donc comme charge effective appliquée :

$$P = p (A - a)$$

dans laquelle :

P = la charge effective en lb. exercée dans chaque axe.

p = la pression hydrostatique en lb. par po. car. enregistrée au manomètre.

A = la section du piston en po. car.

a = la section du cube (qui ne transmet pas de poussée)

Cette charge appliquée sur chacune des faces du cube, produit une tension unitaire déterminée comme suit :

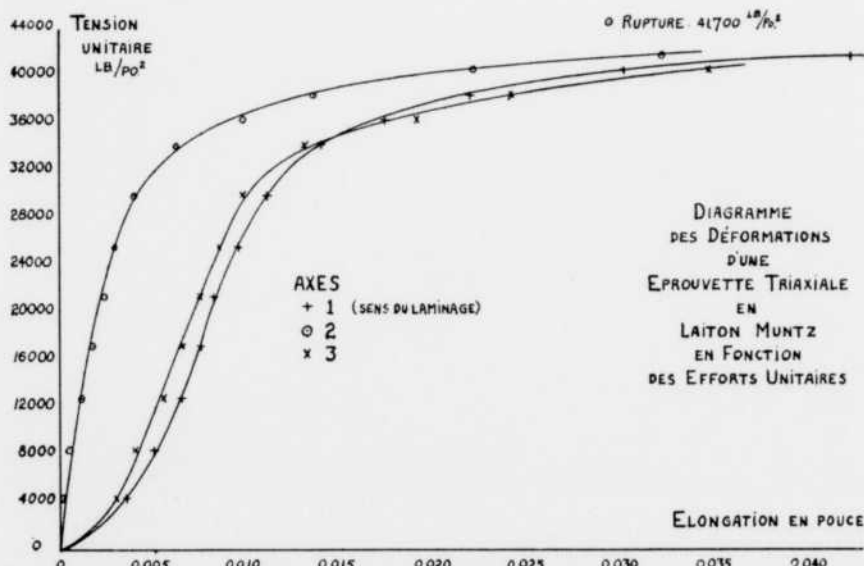


Fig. 5 — Diagramme d'essais de traction sur éprouvette triaxiale pour le laiton "Muntz."

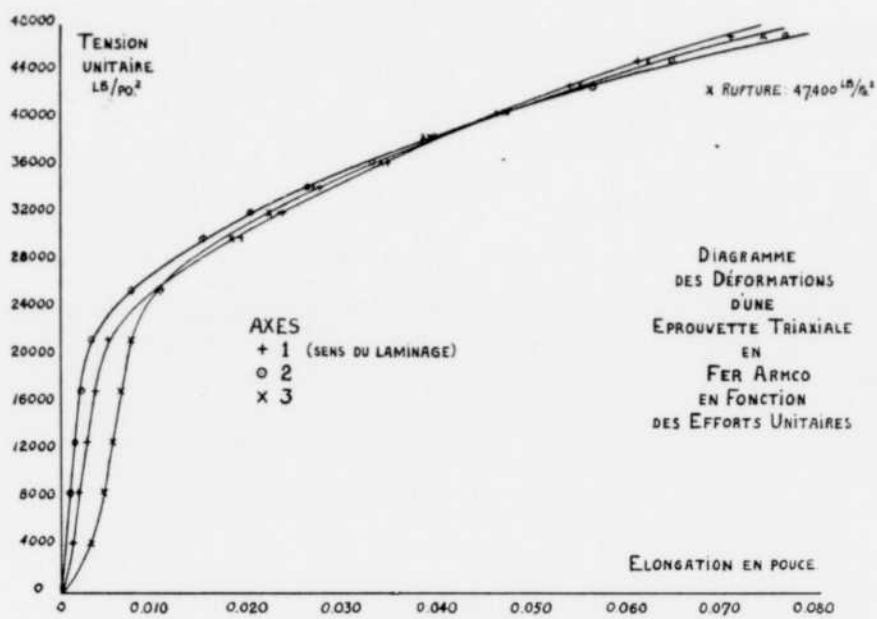


Fig. 6 — Diagramme d'essais de traction sur éprouvette triaxiale pour le fer "Armco."

$$St = \frac{P}{\alpha} = \frac{p (A - a)}{\alpha}$$

en lb. par po. car.

### Essais statiques des éprouvettes triaxiales

Etablissons maintenant les résultats obtenus des essais sur les trois éprouvettes mentionnées précédemment.\*

Notre premier essai (Figure 4) effectué sur l'aluminium 1 S-O à l'aide des petits pistons de 2 pouces, étant donnée la faible résistance de ce métal, présentait les caractéristiques suivantes: rupture dans l'axe perpendiculaire à la direction du laminage, à une pression hydrostatique maximum de 2,125 lbs par po. car., soit une tension unitaire maximum de 13,400 lbs par po. car. dans le cube.

Ce métal possède une si grande ductilité que la rupture s'est produite après un allongement très prononcé à l'origine de l'axe mais à l'extérieur du cube. Il n'existait

pas pour ainsi dire de plan défini de rupture et l'allongement total de cet axe dépassait un demi-pouce.

Le second essai (Figure 5) réalisé sur l'alliage de cuivre Muntz nécessita l'usage des pistons de 3½" de diamètre, puisque l'on prévoyait un effort de rupture assez élevé. L'éprouvette céda dans un axe transversal au laminage à une tension unitaire maximum dans le cube de 41,700 lbs par po.

car. D'apparence fibreuse, le plan de fracture observé ne présente aucune trace évidente d'anisotropie. Ce type de laiton beaucoup moins ductile que l'aluminium ne semble pas avoir subi de déformation appréciable dans les axes car les faces polies des entailles sont demeurées intactes.

Le troisième et dernier essai (Figure 6) démontre que le fer Armco est un métal très ductile mais pas autant que l'aluminium 1 S-O. Le plus résistant des trois métaux, il subit une tension unitaire maximum de 47,400 lbs par po. car. perpendiculairement à la direction du laminage. Le plan de rupture montre une structure granulaire à gros grains, et une fracture suivant une face orientée diagonalement dans le cube.

De ces trois essais on peut conclure qu'en tension triaxiale d'éprouvettes laminées, les axes qui semblent offrir le moins de résistance sont ceux qui correspondent aux deux directions transversales au laminage.

### Mesures de déformations plastiques au moyen d'empreintes de dureté Vickers

Pour connaître la distribution des efforts à l'intérieur du cube,

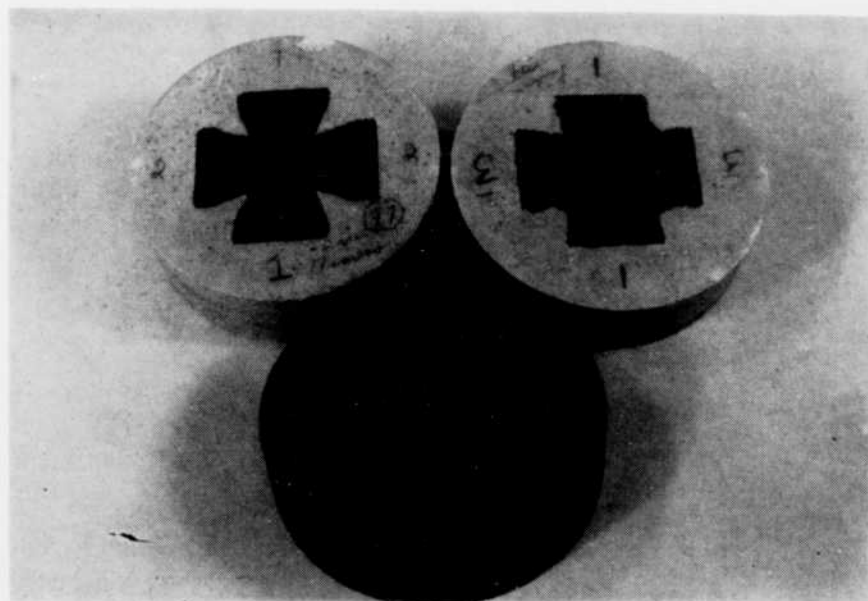


Fig. 7 — Sections d'éprouvettes triaxiales montrant les séries d'empreintes de dureté Vickers.

\* Ces essais ont été exécutés par M. Jean Favron au cours de sa thèse d'élève finissant de Polytechnique.

nous aurons recours à la méthode des empreintes de dureté Vickers.

Nous savons par expérience qu'un métal assujéti à des déformations à froid devient plus dur qu'à l'état normal. Tel est le cas par exemple d'une broche ou d'une plaque de métal que l'on plie dans un sens et dans l'autre. On s'aperçoit aussitôt qu'en répétant cette opération, l'effort requis s'accroît de plus en plus et que la pièce a tendance à se plier dans la région voisine des premiers pliages. Et voilà qu'après un certain temps, cette pièce qui semblait très ductile au début se casse brusquement.

L'explication qu'on y apporte est que les déformations plastiques à froid d'un métal ont pour effet de le durcir et de le rendre plus résistant. Ce phénomène, celui de l'érouissage, est accompagné d'une diminution de plasticité pour ce métal. Si les déformations sont sévères, le métal n'a plus de plasticité et se brise.

Donc partant du fait que les zones les plus érouées sont les points où l'énergie emmagasinée au cours du travail à froid est la plus grande, nous pourrions trouver alors, d'une façon assez juste, comment sont répartis ces efforts.

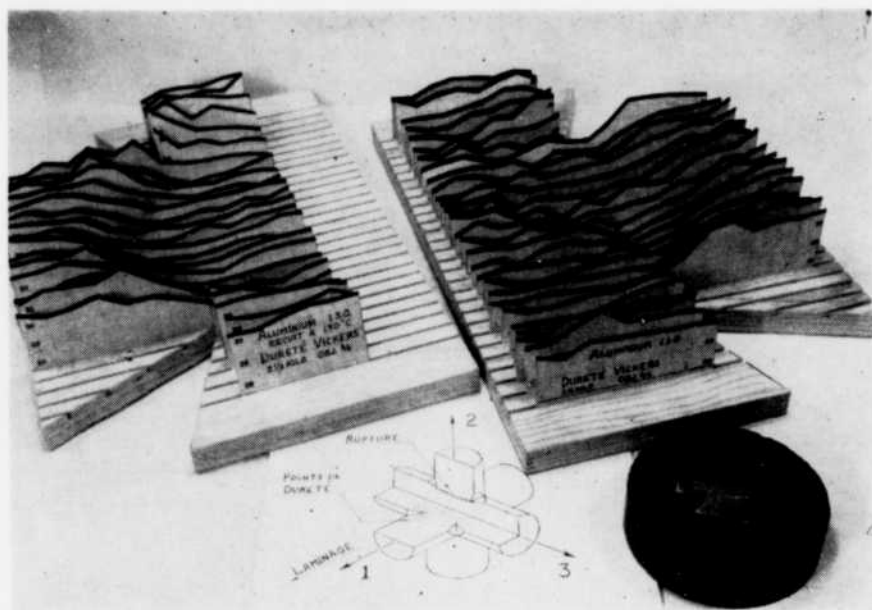


Fig. 8 — Modèles de duretés Vickers pour l'Aluminium 1 S-O.

Pour entreprendre cet examen, il nous a donc fallu couper chacune des éprouvettes par leur centre suivant un plan perpendiculaire à l'axe de rupture, comme l'indique le schéma à la Figure 8. En supposant les charges parfaitement centrées et le métal isotrope, cette section de l'éprouvette devrait présenter une distribution symétrique des efforts. C'est cette hypothèse qui nous a incités à n'analyser qu'une moitié de cette section.

### Construction des modèles

Ces moitiés d'éprouvettes dont on a coupé une partie des axes pour faire une meilleure prise dans les disques de soufre coulé sont présentées à la Figure 7. Les régions couvertes de nombreuses empreintes de dureté Vickers se distinguent assez clairement.

Remarquons que dans l'échantillon du bas (Figure 7) qui est en aluminium, une demi-section seulement apparaît. Nous avons comme dans les deux échantillons du haut prélevé des points de dureté sur la moitié de la section et en avons construit le modèle. Puis cette même section a été coupée en deux et recuite à des températures élevées dans le but d'y faire une étude des zones de recristallisation. Ce que nous voyons sur la photo, ce sont les essais de dureté pratiqué sur un plan à angle droit avec le premier.

Donc après préparation de la surface, l'échantillon solidement encastré dans le soufre est soumis à l'établissement d'empreintes de dureté. Chaque empreinte est espacée de l'autre d'un millimètre, et l'ensemble de ces points constitue un réseau qui couvre la moitié du cube et une partie des axes.

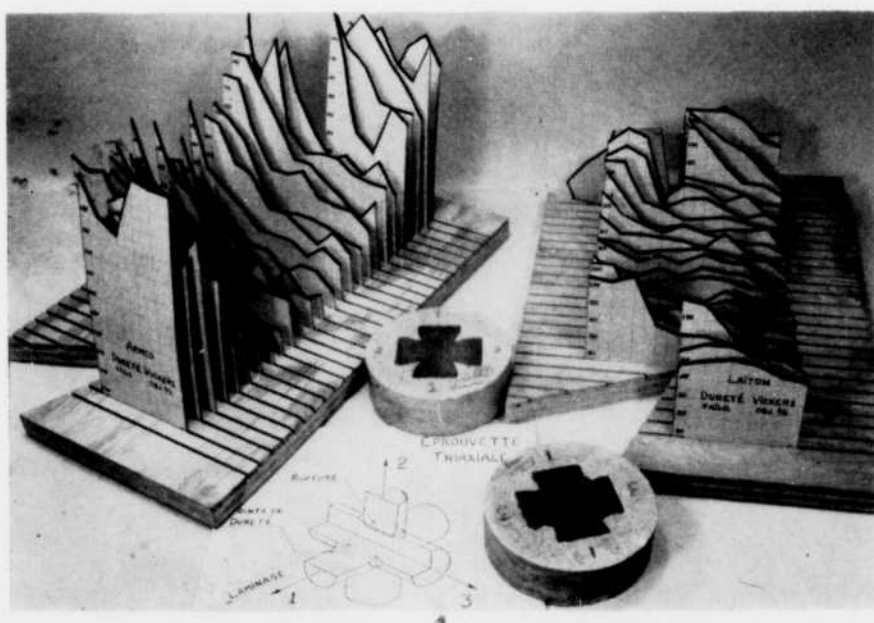


Fig. 9 — Modèles de dureté pour le fer "Armco" et le laiton "Muntz."

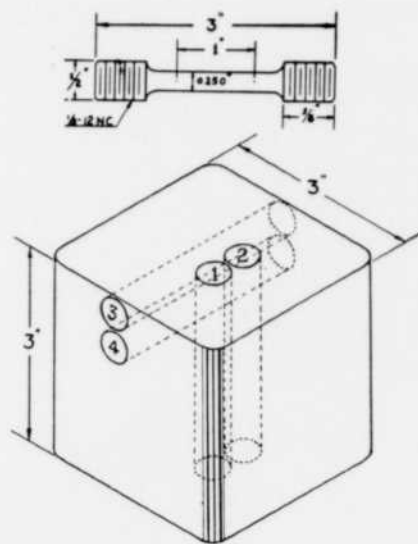


Fig. 10  
Choix des éprouvettes de traction uniaxiale pour l'aluminium.

On trace alors un graphique montrant la variation des duretés pour chaque rangée. Puis rassemblant ces graphiques dans le même ordre, sur une base de bois portant des rainures, nous obtenons un modèle représentant la dureté du cube et en partie celle de ses axes.

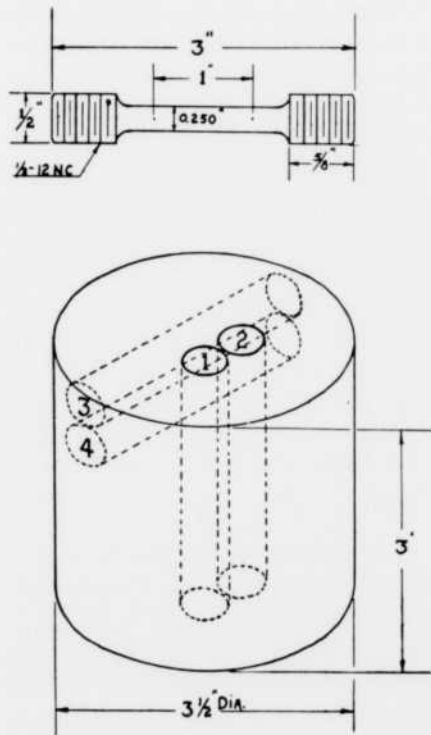


Fig. 11  
Choix des éprouvettes de traction uniaxiale pour le laiton "Muntz."

Les figures 8 et 9 présentent l'aspect général de ces modèles construits pour le fer, le laiton et l'aluminium à l'état écroui, et après recuit. Une échelle dix fois plus grande a été adoptée pour l'espaceur. Quant à la dureté Vickers, elle est indiquée par l'échelle verticale.

### Constatations particulières

On se rend compte que toute la région du cube étudié possède une dureté sensiblement uniforme, mais que dans les axes la dureté s'accroît brusquement.

On peut conclure que la distribution des efforts à l'intérieur du cube est uniforme, même au voisinage des entailles où l'on croyait en la présence de concentrations d'efforts.

Cette augmentation de dureté observée dans les axes indique que le degré d'écrouissage est très prononcé et qu'à l'intérieur du cube il n'y a pas eu d'écrouissage. Affirmation qui semblerait plausible, puisque cette partie des axes extérieure au cube n'est soumise qu'à des efforts uniaxiaux et n'est pas contrebalancée par des efforts transversaux.

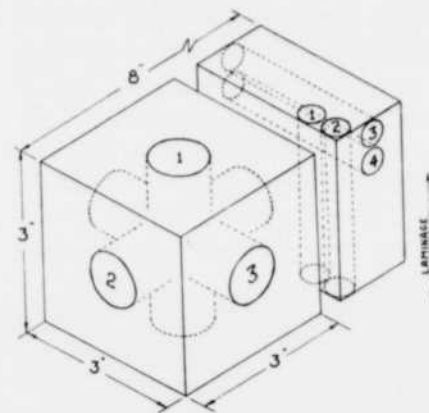


Fig. 12  
Choix des éprouvettes de traction uniaxiale pour le fer "Armco."

### Éprouvettes uniaxiales en tension simple

Dans les mêmes pièces de métal qui ont servi à l'usinage des éprouvettes triaxiales, nous avons prélevé dans une région voisine quatre petits échantillons de 3 1/2 pouces de longueur. Comme les Figures 10, 11 et 12 l'indiquent, les specimens portant les numéros 1 et 2 sont usinés dans la direction du laminage. Les numéros 3 et 4 indiquent des échantillons prélevés dans la direction perpendiculaire au laminage.

C'est sur la machine universelle Baldwin que les éprouvettes uniaxiales ont été soumises à des es-

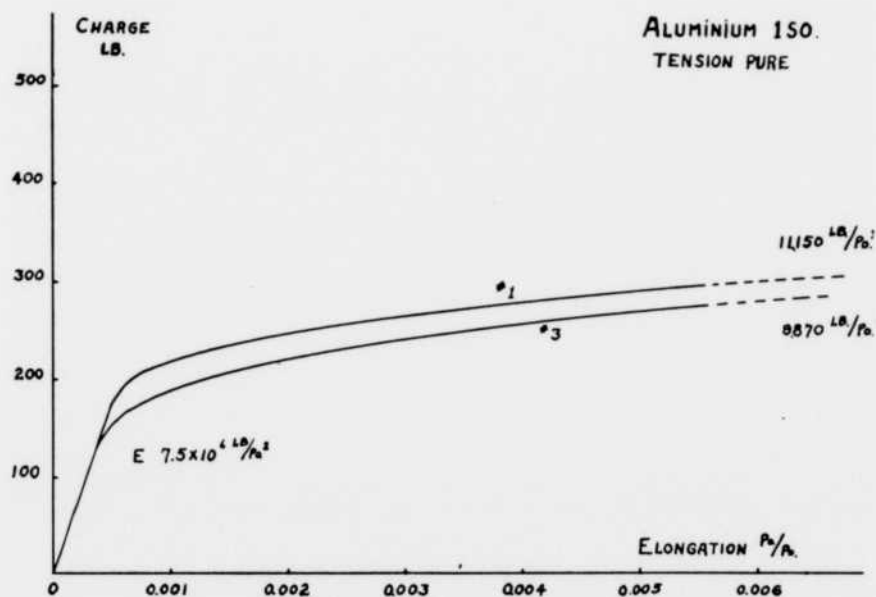


Fig. 13 — Diagramme d'essais de traction statique sur éprouvette uniaxiale pour l'aluminium.

sais de traction statique. Les premiers essais ont été réalisés à l'aide d'un extensomètre à haute précision, pour pouvoir mieux étudier la région élastique du métal. Par la suite le graphique des charges et déformations fut fait par enregistrement automatique.

Les Figures 13, 14 et 15 sont des reproductions des originaux. Quant aux valeurs inscrites sur chacune des courbes elles sont une moyenne calculée pour les éprouvettes 1 et 2, 3 et 4.

Les résultats présentés au Tableau 1 indiquent un fort pourcentage d'allongement et de réduction de section pour les trois métaux. L'aluminium est particulièrement ductile, puis le fer et enfin le laiton. La différence de ductilité entre le sens du laminage et le sens transversal est très prononcée pour le métal Muntz, tandis que l'aluminium et le fer Armco ont une ductilité plus uniforme et aussi plus élevée.

### Considérations générales

Ce travail décrit sommairement le développement d'une machine permettant de soumettre des échantillons simultanément à des efforts triaxiaux. Les résultats de quelques essais préliminaires en traction et de nombreuses em-

preintes de dureté Vickers prises sur des échantillons en aluminium, en laiton et en fer Armco sont également présentés. D'autres résultats d'essais préliminaires en statique et en fatigue se poursuivent et seront publiés à une date ultérieure.

Par ces essais nous avons réussi à imposer des efforts de tension rigoureusement balancés qui ont été appliqués en augmentant graduellement et simultanément les charges jusqu'à la rupture, à une

éprouvette en forme de cube (21/32 pouce de côté) dont les 6 faces sont munies d'axes filetés. Par conséquent, ce cube qui présente un volume de métal bien défini est soumis à des efforts de tension triaxiaux uniformément répartis dans toute sa masse. Il est évident qu'aussi longtemps que ces efforts de tension sont exercés d'une façon rigoureusement égale par les charges appliquées, tel que cela est devenu possible grâce à un système hydrostatique employé, le cube est déformé élastiquement. L'effet de la striction dans le cube sous ces conditions est devenu impossible, et un tel échantillon soumis à des efforts sans que le coefficient de Poisson puisse intervenir et qui a dépassé une charge limite est certainement intéressant à étudier dans son comportement sous tensions triaxiales jusqu'à la rupture. Au lieu d'obtenir le diagramme charge-allongement bien connu pour les échantillons uniaxiaux déformés jusqu'à la rupture comme par exemple l'acier doux, "abc" d'après le diagramme A de la Figure 16, la mise en charge du cube se fait par efforts triaxiaux d'après "ab" du diagramme B. Ceci a été pour

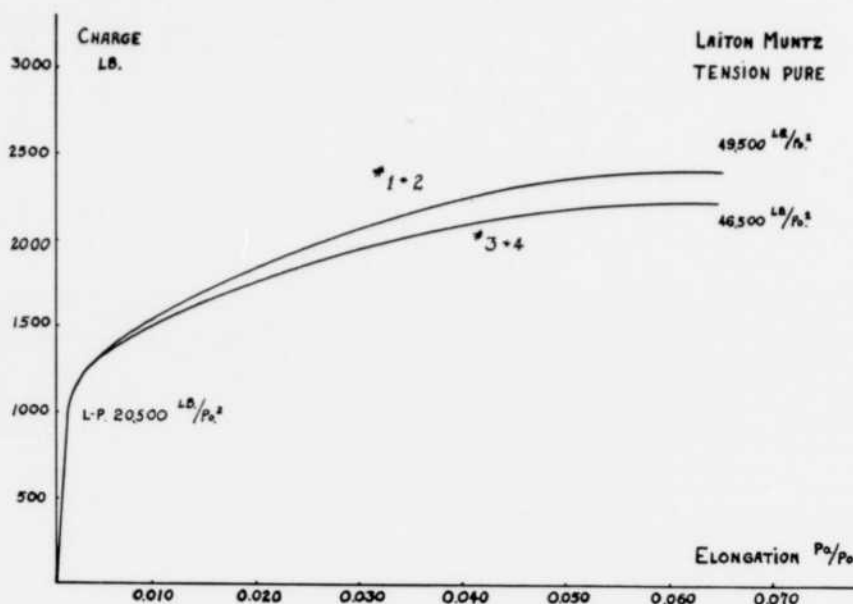


Fig. 14 — Diagramme d'essais de traction statique sur éprouvette uniaxiale pour le laiton "Muntz."

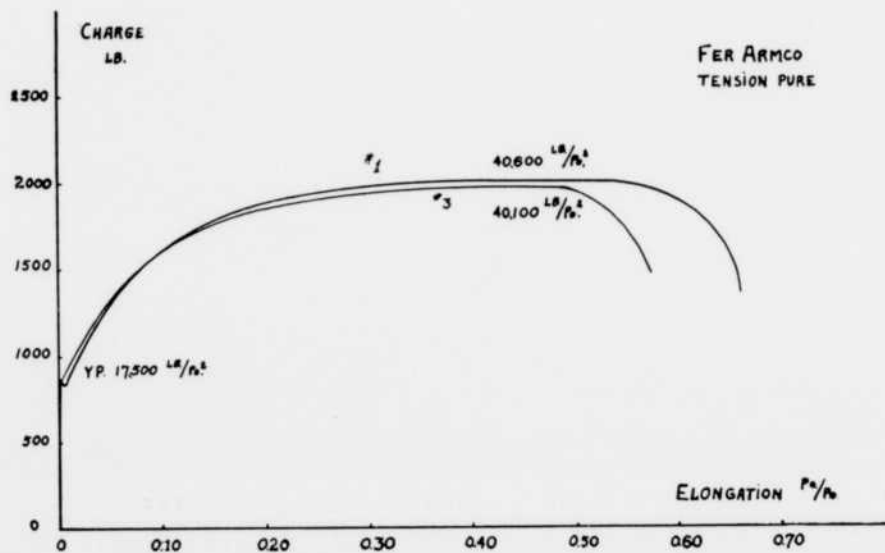


Fig. 15 — Diagramme d'essais de traction statique sur éprouvette uniaxiale pour le fer "Armco."

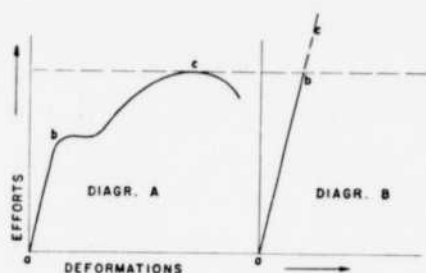


Fig. 16  
Schémas pour essais de traction uniaxiale (Diagr. A) et triaxiale (Diagr. B).

la première fois expérimentalement réalisé en résistance des matériaux. L'écoulement du métal étant supprimé dans le cas d'une charge triaxiale, la partie "ab" du diagramme A représentant la mise en charge élastique, se trouve prolongée en ligne droite d'après "ab" du diagramme B et indique le module d'élasticité du métal jusqu'à rupture dans le domaine purement élastique. Malgré une limite d'écoulement du métal relativement basse d'une valeur d'environ 50 pour cent seulement de la charge maximum à la rupture, le cube reste parfaitement élastique jusqu'à cette charge maximum de rupture, c'est-à-dire jusqu'à ce que le plus faible des trois axes cède à la charge appliquée. Ceci aura lieu naturellement à la condition que l'application des efforts soit parfaitement balancée dans les trois axes et qu'elle augmente régulièrement et uniformément dans le matériel soumis à l'essai. Il est intéressant de noter que cette rupture, due aux effets des entailles adjacentes à la surface extérieure du cube, se produit exactement dans ce plan si le matériel soumis à l'essai est suffisamment homogène. De plus, la rupture se produit pour les matériaux laminés dans l'axe transversal au sens du laminage qui est, d'après un fait

Tableau 1						
ESSAIS DE TENSION SUR ÉPROUVETTES UNIAxiaLES AU MOYEN DE LA MACHINE UNIVERSELLE BALDWIN						
Aluminium 1 S-O						
No	Orientation des éprouvettes	Diamètre pouce	Charge maximum lb.	Tension unitaire maximum lb./po. ca.	% allongement sur 1 pouce	% réduction de section
1	Sens du laminage	0.250	542	11050	58	91
2	" " "	0.250	552	11250	50	90
3	Transversal	0.250	486	9900	53	83
4	"	0.250	489	9850	56	81
Laiton "Muntz"						
1	Sens du laminage	0.250	2430	49600	54	58
2	" " "	0.250	2420	49400	54	58
3	Transversal	0.250	2290	46700	45	37
4	"	0.250	2270	46300	44	37
Fer "Armco"						
1	Sens du laminage	0.250	2020	40900	52	68
2	" " "	0.250	1990	40300	51	68
3	Transversal	0.250	2000	40400	50	75
4	"	0.250	1950	39800	50	75

bien connu, généralement plus faible. Pour les matériaux déformés plastiquement à chaud, l'axe le plus résistant se trouve dans le sens du laminage; par conséquent, il ne se présente pas de rupture dans cet axe.

Sous essai triaxial, le cube de n'importe quel matériel ou alliage, ductile ou non, se comporte comme un corps complètement rigide dû au fait que toute contraction latérale est supprimée dans ce nouveau genre d'essais. De plus si par quelque procédé, la rupture prématurée dans le prolongement des faces du cube pouvait être évitée, alors le cube lui-même pourrait être soumis à des efforts purement élastiques jusqu'à des tensions appréciablement plus élevées que celles que nous connaissons actuellement. On pourrait alors s'approcher ex-

périmentalement de la cohésion effective des matériaux dont nous n'avons aujourd'hui qu'une faible idée des valeurs réelles impliquées.

#### BIBLIOGRAPHIE

- GEORGES WELTER, "Two New Methods for Testing Triaxial Specimens", *The Welding Journal Research Supplement*, Novembre 1948.
- H. DE LEIRIS et P. BASTIEN, "Détermination de la pression d'éclatement d'une capacité à partir des caractéristiques du métal à la traction", Communication présentée le 27 mars 1953, dans le cadre des conférences sur les Essais des Métaux organisées par l'Institut de Recherches Métallurgiques de l'Université de la Sarre avec la collaboration de sociétés métallurgiques affiliées.
- H.H.B. WISEMAN et JOSEPH MARIN, "A New Triaxial Stress Testing Machine for Determining Plastic Stress-Strain Relations", *A.S.T.M. Proceedings*, Vol. 54, 1954.
- B. CROSSLAND et J. A. JONES, "The Ultimate Strength of Thick-Walled Cylinders Subjected to Internal Pressure", *Engineering*, 21 janvier 1955.
- W. P. KERKHOF, "Stresses in Welded Pressure Vessels", *The Welding Journal*, janvier 1956, p. 41-s.



## LA CENTRALE PROVISOIRE POUR LE PROJET HYDROÉLECTRIQUE DE LA RIVIÈRE BERSIMIS

par **ÉDOUARD PRÉVOST, Ing. P.**  
Division des Aménagements,  
Commission Hydroélectrique de Québec,  
Montréal

Né à Montréal, l'auteur fit ses études secondaires au Mont Saint-Louis et fut diplômé à l'École Polytechnique de Montréal avec grande distinction en 1921. Après un an à l'emploi de la Cité de Montréal et une autre année à la Compagnie du Téléphone Bell, il s'orienta définitivement vers la construction tant sur les chantiers que dans l'élaboration des plans. Dans le premier domaine, il collabora à l'érection de maints édifices importants, dont le nouveau Palais de Justice à Montréal et l'immeuble imposant de l'Université sur le versant du Mont-Royal. Dans le second, il fit partie, durant la dernière guerre, du bureau des ingénieurs de Defence Industries Limited puis du laboratoire du Conseil National des Recherches établi pour l'étude de l'énergie nucléaire. Le premier mai 1946, il entra au service de l'Hydro-Québec comme ingénieur projeteur à Beauharnois, permutant au bureau de Montréal en février 1952.

Lorsque fut décidé l'aménagement d'une centrale sur la rivière Bersimis, l'un des premiers problèmes qui se posèrent fut celui d'une source d'approvisionnement en énergie électrique pour l'exécution du projet. A cause de l'ampleur de l'entreprise et des conditions locales, le problème présentait des aspects particuliers dont la description fait l'objet du présent article.

En premier lieu, il fallait déterminer la quantité d'énergie requise. Elle devait servir à deux fins : actionner la machinerie sous toutes ses formes et assurer les services auxiliaires dans les

camps. Rappelons l'étendue des travaux qui consistent en deux barrages pour créer un réservoir dans le but de régulariser le débit de la Bersimis à 9300 pcs et augmenter la hauteur de chute de 715 pieds à 875 pieds; en une centrale et un tunnel dont le percement était fait en partant de trois entrées espacées à 16,000 pds; en un village permanent comprenant 150 logements et tous les édifices de service ainsi qu'une agglomération provisoire de 34 huttes, divers ateliers, entrepôts et bureaux pour la période de construction, et enfin en l'érection de concasseurs et tamis pour

la préparation des agrégats et l'installation des quatre malaxeurs de deux verges cubes chacun pour le mélange des 550,000 verges cubes de béton requises par le projet.

Chacun de ces six emplacements constituait une entité distincte avec des besoins tombant dans les deux catégories mentionnées plus haut. De fait, six sous-stations de 3500, 2200, 2800, 2850, 2000 et 1300 KVA chacune furent installées avec un certain facteur de réserve, indispensable dans une entreprise de ce genre.

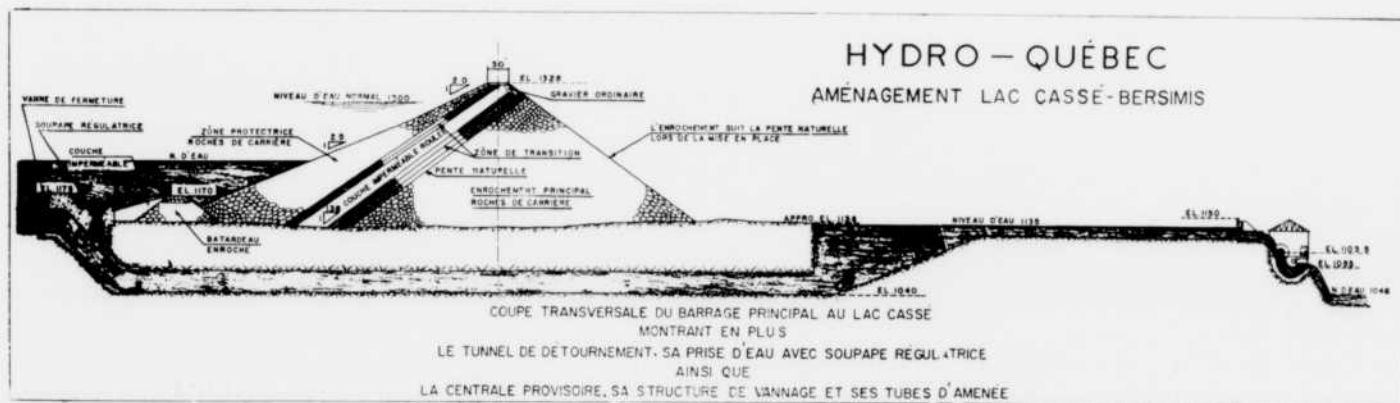


Fig. 1

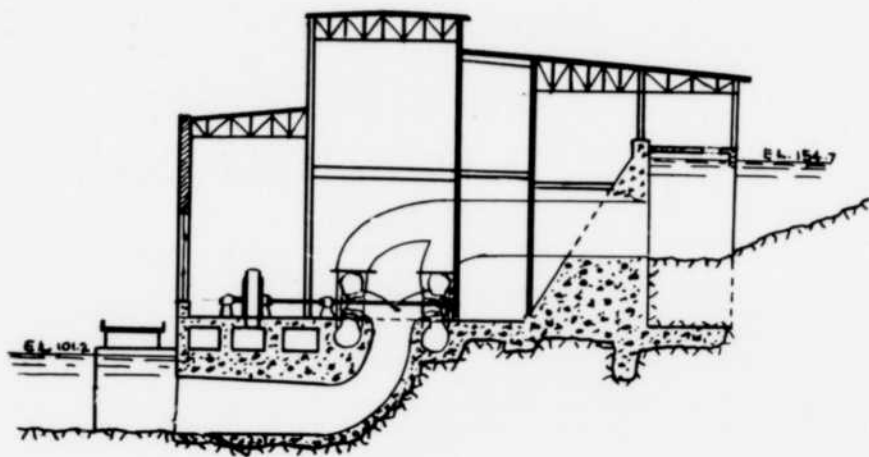


Fig. 2 — Coupe transversale de la centrale à St-Timothée.

Les besoins déterminés, il s'agit ensuite de trouver la source d'énergie. Trois solutions furent envisagées : la première prévoyait l'achat et l'installation de moteurs diesel. Leur coût et celui du carburant rendu à pied d'oeuvre écartèrent immédiatement cette alternative; la deuxième consistait en un approvisionnement disponible à la centrale de Manicouagan. Le coût comparatif devait inclure celui de l'intérêt sur la construction anticipée de quatre ans de la ligne de transport prévue. Le facteur décisif de rejet fut la quasi-certitude de ne pas avoir cette ligne assez tôt. La troisième solution ne manquait pas d'audace mais les circonstances la rendaient pratique. C'était une installation hydroélectrique dont les éléments seraient fournis par la centrale désaffectée de Saint-Timothée près de Beauharnois. Nous pouvions récupérer deux génératrices de 7500 HP chacune et les turbines qui les actionnaient. Quant à l'emplacement, il fut choisi après étude sur les lieux et autour de la table à dessin.

Lors d'une visite d'inspection à l'emplacement du barrage principal la découverte d'un emplacement qui semblait propice à l'installation d'une petite centrale amena les ingénieurs à étudier sérieusement les possibilités qui

s'offraient. Le lac Cassé qui devait être barré près de sa sortie n'est qu'un élargissement de la rivière Bersimis. Un cap de roc constitue l'étranglement qui le ramène au cours de la rivière. Ce rétrécissement est en même temps la crête d'un escarpement qui crée une chute de 85 pieds. Ce pan vertical suit le côté aval de la pointe de roc et revient sur lui-même en formant une sorte d'anse. Il est à sec sauf aux périodes de crues. L'emplacement convenait évidemment très bien à un aménagement hydroélectrique. De fait, les travaux se firent à sec. En amont, la topographie fournit une protection naturelle jusque vers la fin des travaux, alors que des batardeaux vinrent assurer la protection contre les crues. En aval, les caractéristiques des turbines disponibles

amenèrent une situation tout-à-fait particulière.

En effet, la hauteur de chute caractéristique des turbines de Saint-Timothée était d'environ 53.5 pieds. Au lac Cassé, la hauteur disponible était à peu près de 87 pieds. Il y avait un trop grand écart entre ces deux chiffres pour une adaptation telle quelle. On en arriva à une solution tout-à-fait satisfaisante en plaçant la turbine à une hauteur relative correspondant à celle de Saint-Timothée et en donnant au tube d'aspiration le profil d'un syphon. De cette façon, tout danger d'appel d'air fut éliminé. Voilà pourquoi nous sommes témoins du phénomène de l'eau continuant à descendre à sa sortie de la centrale. En plus, la topographie fut étudiée et des plans préparés en vue de la disposition la plus économique de l'ensemble. En conséquence, les groupes furent orientés à 90° de leur position première. L'arbre moteur est parallèle au côté longitudinal de la bâtisse et se trouve normal aux conduites forcées et au tube d'aspiration.

Si l'installation proprement dite s'opéra dans des conditions favorables, il convient d'en faire l'historique complet pour mettre en relief les principaux facteurs.

Décrivons d'abord les turbines et les génératrices puis accompagnons-les depuis l'édifice de Saint-Timothée dont elles étaient partie intégrante jusqu'à leur

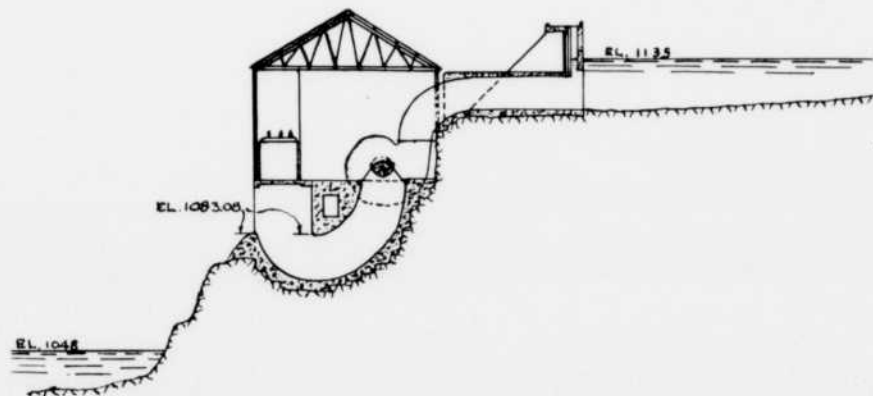


Fig. 3 — Coupe transversale de la centrale au lac Cassé.

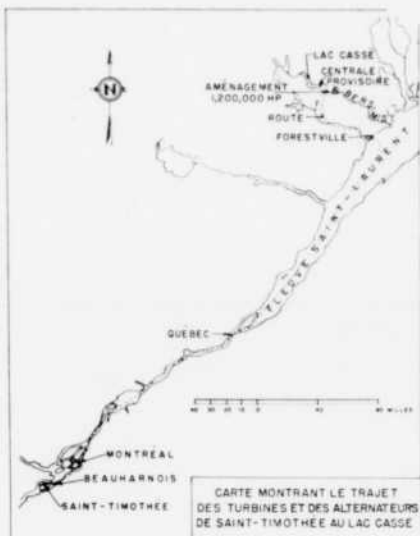


Fig. 4

ancrage au plancher de l'usine du lac Cassé, soit une distance de 415 milles.

Les turbines sont du type Francis avec axe horizontal et roues motrices jumelées. Elles ont une puissance de 7200 HP sous une hauteur de chute de 48 pieds et un débit de 1500 pcs. A Saint-Timothée, une seule conduite forcée avec bifurcation alimentait les deux roues vu leur direction parallèle au courant d'eau. (Fig. 2) Disons en passant que l'arbre moteur a 38'-5" de longueur, 18" de diamètre dans sa partie médiane, et les deux paliers de supports sont à 31'-6" de centre en centre. Elles furent installées vers 1912. Les alternateurs sont placés dans le prolongement des turbines. Ils ont une puissance de 5000 KVA, tournent à 150 rpm et génèrent de l'électricité à 2300 volts. Ils ont été en service continu jusqu'à ce que l'Hydro-Québec les acquière, pour profiter du débit de 6000 pcs que prenaient les quatre groupes. En détournant cette masse d'eau vers la centrale de Beauharnois, on lui ajoutait quelque 32 pieds de chute, puisque la hauteur utilisable à Beauharnois est de 80 pieds.

Cette machinerie était encore en parfaite condition, et il fut décidé de la transporter au Lac Cassé et de l'y faire servir à la



Fig. 5 — Démontage d'une turbine dans la centrale de Saint-Timothée (Photo Canadian Ingersoll Rand).

construction de l'aménagement de Bersimis. Deux alternateurs et leurs turbines et suffisamment de tubes d'amenée pouvaient être récupérés. L'entreprise était délicate mais pleinement de la compétence de ses artisans.

Les travaux de déménagement commencèrent en août 1952. Il fallut enlever les pièces à l'air libre et dégager celles qui étaient prises dans le béton, sans les endommager. Chaque pièce fut identifiée et emballée avec soin.

Le transport se fit par fardiers jusqu'à Beauharnois ou Montréal, par bateau jusqu'à Forestville, de nouveau par fardiers jusqu'à la rive droite du Lac Cassé et enfin par bateau-passeur jusqu'à l'emplacement proprement dit qui se trouvait sur la rive gauche. Les derniers milles du trajet pour arriver au Lac Cassé présentèrent de réelles difficultés, vu l'absence totale de route. Le transport durant la saison froide eut ceci de favorable que le gel avait con-



Fig. 6 — L'arbre moteur et les roues motrices jumelées d'une turbine, en route vers le Lac Cassé. (Photo Canadian Ingersoll Rand).



**Fig. 7 — Vue de la centrale provisoire en construction, montrant l'ensemble de l'excavation et les ouvertures pour les quatre conduites forcées.**

solidé le sol et les cours d'eau à traverser étaient recouverts de glace.

Les travaux au Lac Cassé commencèrent en décembre 1952. On choisit de construire l'infrastructure sur toute la surface puis de pousser l'installation des groupes à tour de rôle plutôt que simultanément à cause du besoin pressant. Le premier alternateur fut donc mis en service le 19 août 1953 et le second, le 8 novembre

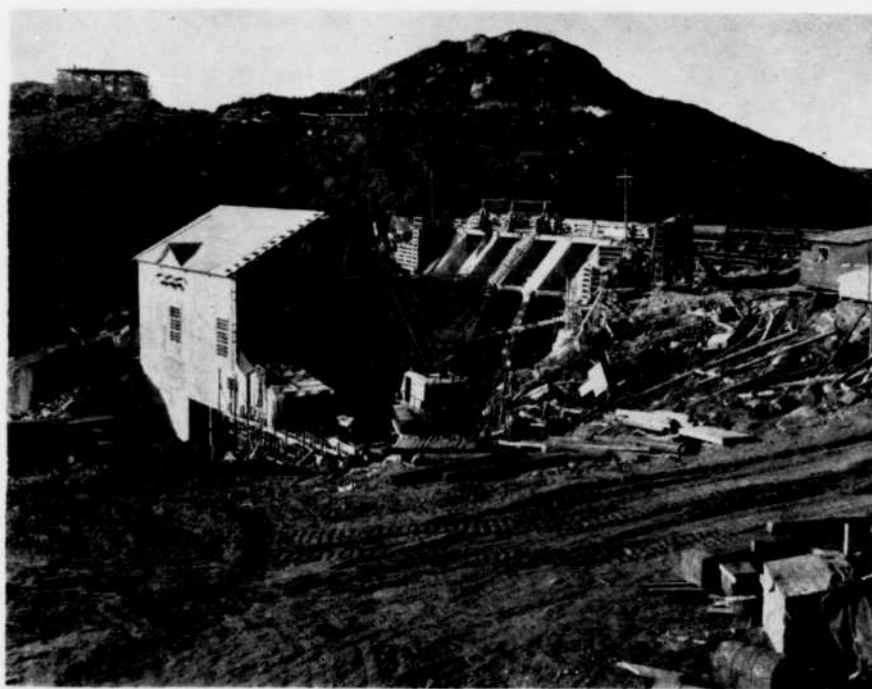
suivant. Tel qu'il a été dit précédemment l'orientation des groupes fut pivotée de 90°. (Fig. 3). Ceci diminua considérablement le creusage qui augmentait en hauteur à mesure qu'on s'enfonçait dans la rive. La comparaison des coupes transversales des centrales à Saint-Timothée et au Lac Cassé illustre ce fait.

La Figure 1 illustre le barrage principal et la centrale provisoire. Elle montre en outre un tunnel,

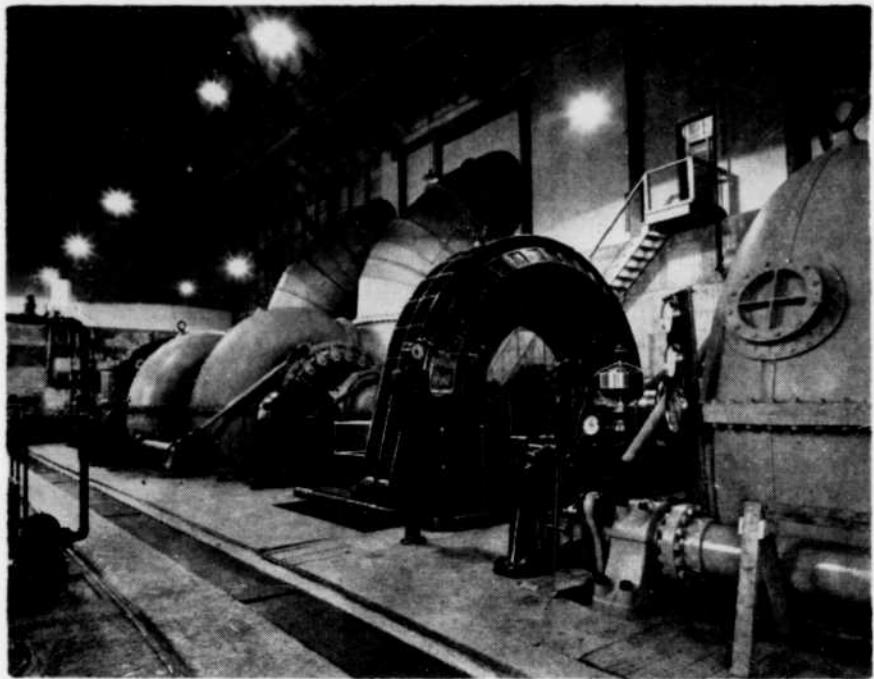
une vanne de fermeture située à l'entrée du tunnel et une soupape régulatrice juste un peu en aval. Le tunnel était indispensable au projet afin de laisser passer l'eau durant les crues des printemps de 1954 et 1955, en plus naturellement d'assurer l'eau à la centrale provisoire.

Quant à la soupape régulatrice, le coût en fut inclus dans le montant total des travaux décrits étant donné son rôle très défini.

**Fig. 8 — Vue de la centrale provisoire en construction, montrant une turbine et ses deux conduites forcées en place.**



**Fig. 9**  
**Vue intérieure**  
**de la centrale provisoire**  
**au Lac Cassé.**



Elle doit assurer l'eau requise au fonctionnement de la centrale provisoire nonobstant l'emmagasinement commencé en amont des barrages. Donc lorsque cette retenue exigera la fermeture de la vanne à l'entrée du tunnel, l'eau actionnant nos petites turbines devra passer par ce gigantesque

robinet de 102", qui pourra être réglé selon l'appel d'énergie et la pression croissante avec la hausse du niveau dans le réservoir.

Le raccordement à la ligne du premier groupe générateur de Bersimis-Lac Cassé est prévu pour

le 15 octobre de cette année. Cette date mettra un terme à l'existence de la centrale provisoire qui a fourni jusqu'ici 165 millions de kilowatt-heures et qui aura joué un rôle de toute première importance dans la réalisation d'une entreprise qualifiée à juste titre de colossale.



**Fig. 10 — La centrale provisoire au**  
**Lac Cassé, montrant l'eau s'écoulant**  
**en cascades des tubes d'aspiration.**



## LES BARRAGES ET LE TUNNEL D'AMENÉE À BERSIMIS

par **CLÉMENT FOREST, Ing. P.**

Division des Aménagements,  
Commission Hydroélectrique de Québec, Montréal.

Né à Ste-Marie-Salomée, l'auteur fit son cours classique au Collège de l'Assomption et étudia à l'Ecole Polytechnique de Montréal où il fut diplômé en 1941. Après un stage de deux ans dans la Division de l'Aviation civile du Ministère fédéral des Transports, il entra à la Beauharnois Light, Heat & Power Company en mai 1943. Il fut ingénieur en résidence pendant la construction de la centrale no 2 à Beauharnois. En janvier 1952 il passa à la division des Aménagements de l'Hydro-Québec où il est présentement assistant spécial de l'ingénieur-en-chef.

Bersimis ! Ce nom reste en vedette, non seulement dans le Québec, mais par tout le Canada à cause de l'importance de cet aménagement hydroélectrique dans notre économie et à cause des innovations scientifiques et techniques auxquelles il a donné lieu.

À première vue, on croirait que tout a été dit au sujet de ce projet qui est maintenant sur le point d'être complété. Depuis quatre ans, on a multiplié les articles dans les journaux et dans les revues de toutes catégories, aussi bien que les conférences devant les sociétés savantes. Certains exposaient l'ensemble du projet, d'autres en étudiaient un aspect important : caractéristiques hydrauliques, problèmes du réseau de transport de l'énergie et contrôle de la tension, mise sur pied et organisation des chantiers, etc.

Il semble, toutefois, qu'on n'a pas autant approfondi l'aspect génie civil des problèmes résultant de l'équipement, des barrages à élever, de la centrale, du poste de départ pour n'en énumérer que quelques-uns.

Ces problèmes de génie civil découlent :

- 1 — des travaux préliminaires,
- 2 — des travaux provisoires,
- 3 — des travaux accessoires,
- 4 — des travaux définitifs.

Dans chacun de ces groupements de travaux à effectuer, les ingénieurs — tant ceux de l'Hydro-Québec que les autres à l'emploi des entrepreneurs — ont souvent dû travailler d'arrache-pied pour trouver rapidement des solutions qui, pour assurer la sécurité, la solidité et la permanence tout en demeurant économiques, devaient souvent s'éloigner des sentiers battus.

Je laisse à d'autres la tâche de traiter des trois premiers groupes de travaux et d'exposer en détail les solutions ingénieuses, les véritables tours de force qui ont été accomplis parfois au point de soulever l'admiration du monde du génie. Je me contenterai de souligner quelques points saillants des techniques qui furent employées pour trouver les solutions appropriées ou pour contourner les difficultés rencontrées

au cours de l'exécution de certains travaux définitifs, à savoir les barrages et le tunnel d'amenée.

Il convient de souligner immédiatement que tout devait être accompli en vitesse. En effet, si au début du projet en 1951 — se basant sur le rythme antérieur d'augmentation de la demande d'électricité — la Commission avait fixé à 1958 ou 1959 la mise en marche des premiers groupes générateurs, la poussée subite en flèche des nouveaux projets industriels fut telle qu'il fallut dès l'année suivante reviser le programme d'exécution des travaux en vue de hâter le plus possible la date de mise en marche de la centrale. En fait, dès l'automne qui vient, soit en 1956, les premiers groupes seront fort probablement en exploitation.

### Barrages

Aux barrages, les travaux préliminaires étaient à peine en marche qu'il fallut penser à accélérer au maximum possible la cadence de l'oeuvre à accomplir, pour atteindre le but.

Pour permettre l'accumulation des eaux dans le bassin des lacs Cassé et Pipmuacan dès l'automne de 1955 comme le voulait le nouveau programme, il fallut s'attaquer aux travaux définitifs tout en exécutant les travaux provisoires.

Les deux barrages du lac Cassé, à l'embouchure des rivières Bersimis et Desroches, sont du type gravité en enrochement avec écran d'étanchéité. La partie nord du barrage Bersimis s'appuie sur une matière imperméable alors que la partie sud, tout comme le barrage Desroches, est sur le roc.

Fondations: Dès que l'on eut commencé le décapage du roc, on se mit immédiatement à forer des trous d'injection, les deux opérations avançant ensuite presque simultanément.

Sur toute la largeur de l'écran appuyé sur le roc, on perfora, à

l'aide de perforatrices à percussion, des trous de 1 1/2 pouce de diamètre à une profondeur de 15 pieds. La distance entre chacun — de centre à centre — était de 15 pieds.

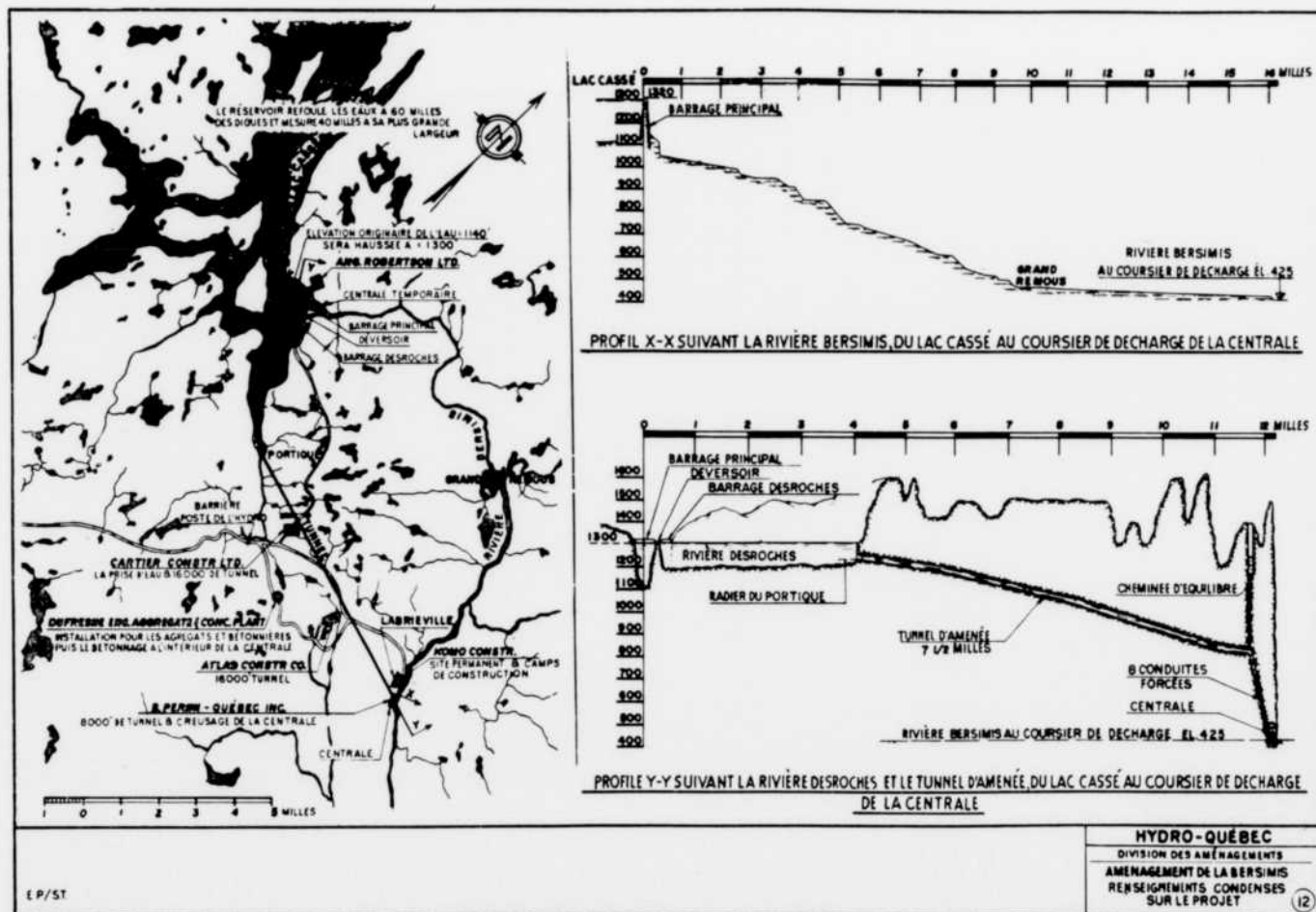
Ces trous d'injection sont faits dans un triple but: 1) pour s'assurer si le roc est étanche jusqu'à une profondeur raisonnable; 2) pour prolonger dans le roc, s'il y a lieu de le faire, l'étanchéité à l'eau; 3) au besoin, pour consolider le roc près de sa surface où il est souvent fissuré et endommagé par les intempéries.

Au cours de ces forages, il fallait donc noter toute fissure indiquant une infiltration possible. Après lavage avec un mélange d'air et d'eau pour le vider de tous les résidus du forage et pour nettoyer les fissures s'il y en a, chaque trou est soumis à un test à l'eau. Ce test est fait en enregistrant la quantité d'eau injectée

et en tenant compte du temps écoulé et de la pression de pompage. Ce sont là les indices qui permettent de déterminer la consistance des coulis d'injection qui suivront.

Les injections de coulis sont faites à une pression maximum de 25 livres au pouce carré, afin de ne pas risquer de soulever les blocs de roc qui pourraient être au-dessus d'une grande fissure horizontale. D'autre part, les trous voisins de celui qu'on injecte sont laissés ouverts; ils ne sont bouchés que s'ils communiquent entre eux au point que le coulis s'en échappe et qu'il devienne impossible de maintenir la pression.

Les injections sont faites au moyen de pompes à coulis aspirantes et foulantes. Elles sont reliées au trou au moyen de boyaux et d'un bouchon spécial évidé, en tuyauterie et caoutchouc. Par compression longitu-





dinale, ce bouchon prend une expansion qui lui permet d'épouser la forme du roc sur le pourtour du trou, ce qui permet de maintenir la pression voulue à l'intérieur de ce dernier.

Le travail d'injection cesse seulement quand la pression maximum se maintient dans un trou pendant dix minutes ou, si le trou était imperméable, quand cette pression s'est maintenue aux  $\frac{2}{3}$  pendant une demi-heure.

Au début d'une injection, le coulis est toujours très liquide; on doit l'épaissir graduellement à mesure que se poursuit l'injection.

Au cours des opérations, s'il arrivait que le coulis revint à la surface par des fissures, l'injection était arrêtée pour permettre de calfater les fissures. Le travail était ensuite continué. Dans les cas difficiles, on recouvrait d'abord la surface du roc d'une couche de "gunite".

A certains endroits, l'examen des carottes de trous d'exploration, forés à quelque distance des

trous injectés, fit constater que le coulis n'avait pas suffisamment pénétré dans les fissures. On procéda alors à des injections secondaires.

Après que la surface du roc eût été consolidée et imperméabilisée, on procéda à des injections, jusqu'à une profondeur de 40 pieds, en vue d'établir une sorte de rideau vertical imperméable sous la couche étanche. Il s'agissait d'allonger le plus possible le parcours d'infiltration et, par le fait même, de diminuer sa vitesse à un point tel qu'elle ne pourrait entraîner les particules restées dans les fissures.

Ces trous furent faits à la perforatrice au diamant et les carottes furent analysées afin de localiser les fissures et déterminer leur importance. Essais à l'eau et injections furent ainsi faits par zones d'environ 10 pieds d'épaisseur en commençant par le bas.

Pour les injections, le bouchon spécial était descendu jusqu'à la partie supérieure de la zone à

injecter. La pression maximum pour chaque zone était de deux livres par pied d'épaisseur de roc au-dessus du bouchon. Ensuite, on procédait de la même manière que pour les injections de surface, y compris les trous d'exploration entre les trous injectés.

Pour assurer un bon contact entre le roc et l'écran imperméable des barrages, toutes les fissures furent remplies au "gunite".

Là où la fente du roc était abrupte, on faisait une excavation afin d'obtenir une pente maximum de un pied horizontal par deux pieds verticaux. Là où l'excavation eut été trop dispendieuse, on corrigea la pente en utilisant du "gunite" et même du béton. Ces dispositions furent prises parce qu'une pente trop abrupte aurait pu occasionner le cisaillement de l'écran d'étanchéité ou des tassements différents au droit d'une falaise.

Sur le côté nord de la rivière Bersimis, une épaisseur de plus de 100 pieds de moraine glaciaire recouvrait le roc. Lorsque les morts-terrains furent enlevés, cette moraine fut trouvée imperméable et suffisamment résistante pour supporter le poids du barrage.

Pour ancrer la base de l'écran imperméable, on creusa longitudinalement au barrage un chemin de clef ou tranchée. Une grande difficulté retarda la construction du barrage du côté nord de la rivière Bersimis. Là où l'on devait établir l'écran d'étanchéité, on trouva une poche de matériel fin, trop perméable pour pouvoir assurer la solidité et la pérennité du barrage à construire. Il fallut enlever cette énorme quantité de matériel fin avant de procéder à la mise en place de l'écran imperméable.

Les pentes du corps principal du barrage sont les pentes naturelles de la chute du roc concassé. On transporta ce roc de carrières situées à faible distance. Déversé en vrac, le roc était ensuite lavé

immédiatement afin de parfaire le tassement au moment même de la construction et ainsi éviter qu'il s'en produise plus tard. A cette fin, on utilisa des jets d'eau ayant une pression à la lance de 150 livres au pouce carré. La quantité d'eau ainsi déversée équivalait à quatre fois le volume de la pierraille. Evidemment, une telle opération était impossible durant l'hiver.

Du côté amont, la fondation du barrage en roches de toutes grosseurs fut recouverte de trois couches de 10 pieds d'épaisseur, la première composée de pierre concassée de 3 à 10 pouces, la seconde de pierre de 1/2 à 3 pouces et la dernière de sable. Cette méthode fut adoptée afin d'éviter que l'argile devant servir à l'étanchéité soit perdue dans les interstices des grosses pierres.

L'écran d'argile fut ensuite tassé sur ce fond de sable par couches successives de 6 pouces chacune pour atteindre une épaisseur totale de 27 pieds à la base et de 15 pieds au sommet.

Aucun équipement spécial ne fut utilisé pour le tassement de l'argile, le passage des camions et tracteurs requis pour le transport et l'épandage de ce matériau suffisant à accomplir la tâche. A quelques endroits d'accès difficile, le tassement fut complété au moyen de dames pneumatiques.

Pendant la pose, l'argile fut constamment l'objet d'essais pour établir son pourcentage d'humidité, puis, après tassement, pour déterminer son poids.

Quand l'argile avait un pourcentage d'humidité en-dessous du pourcentage optimum, on lui ajoutait de l'eau après l'épandage, mais avant le tassement. Quand elle était trop humide, il fallait la laisser sécher à l'air. Il fallut souvent, après les grandes

pluies, enlever les 4 ou 5 pouces supérieurs de la couche étanche. On rejetait le matériau ainsi enlevé parce que trop détrempe : il n'aurait jamais pu être tassé. La surface ayant été ainsi sacrifiée, il devenait possible d'obtenir une bonne adhérence entre le fond et la couche subséquente.

A cause des pluies fréquentes de l'été 1954, cette opération dut être répétée à plusieurs reprises. Par suite de ces retards multiples, nous n'avions pas atteint à l'automne la cote proposée pour cette époque dans le programme des travaux.

Tout fut alors tenté pour continuer le travail malgré le froid. Ajoutant du chlorure de calcium à l'eau d'arrosage pour obtenir le pourcentage d'humidité requis, il a été ainsi possible d'ajouter quelques pieds à l'épaisseur de glaise requise. Il fallut abandonner la tâche avec les grands froids.

Au printemps suivant, ce fut la course entre le progrès du

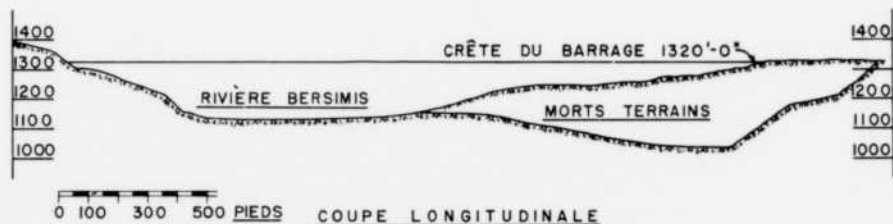
barrage et la crue des eaux qui, certains jours, dépassa un pied par jour.

Après une course essoufflante, la cote de l'écran imperméable n'était que de 3 pieds en avance sur la crue des eaux. Mais vinrent deux jours de pluie. Et tandis que l'eau montait, il était impossible de continuer le travail. Enfin, le soleil reparut et la course reprit. Il était temps : l'eau s'était élevée au point qu'elle n'était plus qu'à quelques pouces des points bas de la crête de l'écran. Ensuite, la température nous favorisa.

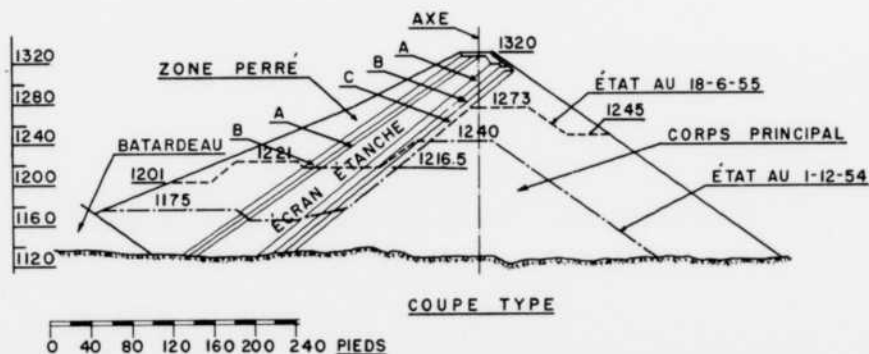
Dans l'ensemble de ce travail presque gigantesque, nous avons obtenu comme résultat final un tassement à 140 livres au pied cube avec un pourcentage d'humidité optimum. Nous avons obtenu un minimum de 97% du Test Standard de Proctor.

Par-dessus l'écran étanche, on a ensuite placé deux autres couches de matériaux de transition, la première de sable, l'autre de gravier. Puis, au-dessus, tant comme perré destiné à protéger

### BARRAGE BERSIMIS



### BARRAGE BERSIMIS



## MATÉRIAUX DES BARRAGES

	Bersimis vg. cu.	Desroches vg. cu.	Total vg. cu.
Roc — Corps principal .....	1,798,450	689,045	2,487,495
Transition C — 3" à 10" .....	120,816	32,229	153,045
B — 1/4" à 3" .....	337,443	108,134	445,577
A — 0" à 1/4" .....	254,920	81,964	336,884
Ecran étanche .....	382,705	123,957	506,662
Roc — Perré .....	765,383	392,723	1,158,106
	3,659,717	1,428,052	5,087,769

les couches inférieures que pour atteindre le poids requis de barrage, une nouvelle couche de roc a été déposée.

Rappelons ici que pour faire le plus rapidement possible et pour tenir le personnel constamment occupé, tous ces travaux étaient exécutés de front. C'est pourquoi le massif principal du barrage n'a été d'abord érigé que sur une partie de sa largeur et que chacune des différentes couches de matériaux de transition et d'imperméabilisation

étaient successivement posées à mesure que la couche précédente était en place. Ainsi, lorsque la pluie venait interrompre la pose de l'argile, les hommes continuaient à travailler, soit aux autres couches, soit encore pour compléter le massif de base.

Dans la nécessité où l'on était d'activer le plus possible la marche du travail, il vint un temps où la densité de la circulation fut telle qu'elle menaçait en fait de retarder les opérations. C'est alors qu'on eut recours à des

tuyaux de 12 pouces de diamètre pour placer, du sommet du massif principal, les matériaux des trois zones de transition à l'aval de l'écran.

## Tunnel

Une autre partie des travaux effectués à Bersimis, où les ingénieurs durent souvent faire preuve d'imagination, fut le percement de la galerie d'amenée au tunnel.

Cette galerie souterraine, qui passe sous lacs et montagnes, est d'une longueur de 40,000 pieds. Revêtue de béton, elle a une forme de fer à cheval équivalente à un cercle de 31 pieds de diamètre. L'excavation fut faite à 34 pieds de diamètre.

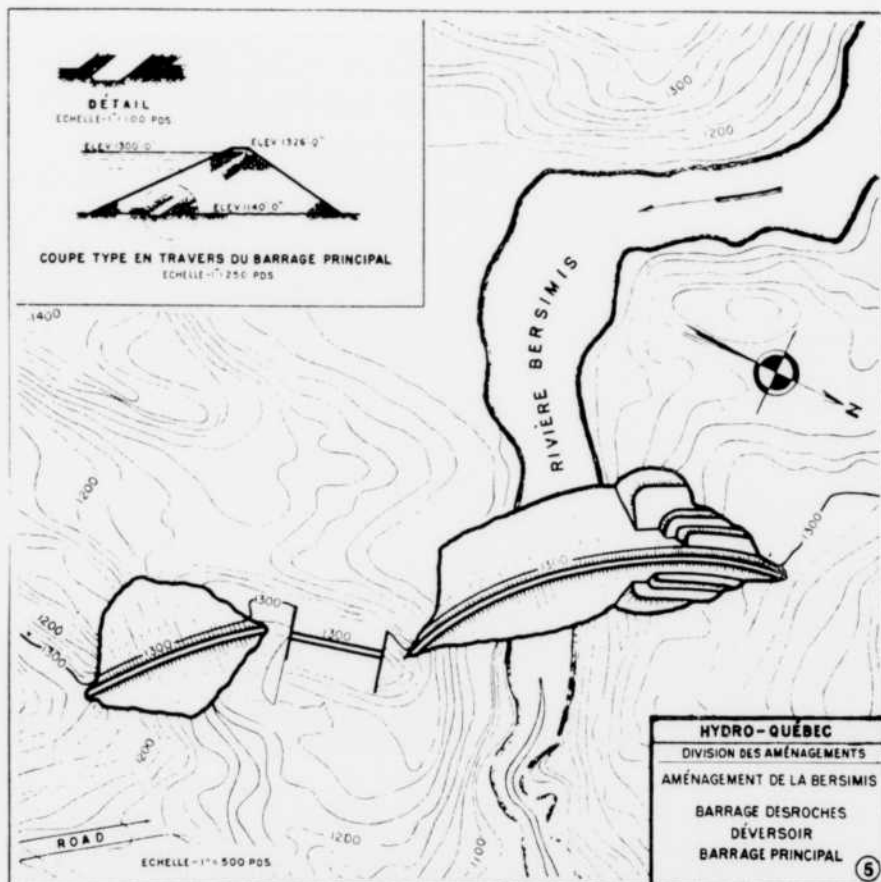
La prise d'eau à son extrémité amont est sur la rivière Desroches, tandis qu'à l'aval elle se termine par un distributeur circulaire qui dirige l'eau aux 8 tubes d'amenée des turbines. Le dénivellement entre la prise d'eau et le distributeur est de 445 pieds. Jamais la pente n'excède 2%.

Trois entrepreneurs ont fait le travail de percement à partir de fenêtres ayant respectivement des longueurs de 1,400, 2,500 et 2,500 pieds. Ces fenêtres furent percées à une dimension intérieure de 32 pieds de largeur par 25 pieds de hauteur.

A cause de la topographie de cette région montagneuse, il était beaucoup plus économique de percer des fenêtres plutôt que des puits. Cela exigeait moins d'équipement tout en évitant la remanutation, tant du roc excavé que du béton.

Le percement simultané du tunnel par trois entrepreneurs sur 6 fronts de taille a permis d'établir un programme de travail beaucoup plus rapide.

Le travail de percement a avancé d'environ 14 pieds par cycles d'une longueur de temps moyenne de 12 heures et 50 minutes. C'est en août 1953 que débuta le percement de la pre-



mière fenêtre, tandis que la dernière charge de dynamite pour parachever le tunnel explosa le 9 juin 1955.

Pour permettre un forage rapide sur les 6 fronts de taille, on a utilisé des portiques roulants sur rails, pneus et chenilles, qu'on nomme communément "jumbos". Chacun avait trois plateformes superposées sur lesquelles étaient installées des foreuses sur vérins hydrauliques pour faciliter les diverses prises de position. Il y avait 3 foreuses au palier supérieur, 4 au second, 6 à celui du bas et 4 autres au-dessous. Le palier inférieur était construit de façon spéciale. Au moyen de charnières et vérins, il se rabattait sur les chassis des portiques pour permettre le passage des pelles, camions et niveleuses nécessaires au déblaiement.

La profondeur des trous de dynamitage était de 12 à 20 pieds, forés au moyen de mèches d'aciers de 5-9-13-17 et 20 pieds munies de forets de tungstène de 2 1/8", 2", 1 7/8" et 1 3/4". Ces forets, en moyenne, nous ont donné 240 pieds linéaires de forage chacun à une vitesse de percement de 12 pouces à la minute. Entre 160 et 190 trous étaient requis pour chaque cycle, suivant la qualité du roc et la méthode employée.

### Dynamitage

Pour percer le tunnel, on utilisa 4 livres de dynamite par verge cube de roc en place.

Après avoir essayé divers types de détonateurs, nos ingénieurs optèrent pour les détonateurs électriques à longs délais et la pratique de faire exploser à une

cadence de 15 délais différents, variant de 25 à 100 millisecondes sur une période totale de 1.2 seconde entre la première et la dernière détonation.

Avec une répartition appropriée des trous de forage, ces détonateurs brisaient le roc en morceaux suffisamment petits pour permettre le déblaiement sans exiger de dynamitage secondaire. Autre fait intéressant, cette méthode ne dispersait pas le roc brisé mais le laissait en tas tout près du front de taille.

En vue d'éviter les accidents, chaque dynamitage était immédiatement suivi du décapage de sécurité (scaling), opération qui consiste à détacher de l'arche tous les fragments de roc qui n'étaient pas solidement retenus. C'est là une opération toujours dangereuse et qui doit être exécutée avec soin.

### Déblaiement

On procéda aux opérations de déblaiement en utilisant des pelles mécaniques actionnées à l'électricité. Ces pelles avaient une capacité nominale de 5 verges cubes. Toutefois, pour permettre de les retourner en tous sens dans l'espace restreint du tunnel, elles furent équipées de flèche et contre-flèche raccourcies, ce qui eut pour effet de réduire à 2 verges cubes la capacité du godet.

Chaque ronde de dynamitage donnait environ 560 verges cubes de roc fragmenté. Ce roc était chargé dans des camions de 15 tonnes et transporté à l'extérieur par les fenêtres d'accès.

Chaque front de taille était aussi équipé d'une plaque de virage pour permettre de virer les camions en quelques secondes, sans manoeuvre compliquée pour les chauffeurs.

### Supports

Le roc à Bersimis est particulièrement massif. Nous en trouvons la preuve dans le fait que,

### TUNNEL

	Section I	Section II	Section III	Total
Longueur en pieds .....	15,847	16,000	7,460	39,307
Excavation en verges cubes .....	606,410	625,714	312,876	1,545,000
Moyenne d'excavation en pi lin. par semaine .....	235	257	239	731
Moyenne d'excavation en verges cubes par pi. lin. ....	38.36	38.98	38.42	38.63
Dynamite en livres par verge cube .....	3.61	3.86	4.28	3.85
Pieds de forage par verge cube ....	4.71	4.95	4.74	4.81
Béton en verges cubes par pied lin.				
pour chaîne .....	0.53	0.71	0.48	0.60
pour arche .....	6.21	6.53	6.18	6.38
pour radier .....	2.18	2.24	2.08	2.19
pour total .....	8.93	9.58	8.75	9.16
Béton total en verges cubes .....	141,507	153,339	65,258	360,104

### TUNNEL CYCLE D'EXCAVATION

Forage .....	3 hres 40 min.
Charge de la dynamite,	
Recul de l'équipement, Coup de mine .....	1 hre 25 min.
Ventilation .....	0 hre 25 min.
Déroctage du toit,	
Déblaiement, Mise en place de l'équipement .....	7 hres 20 min.
	12 hres 50 min.

AVANCE DU FRONT DE TAILLE — 13 à 14 pi. lin.

### TUNNEL CYCLE DE BETONNAGE DE L'ARCHE

Mise en place du béton .....	6 à 9 hres
Prise de béton .....	10 à 11 hres
Décoffrage et mise en place des coffrages .....	4 à 8 hres

EN GÉNÉRAL 6 CYCLES PAR SEMAINE DE 6 JOURS



On a ainsi injecté 2,000 verges cubes de coulis. Les résultats furent probants : l'eau cessa de s'infiltrer. En continuant le travail de percement, on constata que toutes les fissures étaient remplies de coulis. L'une d'entre elles, sur une certaine longueur, avait 7 pouces de large.

### Arpentage et vérification

Le percement du tunnel étant fait simultanément à trois endroits différents et éloignés les uns des autres, il a d'abord fallu déterminer avec exactitude les trois points de départ, tant en direction qu'en altitude, les uns par rapport aux autres. Puis, évidemment, il fallait que le travail subséquent fût suivi de très près. Le résultat obtenu a été presque parfait : aux deux points de rencontre, les alignements des différentes sections n'étaient qu'à une fraction de pouce l'un de l'autre.

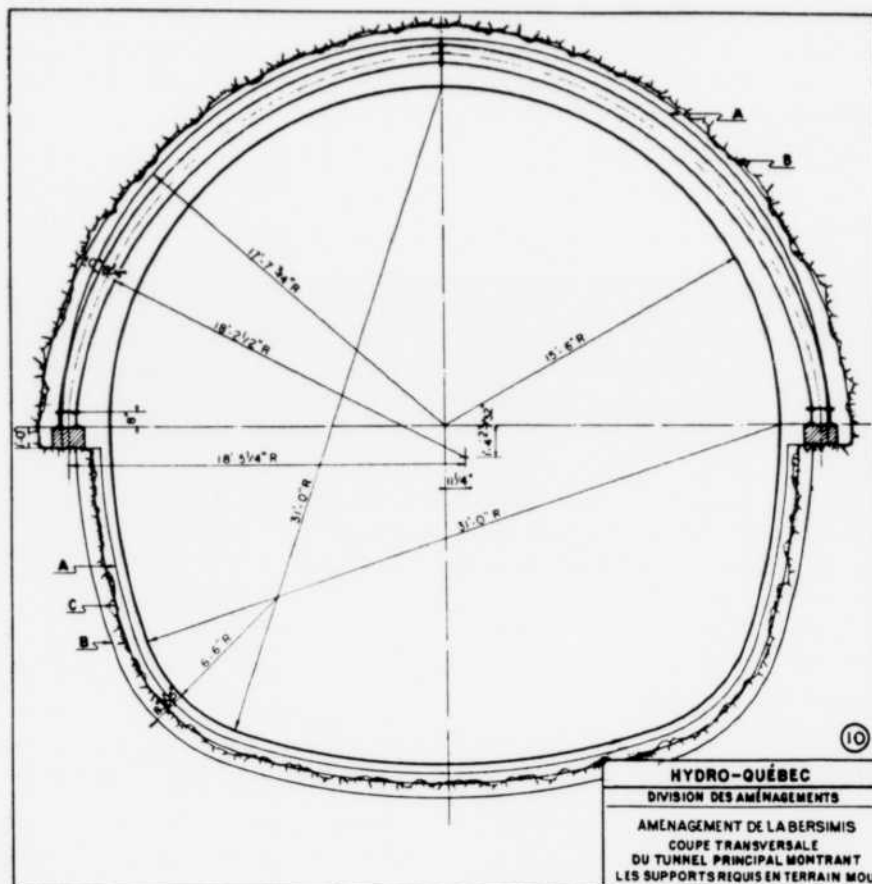
Enfin, avant de procéder au bétonnage intérieur du tunnel, il fallait vérifier si, sur toute la longueur, on obtiendrait l'épaisseur requise de béton. A cette fin, on a construit un "jumbo" qui permettait de mesurer la longueur de tous les rayons de la courbe du tunnel. Si on rencontrait une pointe de roc qui aurait diminué l'épaisseur du béton, elle était dynamitée.

### Bétonnage

Tout le ciment utilisé à Bersimis était transporté par eau jusqu'à Forestville, et de là à la bétonnière par camions. La presque totalité a été livrée en vrac.

La bétonnière était placée vers le centre du projet, dans la région de la fenêtre no 2. Elle comprenait 4 malaxeurs de 2 verges cubes chacun, plus l'équipement requis pour permettre des opérations semi-automatiques.

Tout près, il y avait un banc de gravier et une usine de concassage, lavage et tamisage qui donnait tous les agrégats requis



à l'exception des plus gros. Ceux-ci venaient d'une poste secondaire de concassage qui utilisait la pierre provenant de l'excavation du tunnel.

Des camions de 15 tonnes, surmontés de boîtes spécialement construites, transportaient 8 verges cubes de béton par voyage. L'hiver, les gaz d'échappement du moteur passaient par le double fond de la boîte afin de maintenir le béton au chaud pendant le transport.

Pour certaines sections, les distances à parcourir à partir de la bétonnière étaient assez grandes et ce charroiyage pouvait exiger de une à deux heures. Si pour une raison quelconque le trajet à parcourir avait exigé plus de deux heures, la charge était automatiquement rejetée.

Cette nécessité de transporter le béton pendant un temps relativement long créait un grave problème de ségrégation. C'est

en vue de le limiter que l'on utilisait du Pozzolithe spécial entraîneur d'air. Ce produit facilitait la mise en place, parce qu'en diminuant l'eau requise au gâchage elle retardait la prise du béton; par contre, la prise était accélérée après deux heures, ce qui permettait de décoffrer après 11 heures.

La quantité d'air occlus dans le sable employé variait de 0 à 10%. Cet air était enlevé au moyen d'un additif chasseur d'air.

### Mise en place

On a fait la mise en place du béton aux deux premières sections du tunnel au moyen de machines pneumatiques "Press weld". Pour la troisième section on utilisait des pompes à béton "Pumpcrete".

La première opération consistait à couler en longueur, de chaque côté du tunnel, une longue

chaîne (semblable à une chaîne de trottoir) destinée à servir d'appui au coffrage métallique. La seconde à couler l'arche et la troisième le radier.

Les deux dernières opérations exigeaient des "jumbos" spécialement conçus pour tout l'équipement requis.

Celui qui a été utilisé pour l'arche avait une longueur de 280 pieds et était déplacé sur des rails. Il était accompagné d'une rampe et d'une table tournante pour permettre aux camions de déverser leur chargement de béton dans des trémies qui servaient d'agitateurs pour empêcher la ségrégation. Ces trémies étaient placées au-dessus des trois "Pressweld" ou des trois "Pumpcrete" requis.

Dans le cas des "Pressweld", il fallait beaucoup d'air comprimé. Pour rendre la pression constante et suffisante, toute une batterie de réservoir était installée sous la plateforme entre la table tournante et les appareils de mise en place.

Les "Pressweld" (ou les "Pumpcrete") étaient installés au niveau du sol. Par des tuyaux de 8 pouces, ils poussaient le béton, par une rampe puis sur le palier supérieur, jusqu'au sommet du tunnel. Les préposés à la mise en place proprement dite se déplaçaient sur ce palier supérieur qui était aussi le terminus des lignes d'air, d'eau et d'électricité. Un espace était prévu pour emmagasiner tous les tuyaux nécessaires, soit près de 1,000 pieds, et pour pouvoir les laver après chaque opération.

Les coffrages étaient en acier. Non télescopiques à cause de leur grand diamètre on les déplaçait sur rails.

Suivant les sections, les coulées furent de 160, de 120 ou de 80 pieds chacune.

On utilisa des vibrateurs à l'air pour assurer une bonne mise en place. Ce travail fut bien réussi et donna un bon béton bien sain. Là où, occasionnellement, il y avait eu des fuites de coulis ou que la prise laissait à désirer, le mauvais béton fut enlevé et l'on rapiéça au "gunite".

### Injections

Etant données les difficultés de bétonner l'extrados de la voûte, on a fait des injections de coulis pour s'assurer qu'il n'y avait pas de vide entre le béton et le rocher.

Deux séries d'injections ont été faites. La première, à 50 livres de pression au pouce carré, était en vue de remplir les vides résultant du bétonnage initial. La seconde série suivait 10 jours plus tard. Faite à 100 livres de pression au pouce carré, elle était destinée à sceller toutes les petites fissures et à remplir les vides résultant du retrait causé par la prise de l'injection antérieure. Par cette méthode, béton et rocher ne font qu'un et le rocher lui-même est consolidé.

Pour ces injections de la voûte du tunnel, on a employé le même procédé que celui décrit plus haut pour les barrages.

La profondeur des trous forés devait être d'au moins deux pieds dans le rocher. Comme l'expérience

acquise à d'autres tunnels démontrait qu'il était inutile de faire des injections sur tout le pourtour de la voûte, trois rangées de trous seulement furent forés : l'une au sommet, les deux autres de chaque côté à 45° de la première.

Les trous furent forés à tous les 5 pieds sur toute la longueur du tunnel. On utilisa ainsi en moyenne, pour les deux injections, 3 sacs de ciment par pied linéaire de tunnel. Il va sans dire, c'est aux endroits qu'il avait fallu consolider au moyen d'arches de support métalliques que l'on dut employer la plus grande quantité de coulis.

Aux endroits des failles, il fallait prendre des précautions plus étendues. Pour y consolider le roc, on y a fait des injections sur tout le pourtour du tunnel à une profondeur de 15 pieds. Dans le cas d'une faille profonde et très étroite, à la troisième section, on a du renforcer le béton au moyen d'une armature.

### Fermeture des fenêtres

Les fenêtres des sections 1 et 2 descendaient vers le tunnel. On les a fermées au moyen de bouchons en béton de 50 pieds de long et qui ont la forme de troncs de cônes.

La fenêtre d'accès no 3 monte en rampe vers le tunnel. Un bouchon semblable aux précédents y fut construit, mais en y laissant au centre une ouverture de 4½ x 5 pieds pour permettre l'accès au tunnel, si cela devenait nécessaire plus tard. Cette ouverture est fermée par une porte en métal.

## LES PARAFODRES COUGNARD

### POUR LIGNES DE HAUTES TENSIONS

par **ARTHUR LEHMANN, Ing. P.**

Canadian Lightning Protection Ltd., Montréal.



Né en Alsace-Lorraine, l'auteur a fait ses études classiques à Strasbourg. Il a ensuite suivi les cours et obtenu un diplôme d'ingénieur-mécanicien à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs Arts et Métiers à Lille et un diplôme d'ingénieur-électricien à l'Ecole Supérieure d'Electricité de Paris. Après avoir passé 15 ans aux services techniques des chemins de fer français, il est venu au Canada en 1948. Après quelques mois passés au bureau d'études de Bédard-Girard Ltée, il fut occupé pendant cinq ans par MM. Surveyer, Nenniger et Chênevert, Ingénieurs Conseils, puis devint représentant pour la Canadian Lightning Protection Limited à Montréal.

Il n'a certainement pas échappé aux yeux inquisiteurs des ingénieurs électriciens, que sur certaines lignes électriques du Canada un nouvel appareil de protection contre la foudre est apparu. Il est le fruit de nombreuses années de mise au point par un éminent ingénieur français du nom de Cougnard, décédé tout récemment. Jérôme Cougnard, également astronome aux idées très avancées et originales, a établi des relations entre certains phénomènes naturels comme l'aurore boréale et la foudre tel que nous pouvons l'observer en été.

#### Une théorie nouvelle

L'exposé, même général, de ces phénomènes dépasserait évidemment le cadre de cet article et fait l'objet d'un livre "Mes interprétations en Astronomie, Electro-Magnétisme terrestre et Radio-Activité" publié en juin par "Les Editions Toulousaines de l'Ingénieur", Toulouse, France. Par contre, il est utile d'établir, en guise de préambule, que l'inventeur affirme que les dégâts aux lignes et à l'appareillage raccordés ne sont pas dus à la foudre elle-même, mais à l'énergie transportée par

la ligne. Beaucoup d'ingénieurs sont d'accord sur ce point, mais il est indispensable d'équiper des lignes avec le nouveau système de protection pour en fournir les preuves.

L'inventeur a mis sur pied une théorie nouvelle dont l'avenir confirmera ou non le bien fondé; mais qui n'a pu être démentie jusqu'à présent. Il explique d'une façon originale comment les nuages sont chargés d'électricité.

Les nuages remplissant certaines conditions de température peuvent être considérés comme des conducteurs de grandes dimensions, coupant le champ magnétique galactique et se chargeant d'électricité conformément à la loi de Maxwell. Il est parfaitement justifié de les considérer comme conducteurs, étant donné que ces nuages agissent sur un compas magnétique de la même façon que l'eau de mer par exemple. Tous les aviateurs savent que le compas magnétique cesse tout simplement de fournir des indications dans de tels nuages.

On peut objecter que ce champ magnétique interstellaire est faible, ce qui est exact, mais la vitesse du nuage est telle — de l'ordre de 1800 milles à la seconde — qu'un potentiel considérable peut être induit, sa valeur en voltage étant trouvée par une formule classique. Cette théorie expliquerait en particulier l'origine des décharges successives dans un temps extrêmement réduit. Lorsqu'une décharge se produit entre un nuage et la terre, il y a ionisation de l'atmosphère et cette ionisation est accompagnée conformément aux principes de la physique nucléaire de :

- a) Absorption d'ondes de haute fréquence.
- b) Emission d'une lumière d'étincelles.
- c) Décharge d'environ 60 calories par électron libéré.

Les ions ainsi libérés ont une vie limitée et vont se neutraliser plus ou moins rapidement, en reprenant les électrons manquants. Mais cette neutralisation est accompagnée de :

- 1 — Emission d'ondes de haute fréquence.
- 2 — Emission d'une lumière d'arc.
- 3 — Absorption d'environ 60 calories par électron.



Fig. 1 — Déioniseurs d'extrémité de ligne 44 KV à Beauharnois.

Si les ions, aussitôt après leur formation, rencontrent une ligne de haute tension, ils vont suivre cette ligne suivant la direction du vent, mais guidés par les ondes de haute fréquence émises simultanément. Ces ondes sont en effet captées par la ligne et la parcourent à la vitesse de la lumière.

Si sur son chemin le nuage ionisé rencontre un point faible : angle très prononcé ou hauban finissant près des fils de phase, etc..., il créera par sa conductibilité une piste à l'énergie de la ligne pour s'écouler dans la terre et l'onde à front raide est née. Il s'ensuit que, pour éviter des dégâts ou intempestives de la ligne, il faut neutraliser l'air ionisé avant qu'il ne puisse causer des méfaits.

L'appareil de protection que l'inventeur a aussi appelé "Déioniseur" devra par suite remplir deux fonctions :

- a) Arrêter les ions pour les obliger à se neutraliser par réflexion dans l'atmosphère.
- b) Conduire à la terre les ondes de haute fréquence, pilotes des ions. De par leur nature, ces ondes peuvent avoir des fréquences très diverses, variables avec le niveau des orbites occupés par les électrons autour du noyau.

Le Déioniseur est toujours composé d'une plaque métallique destinée à arrêter les ions, et d'un condensateur dont un côté est raccordé à la terre; mais cette mise à la terre peut avoir une résistance en ohms relativement élevée, l'énergie étant de très faible valeur. Il va de soi que cette condition est très avantageuse dans les endroits où il est difficile d'avoir une mise à la terre de quelques ohms.

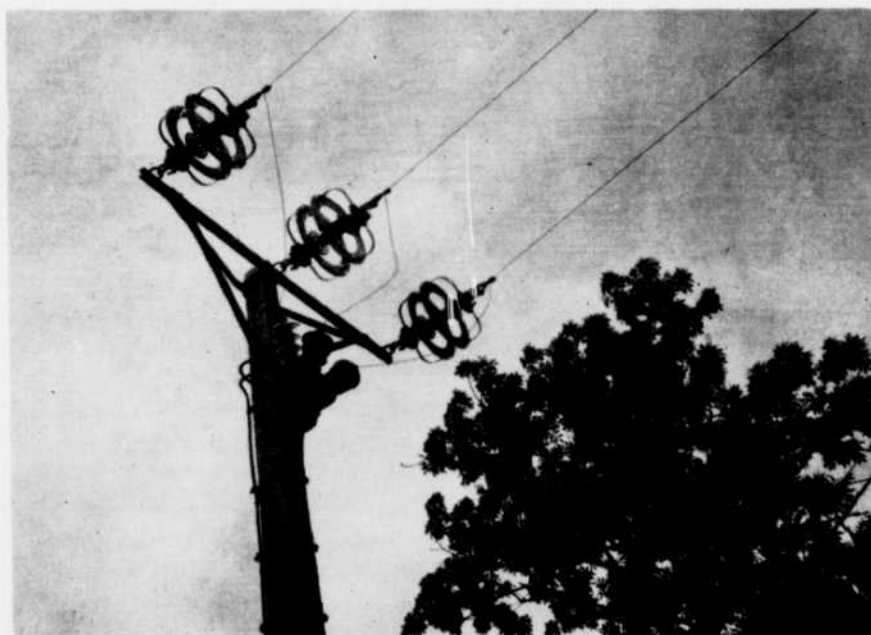


Fig. 2 — Déioniseurs d'extrémité de ligne pour 25 KV installés en France.

## Principe de la protection

Pour protéger une ligne et son appareillage, il est nécessaire de placer des Déioniseurs en des endroits judicieusement choisis, mais toujours à proximité des interrupteurs et transformateurs, et d'éliminer les points faibles. Les plus importants de ces derniers sont les extrémités de lignes, les angles à  $90^\circ$  et moins, car les ions sont comme doués d'inertie et ont tendance à suivre une ligne droite ou légèrement incurvée plutôt que de tourner suivant un angle plus ou moins aigu. Naturellement un angle peut-être parfaitement protégé par des jeux de Déioniseurs, mais dans certains cas il serait plutôt onéreux de le faire et on peut avoir recours à des artifices plus économiques.

Il est toujours opportun aussi de protéger le raccordement d'une ligne aérienne à un câble souterrain, car ce dernier est susceptible d'amplifier la surtension grâce à sa capacité.

Il faut toujours installer un Déioniseur au droit d'un transformateur, son bobinage ayant une capacité élevée pour les ondes



Fig. 3 — Déioniseur monté sur isolateur Kimble 13.8 KV (Centres Phases).

de haute fréquence émises pendant la neutralisation.

En conclusion une ligne de distribution aura des parafoudres à ses extrémités et à chaque transformateur. Par contre, une ligne de transmission n'exige, si son tracé est sensiblement rectiligne, qu'une protection à chaque extrémité. Pour le comprendre il suffit de se reporter à la théorie exposée plus haut. Si, en effet, la foudre attaque la ligne à une distance importante des transformateurs, la neutralisation des ions sera complète avant que ces derniers atteignent les appareils de protection.

Reste le coup de foudre direct; beaucoup de dégâts lui ont été attribués, mais une expérience s'étendant sur au moins 25 années a montré qu'ils sont en réalité moins fréquents qu'on ne le pense. Certes, il est arrivé qu'un poteau de bois soit fendu du haut en bas par un coup de foudre direct ou qu'un fil entre deux supports soit simplement coupé, mais ces cas sont plutôt rares et aucun protecteur n'existe sur le marché pour faire face à ces éventualités. Il a été constaté, en particulier sur une ligne aux Etats-Unis, que les dégâts partiels aux poteaux, attribués à des coups directs, ont été éliminés par la protection rationnelle des conducteurs primaires. Néanmoins, Jérôme Cougnard a fait breveter l'an dernier un paratonnerre déio-

niseur capable de protéger les structures métalliques ou poteaux de bois en des emplacements particuliers, points de prédilection pour les coups directs.

#### Installations existantes

Des parafoudres Cougnard sont installés depuis de nombreuses années en France et dans les pays de l'Union française, jusqu'à des tensions de 150 Kv.

Ici au Canada, l'Hydro-Québec, la Shawinigan Water & Power Co., ainsi que l'Electrification Rurale de Québec, ont des lignes d'essai depuis plus de cinq ans. Ces distributeurs, agissant plus ou moins comme pionniers pour un appareil nouveau, ont permis de l'expérimenter dans ce continent. Les résultats obtenus sont extrêmement intéressants et gagneraient à être étendus à des réseaux complets, seul moyen de juger de leur pleine efficacité.

Tout récemment, la Philadelphia Electric Co. a équipé une ligne complète de 33 Kv raccordée à sept sous-stations de puissances variées. Cette ligne qui enregistrait auparavant une vingtaine d'interruptions dues à la foudre par saison, et de nombreux dégâts aux poteaux, n'a pas déclenché une fois depuis le début du mois de mai.

D'autres essais sur des lignes de 13.8 Kv sont en cours dans la Caroline du Nord, dans des régions très éprouvées par la foudre. Jusqu'ici, non seulement les dégâts et interruptions ont été supprimés, mais le secondaire aussi est resté sans surtension gênante, ce qui est parfaitement logique. On peut ajouter que les clients de ce réseau ont perdu réellement la crainte de la foudre. Autrefois ils sortaient de leurs maisons pendant les orages à cause du "feu" sur leurs fils à 110 volts, maintenant ils restent dedans. Ils ne se plaignent plus non plus de la détérioration intempestive de leurs lampes de radio et de télévision.

#### Photographies du texte

Les photographies reproduites dans le texte montrent deux jeux de Déioniseurs triphasés pour extrémité de ligne, et pour des tensions de 44 et de 25 Kv respectivement et deux appareils montés sur isolateurs à fiche pour une tension de 13.8 Kv. Sur la figure No 4 un de ces derniers appareils est en cours de montage, cette opération dure environ 25 minutes et peut être effectuée sans enlever le courant sur la ligne.



Fig. 4 — Montage d'un Déioniseur sur isolateur Kimble 13.8 KV à Sanford, N.C.

#### Conclusion

Pour comparer le système de protection conventionnel avec le système Cougnard, il faut faire ressortir à nouveau que les Déioniseurs suppriment les surtensions dans les lignes. Des expériences faites par certaines compagnies d'électricité confirment ce fait. La courbe enregistrée indique une très légère bosse par rapport à la tension normale, comparée à l'augmentation subite à plusieurs fois la valeur de la tension du réseau pour une ligne protégée conventionnellement.

Ce dernier système a certes ses qualités; il agit comme un remède en absorbant une partie des surtensions dangereuses; mais la protection par Déioniseurs agit comme un préventif en combattant la foudre dans son effet primaire.

Tous les appareils Cougnard sont naturellement brevetés aux Etats-Unis et au Canada, ainsi que dans la plupart des Etats importants du monde entier.

# C'EST MERVEILLEUX!



L'électricité est sans aucun doute un facteur important dans le progrès de notre civilisation. Que deviendraient, sans elle, l'économie, la culture et les conditions de vie de notre monde moderne ?

Ce qu'il y a de plus merveilleux, ce n'est pas que l'homme ait asservi l'énergie électrique, mais que cette forme d'énergie, devenue essentielle, soit toujours à sa disposition, à un prix extrêmement modique.

Et cette merveille saute aux yeux quand on songe que cette énergie obéit au moindre signe et qu'elle ne coûte que quelques sous par jour.



compagnies associées et filiales



# Vie DE L'ÉCOLE

## Nouvelles concernant les membres du personnel enseignant

Parmi les nominations faites par la Corporation de l'École Polytechnique durant l'été, il nous fait plaisir de mentionner tout d'abord celle de M. Raymond Boucher, qui a été nommé chef du département de travaux publics et bâtiments, tout en conservant la direction de la section d'hydraulique de ce département, et celle de M. Jacques Décary, qui est devenu trésorier de l'École; il avait jusqu'ici le titre de chef du service de la comptabilité.

Monsieur Raymond Boucher est natif de Stanbridge dans les cantons de l'Est. Il a fait ses études secondaires au Mont-Saint-Louis, après quoi il entra à l'École Polytechnique où il poursuivit de brillantes études couronnées, en 1933, des diplômes d'Ingénieur et de Bachelier ès Sciences appliquées. Puis il entreprit des études post universitaires au

Massachusetts Institute of Technology où il obtint le grade de Maître ès Sciences en 1934. Monsieur Boucher fait partie du personnel enseignant de l'École Polytechnique depuis lors, d'abord comme assistant-professeur d'hydraulique jusqu'en 1937, alors qu'il fut promu au grade de professeur agrégé. En 1944, il devint professeur titulaire d'hydraulique et responsable de l'enseignement et des recherches en cette matière à Polytechnique.

Monsieur Boucher a acquis une vaste expérience comme hydraulicien se spécialisant dans l'étude expérimentale de constructions hydrauliques sur modèles réduits. En maintes occasions, il a été appelé comme expert et il a agi comme conseil auprès de grandes entreprises hydroélectriques gouvernementales et privées. Il a publié de nombreux articles sur des sujets relevant de sa spécialité et un grand nombre de rapports, relatifs à ses recherches sur modèles réduits. Il fait partie de nombreuses associations professionnelles, telles que la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, l'American Society of Civil Engineers, l'Engineering Institute of Canada, l'American Geophysical Union, l'International Association for Hydraulic Research.

Monsieur Jacques Décary a fait ses études primaires à Saint-Léon de Westmount et son cours classique au Collège de Montréal, où il a obtenu son baccalauréat ès Arts en 1932. Il est entré ensuite à l'École des Hautes Études Commerciales où il obtint le grade de licencié ès Sciences commerciales en 1935.

Après quelques années au service de la Banque Provinciale du Canada, M. Décary vient à l'École Polytechnique comme comptable en juillet 1939. Quelques années plus tard, il est promu au rang de chef du service de la comptabilité. Depuis septembre 1953, M. Décary agit aussi comme chef du personnel du bureau général et du personnel d'entretien de l'institution. Monsieur Dé-

cary s'occupe activement de l'Association des Étudiants de Polytechnique en qualité de contrôleur des finances de cette association. Il est aussi trésorier de l'Ingénieur et du Prêt d'Honneur de l'Association des Diplômés.

Monsieur Pierre-Louis Piché a été, en date du 1er juillet, promu du grade d'assistant-professeur à celui de professeur agrégé. Monsieur Piché est attaché au département de Génie électrique, division de l'Électronique, depuis plusieurs années. Il a obtenu son diplôme d'Ingénieur à l'Université McGill en 1948, puis a fait un séjour d'études à l'École Polytechnique fédérale de Zurich, pour revenir à Montréal et recevoir, après un an de séjour, le diplôme de Maître ès Sciences Physiques de l'Université de Montréal.

Messieurs Maurice Poupard, Marcel Prévost et Claude Dubeau ont été tous trois promus du grade d'assistant de laboratoire à celui d'assistant-professeur.



M. Raymond Boucher



M. Jacques Décary

Monsieur Poupard est un diplômé de la promotion 1953. Après son entrée au service de Polytechnique en mai 1953, il a fait un séjour d'un an en Angleterre, à titre de boursier Athlone, où il s'est spécialisé dans certains aspects du génie mécanique relatifs à la construction des machines.

Monsieur Marcel Prévost, diplômé de 1954, est au service de son Alma Mater depuis le mois d'août 1954. Il donne, en collaboration avec monsieur Poupard, les cours de mécanique en troisième année d'études, et s'occupe de divers laboratoires du département de génie mécanique.

Monsieur Claude Dubeau est un diplômé de la Faculté des Sciences de l'Université Laval. Il est bachelier en chimie de l'année 1954 et s'est joint au personnel de notre département de Chimie et de Génie chimique immédiatement après ses études.

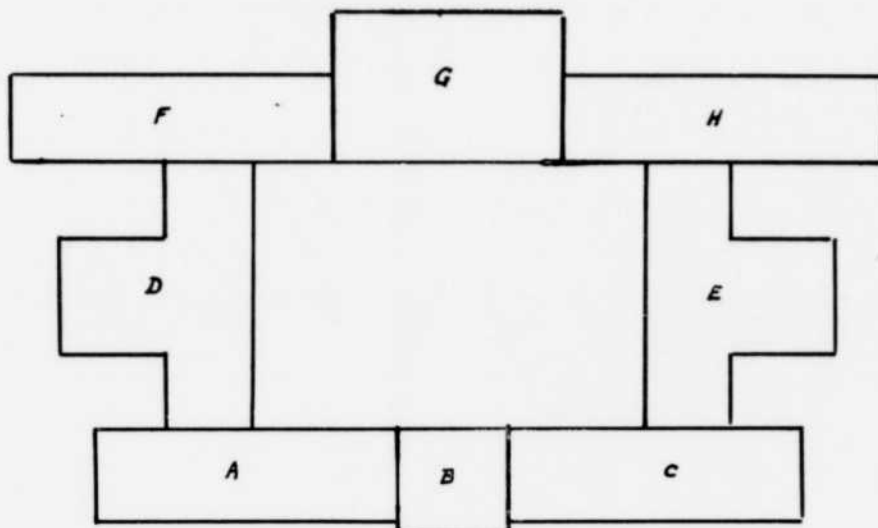
Monsieur Jacques Lenoir vient d'être promu du grade d'appariteur à celui d'assistant de laboratoire au département de Chimie et de Génie chimique. Monsieur Lenoir est à l'emploi de l'École Polytechnique comme appariteur depuis déjà neuf ans. Monsieur Lenoir a acquis beaucoup d'expérience à ce titre, et il est actuellement à compléter des cours qui le mèneront, dans un avenir rapproché, au diplôme de Bachelier ès Sciences.

Les personnes suivantes se sont jointes au personnel enseignant au début de la présente année académique.

Monsieur Guy Perrault, diplômé de notre option "Mines-Géologie" en 1949, devient assistant-professeur au département de Géologie. Monsieur Perrault a continué ses études après l'obtention de son baccalauréat, et il a obtenu son Ph.D. en géologie de l'Université de Toronto en 1953. Monsieur Perrault s'est spécialisé en Minéralogie et Cristallographie. Il sera chargé de l'enseignement de ces matières, et entreprendra des travaux de recherches reliés à cette spécialité. Avant d'entrer à l'École Polytechnique il était au service de la mine Moneta Porcupine Ltd.

Monsieur Jean Rousseau, diplômé de la promotion 1952, a obtenu son diplôme de l'option "Mécanique-Électricité". Après sa graduation il fut choisi comme boursier Athlone, et passa deux années au College of Aeronautics de Cranfield, en Angleterre, où il a obtenu de très brillants résultats. A son retour au Canada, il obtint de l'emploi à la Compagnie Orenda Engines Ltd., de Toronto, et il a laissé cette situation pour se joindre au personnel de notre Alma mater. Il est maintenant assistant-professeur au département de Génie mécanique.

Monsieur Jean LeGoupil vient d'entrer au service de l'École Polytechnique à titre d'assistant-professeur au département de Mathématiques. Monsieur LeGoupil est un citoyen français, qui a obtenu le grade français de professeur



SCHÉMA

agréé et qui s'est spécialisé en mathématiques et en mécanique théorique et appliquée. Son expérience dans l'enseignement date de sept ans dont cinq en Algérie, où il était responsable de l'enseignement dans les années qui suivent l'obtention de la première partie du baccalauréat français.

Monsieur Paul Hamel, diplômé de la promotion de 1952, qui est présentement ingénieur au service du bureau d'étude C. D. Howe & Company, fait maintenant partie du personnel du département de mathématiques. Il vient à temps partiel donner des cours à nos étudiants de première année.

### Construction du nouvel immeuble de Polytechnique

La saison active de l'été a permis de faire de grands progrès sur le chantier de la construction de notre nouvel immeuble. Les différents métiers sont maintenant à l'oeuvre, et les différentes ailes de l'édifice prennent forme, et couleurent par leur revêtement de pierre et de brique. Si l'on réfère au schéma, on peut se faire une idée assez précise de l'état actuel du chantier.

La structure est maintenant complètement terminée dans les ailes A B C D et E. Elle commence à s'élever dans l'aile G aux environs du premier étage. L'aile F en est au niveau des fondations et l'aile H doit commencer bientôt. Le revêtement extérieur, pierre et brique, est terminé dans les ailes A B C D et très avancé dans l'aile E. L'installation des services auxiliaires avance dans les trois ailes du côté nord, les trois corps de métiers de la plomberie, d'électricité, du chauffage et de la ventilation y étant à l'oeuvre de façon continue. Les fenêtres d'aluminium sont en partie livrées et seront installées très prochainement dans les trois ailes A B C. Celles-ci seront très probablement fermées cet automne.

Les quelques chiffres qui suivent aideront nos diplômés à mieux saisir l'ampleur de l'entreprise et à apprécier la valeur de l'oeuvre déjà complétée. Tout d'abord, la superficie de plancher atteint au total près de 500,000 pi. ca. On compte près de 115,000 pi. ca. de toit. L'excavation totale sera probablement de 125,000 vg. cu., 60% de ce volume ayant dû être dynamité. L'excavation est en bonne partie terminée, le volume excavé à date étant environ 115,000 verges. Les estimés prévoient que l'oeuvre dans son ensemble requerra 25,000 vg.cu. de béton; environ 15,000 ont été coulées à date. Le revêtement de brique requerra presque 1,200,000 briques dont environ 300,000 sont actuellement placées. On comptera environ 500,000 blocs de remplissage et de division. Les blocs de remplissage sont en partie placés, mais aucune division n'a encore été installée. La pierre de taille au bas de l'édifice couvre une superficie d'environ 24,000 pi.ca. dont 18,000 ont été déjà recouverts. L'édifice comptera environ 2700 fenêtres. Enfin le travail se poursuit avec une main d'oeuvre d'environ 400 ouvriers de tous les corps de métiers actuellement.

### Les bourses Athlone à l'École Polytechnique

Trois de nos diplômés ont été choisis cette année comme boursiers Athlone. Deux, messieurs Pierre Thivierge et Maurice Houle, sont des finissants du printemps, et le troisième, monsieur Jacques Laframboise est un diplômé de la promotion de 1951.

Monsieur Thivierge est le fils de M. Aurèle Thivierge, comptable à Montréal, et demeure à 8140, rue Lajeunesse. Il est diplômé du Mont-Saint-Louis, où il obtint son diplôme du cours scientifique en 1952. Il vint ensuite à Polytechnique, et après quatre ans d'études, obtint son baccalauréat ès

Sciences appliquées, option mécanique et électricité. Durant ses vacances d'été, monsieur Thivierge a travaillé pour la Canada Steamship Company, la Compagnie de Transport Provincial et la Compagnie Petrofina. Sa thèse de fin d'études portait sur une comparaison économique de certains types d'échangeurs de chaleur. Comme boursier Athlone, monsieur Thivierge continuera son entraînement en génie mécanique, étant particulièrement intéressé aux applications de la thermodynamique. Il passera un an avec les manufacturiers de moteurs et de turbines à vapeur, et étudiera pendant sa deuxième année à l'Université de Birmingham.

Monsieur Houle est le fils de M. Léo Houle, manufacturier, de Montréal, demeurant à 10890, boulevard Péloquin. Il est né à Montréal en 1932. Il fit ses études secondaires au Collège Stanislas d'où il obtint son diplôme de Bachelier ès Arts en 1950. Étudiant à l'École Polytechnique durant les cinq années suivantes, il obtint en juin dernier son diplôme de Bachelier ès Sciences appliquées de l'option de Génie méca-

nique - Électricité. Monsieur Houle s'est toujours beaucoup intéressé à l'électronique, et il a travaillé de façon continue pour la Compagnie Marconi pendant ses vacances d'été. Avant de venir à Polytechnique, il avait suivi le cours spécial du National Radio Institute et il avait obtenu en 1949 son diplôme de technicien en radio et en télévision. Sa thèse de fin d'études portait sur des considérations techniques dans le rendement électro-optique de l'enregistrement sur film pour la télévision. Comme boursier Athlone, M. Houle passera deux années en Angleterre, et il étudiera sur place les techniques modernes du système de transmission et de télévision utilisé dans les Iles britanniques.

Monsieur Jacques Laframboise est le fils de M. J.-Paul Laframboise, surintendant adjoint de Aerial Surveys Division, Canadian Pacific Air Lines. Il fit ses études secondaires à l'École Supérieure Querbes. Il vint ensuite à Polytechnique et, après cinq ans d'études, obtint son diplôme de l'option "Méca-

nique - Électricité" en 1951. Il demeura à l'École Polytechnique l'année suivante pour y obtenir sa maîtrise en Génie mécanique au printemps 1952. Ses études terminées, M. Laframboise entra au service de l'Office des Recherches pour la Défense, faisant partie du personnel de l'établissement CARDE de Valcartier. Monsieur Laframboise désire entreprendre des études avancées en génie mécanique, se spécialisant de façon bien définie dans le domaine de la dynamique des gaz, et se propose de les poursuivre jusqu'au doctorat.

### Fin d'année à Polytechnique

Nous reproduisons ci-après le palmarès de l'École Polytechnique pour l'année académique 1955-56. Il compte 98 diplômes dont une maîtrise en Travaux publics - Bâtiments, et 97 diplômes de baccalauréat ès Sciences appliquées qui se répartissent de la façon suivante :

Travaux publics - Bâtiments	45
Mécanique - Électricité	40
Mines - Géologie	2
Génie chimique - Métallurgie	10

## Palmarès de l'année académique 1955-56

### DIPLÔME DE MAÎTRISE

**Maîtrise ès Sciences appliquées en Travaux publics et bâtiments — avec grande distinction —**

NICOLET, Roger

### DIPLÔMES D'INGÉNIEUR ET DE BACHELIER ÈS SCIENCES APPLIQUÉES

#### Section "Travaux publics — Bâtiments"

**Diplôme obtenu avec très grande distinction :**

BOUCHER, Hervé

Monsieur Boucher a obtenu la Médaille de son Excellence le Lieutenant-Gouverneur de la Province, accordée à l'étudiant classé premier pour toute la durée de son cours; la Médaille d'Or de l'Association des Diplômés de Polytechnique, attribuée à l'étudiant classé premier en dernière année d'études.

**Diplômes obtenus avec grande distinction :**

ROY, Yves; LECONTE, Jacques.

**Diplômes obtenus avec distinction :**

LANTHIER, Claude; L'HEUREUX, Réal; PERREAULT, Gérald.

Monsieur Perreault a obtenu le prix de l'Association Professionnelle des Industriels (\$25.00), attribué à l'étudiant finissant qui s'est classé premier au cours d'Organisation industrielle.

BEAUREGARD, Bruno; THERRIEN, René.

**Diplômes obtenus avec succès :**

LAROSE, Luc; GAUTHIER, Bruno; LANCTÔT, Jean-Paul; COURTEMANCHE, Jean-Louis; LAROUCHE, Jean-Charles; VAUCLAIR, André-S.; OUELLET, Guy; SICARD, Guy.

Monsieur Sicard a obtenu le prix de la "Canadian Construction Association", attribué à l'étudiant qui a présenté la meilleure thèse dans l'option de Travaux publics et Bâtiments.

BRULOTTE, Claude; LAPORTE, Raymond; LÉONARD, Gilles-R.; RICARD, Jean-Pierre; BEAUDRY, Robert; CARRIER, Jean-Guy.

Monsieur Carrier a obtenu la bourse de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec (\$200.) décernée à un étudiant méritant de 5ème année, qui s'est particulièrement distingué par ses succès et par les qualités propres à l'ingénieur professionnel.

CLÉMENT, Claude; MARCEAU, André; DUPAUL, Gilles.

Monsieur Dupaul a obtenu une Médaille d'Argent de l'Association des Diplômés de Polytechnique, accordée dans chaque option du cours à l'étudiant qui, d'après la décision conjointe du Conseil de Perfectionnement et des Professeurs, a obtenu les meilleurs résultats dans son travail de thèse de fin d'études et dans les travaux pratiques de son option en quatrième et cinquième années.

ARSENAULT, Raymond; GERMAIN, Lucipe.

Monsieur Germain a obtenu la bourse Hewitt Equipment Limited (\$250.00), décernée à un étudiant méritant de quatrième ou de cinquième année, qui s'est particulièrement signalé par son initiative et son intérêt dans le domaine des activités étudiantes et professionnelles.

MORIN, Claude; DONALDSON, Claude; SAINT-AUBIN, Bernard; DANIS, Noël; HÉNAULT, Jacques.

Monsieur Hénault a obtenu le prix Ernest Cormier, offert à l'étudiant classé premier au cours d'Architecture.

LATENDRESSE, Georges; LEVASSEUR, René; PHAM NAM, Truong; CASTONGUAY, Michel; BRUNET, Jacques; DAGENAIS, Yvon; LAFONTAINE, Denis; MORIN, Gérard; BEAUCHEMIN, Paul; GUERTIN, Allan; GAULIN, Claude; POULIN, Paul-André; MALO, Jean-Claude.

#### Section "Mécanique — Électricité"

##### Diplômes obtenus avec grande distinction :

MORIN, Jean-Marie; GODIN, Alexandre.

##### Diplômes obtenus avec distinction :

ST-DENIS, Jacques.

Monsieur St-Denis a obtenu le prix "Warden King Limited" (\$25.00), pour l'excellence de sa thèse en Chauffage.

ROQUET, Jean; ALEPIN, Pierre.

Monsieur Alepin a obtenu le prix de l'"Electrical Manufacturing Company Limited" (\$25.00), décerné à l'étudiant de cinquième année qui s'est le plus distingué dans l'étude des appareils électriques de distribution à basse tension.

LANCTÔT, Bernard

Monsieur Lanctôt a obtenu une Médaille d'Argent de l'Association des Diplômés de Polytechnique, accordée dans chaque option du cours à l'étudiant qui, d'après la décision conjointe du Conseil de Perfectionnement et des Professeurs, a obtenu les meilleurs résultats dans son travail de thèse de fin d'études et dans les travaux pratiques de son option en quatrième et cinquième années.

FLANAGAN, Paul; LAMBERT, Jacques; RICHARD, Claude; DARVEAU, Lucien; THIVIERGE, Pierre; BRILLON, Michel.

Monsieur Brillon a obtenu le prix de l'"American Society of Heating and Ventilating Engineers", Section de Montréal, (\$25.00), attribué à l'étudiant qui a présenté la meilleure thèse en Chauffage, Ventilation et Air climatisé.

DUPONT, André; DUMAS, Lucien; FRANCOEUR, Roland.

##### Diplômes obtenus avec succès :

ST-JEAN, Robert; GUIMOND, André; BERTHIAUME, Robert; LÉGER, Paul-André; ROBERGE, André; SHOONER, René; QUENNEVILLE, Alexis; OUELLET, Louis-Marie; DEMILLARD, Raymond; DAGENAIS, Claude; DAVID, Camille; LAHAISE, Gilles; TREMBLAY, Julien; HARVEY, Jules-Edmond; LAURENCELLE, Jean-Pierre; BARRE, Claude; HOCHU, Jean; LAPOINTE, Fernand; PELLERIN, Jules; HOULE, Maurice; GILBERT, Raynald; VALADE, Guy; DUPONT, Jean; CAMIRAND, Jean-Claude; LAFRANCE, Réal.

#### Section "Mines — Géologie"

##### Diplômes obtenus avec succès :

CYR, René

Monsieur Cyr a obtenu une Médaille d'Argent de l'Association des Diplômés de Polytechnique, accordée dans chaque option du cours à l'étudiant qui, d'après la décision conjointe du Conseil de Perfectionnement et des Professeurs, a obtenu les meilleurs résultats dans son travail de thèse de fin d'études et dans les travaux pratiques de son option en quatrième et cinquième années.

DESJARDINS, Yvon

Monsieur Desjardins a obtenu le prix Paul D'Aragon, offert à l'étudiant s'étant classé premier au cours de Mines.

#### Section "Génie Chimique — Métallurgie"

##### Diplôme obtenu avec grande distinction :

TOUGAS, Rémi

Monsieur Tougas a obtenu une Médaille d'Argent de l'Association des Diplômés de Polytechnique, accordée dans chaque option du cours à l'étudiant qui, d'après la décision conjointe du Conseil de Perfectionnement et des Professeurs, a obtenu les meilleurs résultats dans son travail de thèse de fin d'études et dans les travaux pratiques de son option en quatrième et cinquième années.

##### Diplôme obtenu avec distinction :

TREMBLAY, Rosaire

##### Diplômes obtenus avec succès :

DESMARAIS, Atchée; MARTIN, André; LANGLOIS, Roger; LEFRANÇOIS, Pierre; MESSIER, Georges-Étienne; VIGER, Maurice; SEGUIN, Gérald; SENÉCAL-TREMBLAY, François.

## PRIX

#### Prix attribués à des étudiants non finissants

**Prix Rodolphe Maheu (\$25.00)**, décerné à l'étudiant qui s'est classé premier aux cours de Comptabilité et de Finances

BARETTE, Jacques,  
étudiant de 4ème année.

**Prix de l'"Engineering Institute of Canada" (\$25.00)**, décerné pour succès académique et participation aux activités professionnelles et sociales des étudiants de Polytechnique

FORTIER, Pierre,  
étudiant de 4ème année.

**Prix d'Ordre de la Banque d'Épargne de la Cité et du District de Montréal**

STARKE, Georg,  
étudiant de 4ème année.

**Prix de la Corporation des Arpenteurs-Géomètres de la Province de Québec (\$25.00)**, offert à l'étudiant ayant obtenu la moyenne la plus élevée aux cours d'Arpentage et de Géodésie, tant pour les cours théoriques que pour les travaux pratiques

MARINIER, Gilles,  
étudiant de 4ème année.

**Prix du "Chemical Institute of Canada" (\$25.00)**, décerné à l'étudiant de quatrième année qui se classa premier en l'option de Génie chimique

GRONDIN, Philippe

**Prix de l'Association Canadienne-Française pour l'avancement des Sciences (\$25.00)**, décerné à l'étudiant de troisième année ayant le mieux réussi en Mathématiques, Physique et Chimie

GENEST, Jacques

# Vie de L'ASSOCIATION

## Tournoi de golf annuel

Le 8ème tournoi annuel de golf de notre Association a eu lieu le 24 août dernier, au Lachute Golf & Country Club. Une température relativement clémente et la popularité toujours grandissante de ce sport parmi les jeunes diplômés ont fait de ce tournoi un succès inespéré. En effet, 136 joueurs ont pris part au tournoi dont 104 diplômés.

Une innovation cette année nous a de plus permis d'applaudir les résultats de 11 épouses de nos diplômés.

A 8 heures, grâce à une dispense obtenue des autorités religieuses de Lachute, un magnifique buffet froid était servi aux 200 personnes présentes. Vers la fin du buffet, monsieur J.-G. Chenevert, président des Activités Sociales de notre Association, souhaita la bienvenue aux diplômés et à leurs invités et remercia les compagnies J.-A. St-Amour Ltée et Doucet & Doucet Ltée, de nous avoir généreusement fourni le cocktail, ainsi que tous ceux qui ont encouragé nos joueurs en offrant soit un trophée, soit un prix.

Il présenta ensuite monsieur Guy Dionne '51, organisateur du tournoi, qui procéda à la distribution des trophées et des prix.

Monsieur René Dansereau '42 se vit attribuer le trophée, don de monsieur Ignace Brouillet '29, pour le meilleur "score" brut, soit 81. Il était suivi de près par messieurs Bernard Sicotte '44, Marcel Delage '49, Fernand Gascon '54 et C. Laferrière '54. Monsieur Yves Beauregard '52 mérita le nouveau trophée offert par notre président, monsieur P.-A. Dupuis '21, pour le meilleur "score" net.

Le tournoi des épouses des diplômés fut gagné par Mme Euclide Paré qui reçut le trophée A. Billet Ltée. Mme René Dansereau gagna le tournoi de "putting" et monsieur Antonio Guérard '49 se vit attribuer le prix de consolation pour son magnifique effort.

Plus de 60 magnifiques prix, gracieusement offerts par des membres ou des amis de notre Association, furent distribués aux joueurs et en prix de présence.

La soirée se termina dans les salons du club où régna l'entrain et la gaieté caractéristiques des tournois de golf.

**M. René Dansereau '42**, avec une ronde de 81, a remporté les honneurs du tournoi. Le trophée Ignace Brouillet, pour le meilleur score brut, lui est présenté par **Mme Brouillet**.

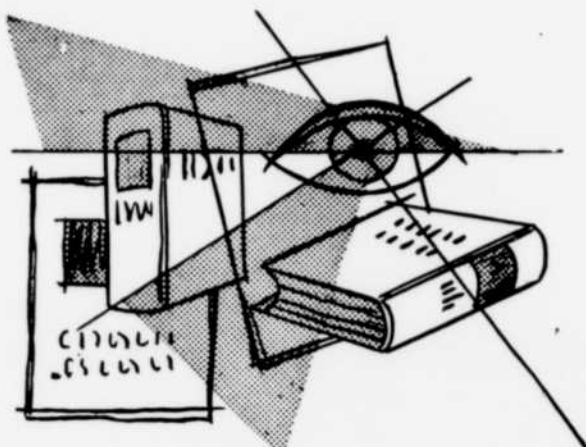


**M. P.-A. Dupuis**, président de l'Association, présente son trophée à **M. Yves Beauregard '52** qui a réussi le meilleur score net. **M. Guy Dionne '51**, organisateur du tournoi apparaît au centre.



**M. A.-V. Beaulieu** présente à **Mme Euclide Paré** le trophée A. Billet Ltée pour sa remarquable performance dans le tournoi des dames.





# Quelques Sources Bibliographiques

à la bibliothèque de l'École Polytechnique

## ARTICLES DES PÉRIODIQUES

**The Agriculture Index.** Sixteenth Annual Cumulation, 1931, Subject Index to a Selected List of Agriculture Periodicals, Books and Bulletins, edited by F. A. ARNOLD and H. L. LEWIS. — New York, N.Y., 1932, H. W. Wilson.

**Batelle Technical Review.** Dedicated to the dissemination of knowledge. Published monthly by Batelle Memorial Institute, endowed foundation serving mankind through science and technology. — Publication mensuelle — Columbus 1, Ohio; Batelle Memorial Institute.

**Bulletin Signalétique** (anciennement Bulletin Analytique) 1ère partie: Mathématiques — Astronomie — Chimie — Sciences de l'Ingénieur — Sciences de la Terre. — Publication mensuelle — Paris, Centre de Documentation du Centre National de la Recherche Scientifique du Ministère de l'Éducation Nationale.

**Canadian Index to Periodicals and Documentary Films.** — Publication annuelle — 8 volumes parus à date. Ottawa, Canadian Library Association.

**Engineering Index (The).** This Alphabetical List of Technical Publications received by the Engineering Societies Library and reviewed by Engineering Index Inc., includes publications of Engineering, Scientific and Technical Societies, Engineering and Industrial periodicals, and publications of Government bureaus, Engineering Experiment Stations, Universities, and other Research Organizations. — Publication annuelle — New York, Engineering Index Inc.

**Hungarian Technical Abstracts.** — Publication mensuelle — Budapest, Hongrie, Hungarian Technical Abstracts.

**Índice Tecnológico.** Lista classificada de Artigos sobre engenharia e tecnologia publicados em revistas brasileiras. — Publication semestrielle — Escola Politécnica Universidade Da Bahia.

**Industrial Arts Index.** Subject index to a selected List of Engineering, Trade and Business periodicals, Books and

Pamphlets. — Publication mensuelle — New York, H. W. Wilson.

**Sci-Tech News.** Chemistry — Engineering — Paper and Textile — Petroleum — Pharmaceutical — Public Utilities. (The Official Bulletin of the Science-Technology Division, Special Libraries Association). — Publication trimestrielle — New York, Special Libraries Association.

## AUTOMOBILE

**Bulletin Mensuel de Documentation de l'Union Technique de l'Automobile du Motocycle et du Cycle.** — Publication mensuelle — Paris, U. T. A. M. C.

## AVIATION

**Bibliography of Books and Published Reports on Gas Turbines, Jet Propulsion, and Rocket Power Plants.** January 1950 to December 1953, by ERNEST F. FLOCK and CARL HALPERN. — Supplement to National Bureau of Standards Circular 509, July 2, 1954. Washington 25, D.C., U.S. Government Printing Office.

## CHAUFFAGE ET VENTILATION

**Bibliography on Panel Heating,** prepared by C. M. HUMPHREYS and D. M. DIETZ. — Cleveland, Ohio 1948. — American Society of Heating and Ventilating Engineers.

## CHEMINS DE FER

**Bulletin de Documentation de l'Union Internationale des Chemins de Fer.** — Publication mensuelle — Paris, Bureau International de Documentation des Chemins de Fer.

**Urban and Interurban Electric Railways.** A Selected Reference List of General Literature. — Boston, Mass., 1930, Library Boston Elevated Railway.

## CHIMIE ET CHIMIE INDUSTRIELLE

**Analytical Abstracts.** Dealing with Branches of Analytical Chemistry, published monthly with the Analyst, The Society for Analytical Chemistry.

— Publication mensuelle — London, Society for Analytical Chemistry.

**L'Azéotropisme.** La tension de vapeur des mélanges de liquides. Bibliographie de 134 pages par MAURICE LECAT. — Bruxelles 1932, M. Lamer-tin, éditeur.

**Bibliography of Bibliographies on Chemistry and Chemical Technology.** 1920-1924 and 1924-1928 compiled by CLARENCE J. WEST and D. D. BEROLZHEIMER. — Washington 1925-1929, The National Research Council.

**Bibliography on Enamels.** Compiled by R. D. LANDRUM and H. D. CARTER. Bibliographie de 385 pages. — Canton 1, Ohio, The Canton Stamping and Enameling Company.

**Bibliography of Rubber Literature** (including patents). Easton, Pa., U.S.A., Division of Rubber Chemistry of the American Chemical Society.

**A Bibliography of Visual Literature.** 1939-1944 Compiled by John F. FULTON, Phebe M. HOFF and Henrietta T. PERKINS. — Washington 1945, National Research Council.

**Chemical Abstracts.** Key to the World's Chemical Literature. — Publication bimensuelle — Easton, Pa., U.S.A., The American Chemical Society.

**Chemical Abstracts.** Key to the World's Chemical Literature. — Author Index Numerical Patent Index. — Publication annuelle — Easton, Pa., U.S.A., The American Chemical Society.

**Chemical Abstracts.** Key to the World's Chemical Literature (Subject, Formula, and Numerical Patent Index) (a to z). — Publication annuelle — Easton, Pa., U.S.A., The American Chemical Society.

**Chemical Publications Their Nature and Use** by Melvin Guy MELLON. — New York, McGraw-Hill Company, 1928.

**A Guide to the Literature of Chemistry,** by E. CRANE and Austin M. PATTERSON. — New York, John Wiley & Sons, 1927.

**Index to the Literature on Spectrochemical Analysis 1920-1937** by W. F. Meggers and B. F. Scribner. — Philadelphia, Pa., 1939, American Society for Testing Materials.

**Iodine.** Abstracts and Reviews. — Publication trimestrielle — New York, N.Y., Chilean Iodine Educational Bureau, Inc.

**Library Bulletin of Abstracts.** (Universal Oil Products). — Publication mensuelle — Des Plaines, Illinois, Universal Oil Products Company.

**Library Guide for the Chemist.** by Byron A. Soule. — New York, McGraw-Hill, 1938.

**List of References to Literature on Potash.** — Publication mensuelle — Washington 6, D.C., American Potash Institute, Inc.

**Selected Bibliography of the Literature of Lubrication.** by N. Van PATTEN with the assistance of G. S. LEWIS. Kingston, Ontario 1926, N. Van Patten.

**Water-Glass.** A bibliography compiled by Morris SCHRERO. — Pittsburgh, Pa., 1922, Carnegie Library of Pittsburgh.

## CONSTRUCTION

**A Bibliography of Canadiana of Interest in Building Research.** To June 30, 1951 by R. J. BRODIE, J. O'FLANAGAN, M. K. ANDERSON. Bibliography No. 4 of the Division of Building Research, Ottawa, January 1952.

**Bibliography on Pre-stressed Concrete 1896-1953.** Prepared as a part of the work of ACI-ASCE Committee 323, Prestressed Concrete A. E. CUMMINGS. — Detroit, Michigan 1954, American Concrete Institute.

**Bibliography of Rates for Public Utilities (1815-1930),** compiled by O. E. NORMAN, Librarian. — New York 1930, American Gas Association.

## DOCUMENTS PUBLICS

**Canadian Government Publications.** Monthly Catalogue. — Publication mensuelle — Ottawa, Department of Public Printing and Stationery.

**Daily Checklist of Government Publications.** — Publication quotidienne — Ottawa, Department of Public Printing and Stationery.

**Government Publications Monthly List.** Liste des Documents Officiels du gouvernement anglais. — Publication mensuelle — London, H. M. Stationery Office.

**Government Publications and their Use.** by Laurence F. SCHMECKEBIER, 2nd edition. — Washington, D.C., The Brookings Institution, 1939.

**Monthly Catalog — United States Government Publications.** — Publication mensuelle — Washington 25, D.C., U.S. Government Printing Office. — N.B. Un index annuel, de janvier à décembre, est publié tous les ans.

**Monthly Checklist of State Publications.** The Library of Congress processing department exchange and gift division. — Publication mensuelle — Washington 25, D.C., U.S. Government Printing Office.

## ÉLECTROTECHNIQUE

**A Bibliography of Bibliographies in Electrical Engineering 1918-1929.** — Compiled by The Electrical Engineering Committee Commercial-Technical Group. — Providence, R.I., 1931, Special Libraries Association.

**Bibliography on Illumination 1924-1928.** Compiled by The Committee on Illumination, Technology Group. — New York 1926-1928, Special Libraries Association.

**Bibliography of information on Servomechanisms and Related Subjects.** Addendum No. 1 prepared for the Interdepartmental Technical Committee on Servomechanisms November 1953. Issued by T.P.A. 3. Technical Information Bureau for Chief Scientist Ministry of Supply, Leysdown Road, Mottingham, S.W.9, England.

**Documentation Technique Série "A".** Électricité de France. — Publication mensuelle — Paris, Centre de Documentation.

**Electrical Engineering Abstracts.** Science Abstracts Section "B". — Publication mensuelle — London, The Institution of Electrical Engineers.

**R.C.A. Technical Papers 1919-1954.** Princeton, New Jersey, Radio Corporation of America, R.C.A. Laboratories Division.

## FORÊTS

**List of Publications Forest Products Laboratory.** Forest Service U.S. Department of Agriculture. — Publication semestrielle — Madison, Wisconsin, U.S. Department of Agriculture

## GÉOGRAPHIE

**Selected Bibliography of Canadian Geography.** Bibliographical Series. — Ottawa, Geographical Branch, Department of Mines and Technical Surveys.

## GÉOLOGIE ET MINES

**Annotated Bibliography of Economic Geology.** — Publication semestrielle — Urbana, Illinois, U.S.A., Economic Geology.

**Annotated Catalogue of and Guide to the Publications of the Geological Survey Canada 1845-1917** by W. F. FERRIER assisted by Dorothy J. FERRIER. — Ottawa 1920, Geological Survey Department of Mines, I. de Labroquerie Taché.

**Bibliografia E Indice Da Geologia Do Brasil, 1641-1940** par Dolores IGLESIAS. — Boletim No. 111 — Rio de Janeiro, 1943.

**Bibliography of Diamond Drilling 1947.** — Bibliographie de 44 pages. U. I. LONGYEAR Company and Canadian Longyear Limited with assistance of Engineering Societies Library, New York 1947.

**Bibliography of the Geology and Natural Resources of North Dakota, 1814-1944** by Chrissie E. BUDGE. — Bulletin No. 1. — Bismarck, N. Dakota, 1946, North Dakota Research Foundation.

**Bibliography of North American Geology, 1919-1928.** Part I. — Bibliography Part II — Index by John M. NICKLES. Geological Survey Bulletin 823. — Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.

**Bibliography of North American Geology, 1929-1939** Part I, Bibliography; Part II, Index by Emma MERTINS THOM. Geological Survey Bulletin 937. — Washington, D.C., U.S. Government Printing Office. — En plus, les années 1949, Bulletin 977; 1950, Bulletin 985.

**Catalogue and Index of Bureau of Mines Reports, Ottawa 1946,** Mines and Geology Branch, Bureau of Mines, Department of Mines and Resources.

**Cross-Index to the Maps and Illustrations of the Geological Survey and the Mines Branch (Bureau of Mines) of Canada 1843-1946 (incl)** by Carl FAESSLER. Géologie et Minéralogie contribution No. 75. — Québec, 1947, Université Laval.

**Current Research in the Geological sciences in Canada.** Compiled by J. F. HENDERSON. — Ottawa 1953, Geological Survey of Canada, Department of Mines and Technical Surveys.

**Directory of Geological Materials in North America.** By J. V. HOWELL and A. I. LEVORSEN. — Tulsa, Oklahoma, 1946, American Association of Petroleum Geologists.

**Geologic Literature of North America, 1785-1918.** Part I, Bibliography; Part II, Index by John M. NICKLES. Geological Survey Bulletin 746. — Washington, D.C., U.S.A., U.S. Government Printing Office.

**La Géologie du Québec.** Volume I: Bibliographie et Index 1863-1936 supplément A, 1937-1949. — Québec 1941-1951, Ministère des Mines de la Province de Québec, Redempti Paradis.

**Guide to Geologic Literature** by Richard M. PEARL. — Toronto 1951, McGraw-Hill Company.

**Liste annotée des Publications du Ministère des Mines de Québec 1883-1951.** Québec 1951, Ministère des Mines de la Province de Québec, Redempti Paradis.

**Liste des Cartes Géologiques** publiées par le Ministère des Mines de Québec. — Québec 1954.

**New Publications — Bureau of Mines.** U.S. Department of the Interior. — Publication mensuelle — Washington, U.S. Government Printing Office.

**New Publication of the Geological Survey.** U.S. Department of the Interior — Publication mensuelle — Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.

**Petroleum.** A Selected Bibliography, compiled by Mary HOYT Golden. Colorado 1932, Colorado School of Mines.

**Publications of the Geological Survey.**  
U.S. Department of the Interior, Geological Survey, U.S. Government Printing Office, Washington.

**Publications of the Geological Survey of Canada** (1917-1952) compiled by B. LEAFLOOR — Ottawa 1952, Geological Survey of Canada, Department of Mines and Technical Surveys, Edmond Cloutier.

**Publications of the Geological Survey and National Museum of Canada** 1909-1946 (incl.) — Ottawa 1946, Mines and Geology Branch, Department of Mines and Resources.

**Published Maps 1917-1945** (inclusive). List compiled by P. J. MORAN. Ottawa 1945, Mines and Geology Branch, Department of Mines and Resources.

**A Selected List of Bureau of Mines Publications and Motion Picture Films Dealing with Petroleum, Natural Gas, Helium, Oil Shale, and Allied Subjects.** Bibliographie de 129 pages. U.S. Department of Interior, Bureau of Mines, 1940.

#### HYDRAULIQUE

**Annotated Bibliography on Hydrology** 1941-1950. (United States and Canada) prepared by the American Geophysical Union Washington 25, D.C., 1952, U.S. Government Printing Office.

**Rivers, Canals and Ports.** Bibliographic Notes 1916-1920 and 1921-1925. Brussels 1924 and 1927, Établissements d'Imprimerie L'Avenir.

#### MÉCANIQUE APPLIQUÉE

**Applied Mechanics Review.** A Critical Review of the World Literature in Applied Mechanics and Related Engineering Sciences. — Publication mensuelle — New York, N.Y., The American Society of Mechanical Engineers.

**Heat Pump Bibliography.** Compiled for Southeastern Electric Exchange. Birmingham 5, Alabama 1947, Southern Research Institute.

#### MÉTALLURGIE

**Abstract Bulletin of the Aluminum Laboratories Limited.** — Publication mensuelle — Kingston, Ontario, Aluminium Laboratories.

**Bibliography of the Corrosion of Metals and its Prevention.** Bibliographie de 176 pages, by N. Van PATTEN. Kingston, Ontario 1924, N. Van Patten.

**Durability of Light Weight Steel Construction, Part III: Protection of Steel Surfaces from Atmospheric Corrosion** by James H. CISEL and William E. QUINSEY. Engineering Research Bulletin No. 30, November 1942. — Ann Arbor, Michigan, Department of Engineering Research, University of Michigan.

## LA RENOMMÉE DE LA FOURNAISE DRAVO *Paraflo* SOLIDEMENT ÉTABLIE!

La fournaise Dravo Paraflo a été spécialement conçue pour chauffer les espaces libres des immeubles commerciaux et industriels. Introduite au pays il y a à peine 2 ans, elle s'est révélée d'une efficacité sans égale dans le chauffage des postes d'essence, entrepôts, garages, bureaux d'entrepreneurs en construction, bâtiments agricoles, magasins, bureaux et salles d'expositions.

#### Considérez ces avantages

CONTRÔLES THERMORÉGULATEURS ENTièrement AUTOMATIQUES — DISPENSENT D'UN SURVEILLANT.

CONTRÔLES AUTOMATIQUES À L'ÉPREUVE DU FEU ET PRÊTS À ÊTRE RACCORDÉS.

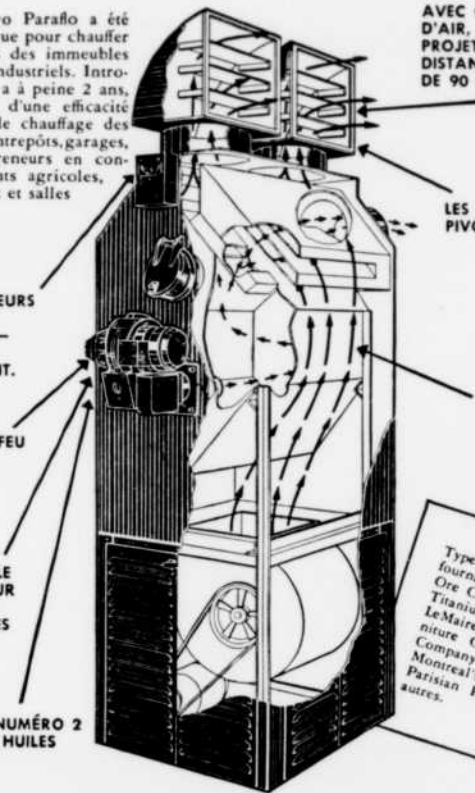
BRÛLEUR À L'HUILE DU TYPE INJECTEUR APPROUVÉ PAR LES LABORATOIRES DES ASSUREURS (UNDERWRITERS' LABORATORIES)

BRÛLE À L'HUILE NUMÉRO 2 ET À TOUTES LES HUILES INTERMÉDIAIRES.

AVEC OU SANS VANNES D'AIR, L'AIR EST PROJETÉ À UNE DISTANCE MAXIMUM DE 90 PIEDS.

LES BOUCHES D'AIR PIVOTENT À 360°.

LA CHAMBRE À COMBUSTION ROTATIVE EN ACIER INOXYDABLE SE SUBSTITUE AUX MATÉRIAUX RÉFRACTAIRES ET DURE PLUS LONGTEMPS.



Types d'industries qui ont adopté la fournaise Dravo "Paraflo": The Iron Ore Company of Canada, Canadian Titanium Pigment Company, Canadian LeMaire, Garage Dupres, Astor Furniture Company, The Foundation Company of Canada, The City of Montreal's Department of Parks, Parisian Pad Limited et plusieurs autres.

### DIVISION DU CHAUFFAGE MARINE INDUSTRIES LIMITED



#### BUREAU DE VENTE ET D'ADMINISTRATION

Marine Building  
1405, rue Peel,  
Montréal, P.Q.

#### BUREAU RÉGIONAL

Bloor Building  
Bloor & Bay Streets  
Toronto, Ontario

**Index to the Year Books and Regional Papers of the American Iron Steel Institute, 1910-1952.** Compiled by Jeanne McHUGH. — Norman 1, Oklahoma, American Iron and Steel Institute by the University of Oklahoma Press.

**Manganese Steel.** A bibliography by E. H. McCLELLAND and Victor S. POLANSKY. Pittsburgh, Pa., 1926, Carnegie Library.

**Metallurgical Abstracts** (general and Non-Ferrous (New Series II). — Publication annuelle — London, The Institute of Metals.

**Metallurgical Abstracts** (General and Non-Ferrous). Subject Index to Volumes I to X, 1934-43 (New Series II). London, The Institute of Metals.

**Metals Review.** The News Digest Magazine. — Publication mensuelle — Cleveland, Ohio, The American Society for Metals.

**Plastic Deformation of Metals.** Survey of Literature 1940-1946 and 1950-1951. Contributions to the Metallurgy of Steel, numbers 21 and 42. New York, N.Y., American Iron and Steel Institute.

**References on Fatigue, 1950-1953.** Sponsored by A.S.T.M. Committee E-9 on Fatigue. Philadelphia, Pa., American Society for Testing Materials. 1953

**Titanium.** Catalog of Technical Reports. Bibliographie de 26 pages. Washington, D.C., 1954, U.S. Department of Commerce.

## MÉTÉOROLOGIE

**Bibliographie Météorologique Internationale.** Paris, France, Météorologie Nationale, S.M.M.A.

## PHOTOGRAPHIE

**Monthly Abstract Bulletin.** — Publication mensuelle — Rochester, N.Y., Eastman Kodak Company.

## PHYSIQUE

**Classified List of Published Bibliographies in Physics 1910-1922.** Compiled by K. K. DARROW. Washington, D.C., 1924, National Research Council.

**Physics Abstracts.** Science Abstracts: Section A. — Publication mensuelle — London, The Institution of Electrical Engineers.

## PLAQUETTES

**Catalogues of Pamphlets in the Public Archives of Canada.** 1878-1931 with Index prepared by M. CASEY, Volume II. Publications of the Public Archives of Canada No. 13. Ottawa, Printer to the King's Most Excellent Majesty, 1932.

**Vertical Files Index.** A subject and title index to selected pamphlet material. — Publication mensuelle — New York, N.Y., The H. W. Wilson.

## PONTS

**Dokumentation — Documentation — Association Internationale des Ponts et Charpentes.** — Publication irrégulière — Zurich, Suisse, L'A.I.P.C. Ecole Polytechnique Fédérale.

## ROUTES

**Bibliography on Highway Safety.** Compiled by Mildred A. WILSON. Miscellaneous Publication No. 296. Washington, D.C., 1938, U.S. Department of Agriculture, U.S. Government Printing Office.

**Highway Research Abstracts.** — Publication mensuelle — Washington, D.C., Highway Research Board of the National Research Council.

**Partial List of References on Roadside Development.** Compiled in the Library, United States Bureau of Public Roads by Mildred WILSON. Bibliographie de 57 pages, août 1930.

## SOUDURE

**Bulletin de Documentation de la Soudure et des Techniques Connexes.** (bilingue: Français-Anglais) Analyse et classement systématique des articles, études et informations concernant le soudage et toutes techniques

connexes, parus dans la littérature technique mondiale. — Publication mensuelle — Paris, Publication de la Soudure Autogène.

## VOLUMES PARUS

**Annali Della Biblioteca Governativa E Libreria Civica Di Cremona.** — Publication mensuelle — Cremona, Italia, Athenaeum Cremonense.

**Aslib Book List.** A monthly list of recommended Scientific and Technical Books with Annotations. — Publication mensuelle — London ASLIB.

**A Bibliographical Manual for Students of Language and Literature of England and the United States** — a short-title list compiled by John Webster SPARGO. 2nd edition. Chicago, Packard & Company, 1941.

**Bibliographie des Sciences et de l'Industrie.** Revue de librairie et d'information. — Publication mensuelle — Paris, Dunod Editeur.

**Bibliography of Research Projects Reports W.P.A.** Technical Series. Research and Record Projects Bibliography number 1-4, 1940. Washington, D.C., Federal Works Agency, Work Project Administration Division of Professional and Service Projects.

**Boletín de la Biblioteca Nacional.** — Publication mensuelle — Mexico, Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

**Books from Australian Presses.** — Publication mensuelle — Sydney, Australia, Angus & Robertson.

**British Books to Come.** An advance List for Overseas Bookbuyers. — Publication mensuelle — London, W. M. Dawson & Sons.

**Bulletin Analytique de Bibliographie Hellénique.** Collection de l'Institut Français d'Athènes.

**Bulletin of the New York Public Library.** Astor, Lenox and Tilden Foundations. — Publication mensuelle — New York, N.Y., New York Public Library.

**Bulletin de la Société des Écrivains Canadiens.** Montréal, Édition de la Société des Écrivains Canadiens.

**Canadiana.** Publications se rapportant au Canada, notées par la Bibliothèque Nationale. — Publication mensuelle — Ottawa, Imprimeur de la Reine.

**A Catalogue of British Scientific and Technical Books,** third edition compiled by Daphne SHAW. London, British Science Guild, 1930.

**Cooper Union Library Bulletin.** Recent accessions — a selected list of titles added to The Cooper Union Library. — Publication mensuelle — New York, N.Y., The Cooper Union for the Advancement of Science and Art.

**Cumulative Book Index.** A world List of Books in the English Language. — Publication mensuelle — New York, N.Y., The H. W. Wilson.

**FOYLIBRA.** Foyles — Bookshop — Magazine. — Publication mensuelle — London, W. & G. Foyle Limited.

**Guide to Technical Literature.** Introductory Chapters and Engineering by A. D. ROBERTS. London, Grafton & Company, 1939.

**Index Bibliographicus.** Catalogue international des bibliographies courantes publié par Marcel GODET et Joris VORSTIUS. Matériaux fournis par la bibliothèque de l'État à Berlin et par 37 pays. Berlin, Walter de Gruyter & Company, 1931.

**Index Culturel Espagnol.** — Publication mensuelle — Madrid, Espagne, Plaza de la Provincia, Direction des Relations Culturelles.

**The John Crerar Library.** A List of Books on the History of Sciences 1911 and Supplement, December 1916 prepared by Aksel G. S. JOSEPHSON. Chicago, Printed Order of the Board of Directors 1911-1917.

**Oxford Press Bulletin.** At the Clarendon Press. — Publication mensuelle — London, Oxford University Press.

**Scientific, Medical, and Technical Books Published in the United States of America, 1930-1944.** A selected list of titles in print with Annotations, edited by R. R. HAWKINS. Washington, D.C., National Research Council.

**Technical Book Review Index.** Is primarily to identify reviews in current scientific, technical, and trade journals; secondarily, when feasible, to quote from these reviews in the evaluation of scientific and technical books; reviews constitute the best existing source of information. — Publication mensuelle — New York, N.Y., Special Libraries Association.

J.-H. LABBÉ, président

G.-S. TURCOTTE, Ing. P., vice-président

## La Cie de Chauffage Dragon Limitée

SYSTÈMES DE COMBUSTION

2110, rue Clark,

MONTREAL

BEIair 3319-0

Pour votre

### LABORATOIRE

- Appareils
- Verreries
- Réactifs

Adressez-vous à

### CANADIAN LABORATORY SUPPLIES LIMITED

403 ouest, rue St-Paul  
Montréal, P.Q.

3701 Dundas St. West  
Toronto, Ont.

288, William St. Winnipeg, Man.

LE

### CIMENT FONDU

LAFARGE

- DURCIT EN 24 HEURES
- RÉSISTE AUX AGENTS CHIMIQUES  
ET À LA CHALEUR

La Salle vous offre un choix complet  
des meilleurs matériaux de construction  
d'Amérique

\* Marque déposée

# LA SALLE

BUILDERS SUPPLY LIMITEE

159 Jean-Talon O., Montréal, Qué.  
CR. 2-5721

990 Des Erables, Québec, Qué.  
MU. 3-4906

LA

## BANQUE CANADIENNE NATIONALE

*est à vos ordres pour toutes  
vos opérations de banque  
et de placement*

ACTIF, PLUS DE \$600,000,000

578 BUREAUX AU CANADA

DÉPOSEZ VOS ÉCONOMIES À

**LA  
BANQUE D'ÉPARGNE**

DE LA CITÉ ET DU DISTRICT DE MONTRÉAL

Il y a une succursale dans votre voisinage

Pour tout article de  
quincaillerie  
voyez

LA  
QUINCAILLERIE  
DE  
RENDM

**OMER DE SERRES Ltée**

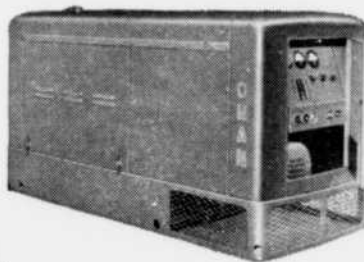
1406, rue St-Denis  
Succ. 6793, rue St-Hubert

AV. 8-0251  
Montréal

**DE L'ÉLECTRICITÉ**  
en cas d'urgence

POUR

maisons  
magasins  
fermes  
industries  
institutions



Installez une génératrice ONAN  
actionnée par moteur  
De 500 à 50,000 watts

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE SPI020

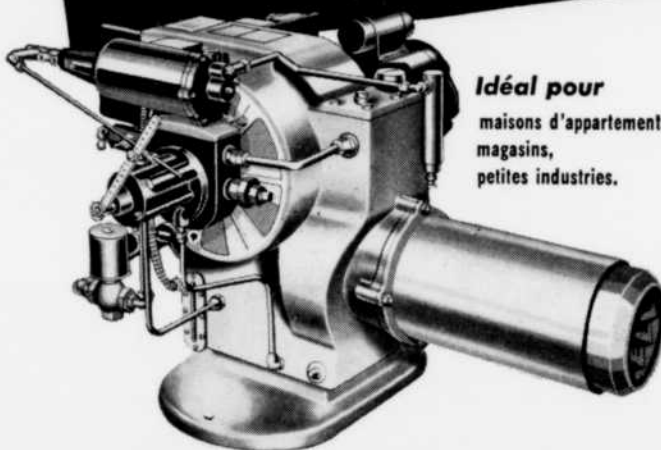
**J. A. FAGUY & SONS LTD.**  
1125, Aqueduc - Montréal - UN. 6-6711

L'INGÉNIEUR

**Économisez  
3¢ par gallon**

avec un  
**BRÛLEUR À L'HUILE**

**CLEAVER  
BROOKS**



**Idéal pour**  
maisons d'appartements,  
magasins,  
petites industries.

Pour une consommation de 10,000 gallons d'huile et plus par année, vous avez tout avantage à installer un brûleur Cleaver-Brooks car en plus de chauffer à meilleur marché, vous économiserez 3¢ par gallon sur votre contrat d'huile.

**8 facteurs d'économie du Cleaver-Brooks**

Mise en marche à feu bas — Modulation complète de la flamme  
— Allumage électrique automatique — Combustion à rendement élevé — Vaporisation à basse pression.

**Aucun autre brûleur à l'huile automatique ne vous offre autant d'avantages.**

Une installation Cleaver-Brooks par nos experts en chauffage est des plus sûres et des plus économiques. Faites venir le dépliant Cleaver-Brooks aujourd'hui ou sans obligation de votre part, demandez toutes les informations à un de nos représentants

**MONGEAU  
& ROBERT** CIE.  
LTÉE.

1600 est, rue Marie-Anne - LA 1-2131

MR-56-10F  
AUTOMNE 1956 — 51

JEAN DOUCET, Ing. P.  
sec.-trés.

AUGUSTE DOUCET  
prés.

## DOUCET & DOUCET LIMITÉE

ENTREPRENEURS

PLOMBERIE — CHAUFFAGE

1640 rue North, coin Rockland CR. 4-9364

## Voyez LaSalle pour

PRODUITS INDUSTRIELS

# FIBERGLAS

Le merveilleux produit de fibre  
de verre aux 101 usages

ISOLANTS FIBERGLAS pour

TUYAUX • BOUILLOIRES • ENTREPOTS  
FRIGORIFIQUES • TOITURES • CONDUITS  
• CONSTRUCTION DOMESTIQUE •  
FILTRES A AIR "DUST STOP"

\*Marque déposée

# LA SALLE

BUILDERS SUPPLY LIMITÉE

Montréal : 159 ouest, rue Jean-Talon — CR. 2-5721  
Québec : 80, avenue des Erables — MU. 3-4906

BREVETS D'INVENTION  
MARQUES DE COMMERCE  
DROITS D'AUTEUR

*En tous pays*

## MARION & MARION ROBIC & BASTIEN

Fondée en 1892

1510, rue Drummond, Montréal 25

## COMMERCIAL and INDUSTRIAL

### VENTILATION Ltd.

Henri Dagenais, Ing. P. — Po. '47

1065, rue Papineau  
MONTRÉAL

LAfontaine 2-3119

R. Riopelle, Ing. P. Vice-Président  
L. Dufresne, Ing. P. Directeur

P. Dorval, T.D.  
J.-P. Morel, T.D.

## METROPOLE ELECTRIC INC.

Entrepreneurs-Electriciens

L. E. DANSEREAU, Prés.

MONTRÉAL

— QUÉBEC

— OTTAWA

## Collet Frères Limitée

Constructeurs

1978 rue Parthenais,  
MONTRÉAL, Qué.

## ARMAND SICOTTE & FILS LIMITÉE

ENTREPRISES GÉNÉRALES

950 est, rue Sherbrooke, Montréal 24.

M. Parizeau, Ing. P.

R. Giard, T.D.

## METRO INDUSTRIES LTD

Entrepreneurs - Plomberie - Chauffage

J. G. Lefrançois, Ing. P. — président

4540 Garnier

— Montréal —

LAfontaine 4-1161

# bei

BANQUE  
D'EXPANSION  
INDUSTRIELLE

... une banque pour aider au financement  
des entreprises industrielles au Canada

HALIFAX—65, rue Spring Garden

TORONTO—85 ouest, rue Richmond

CALGARY—513 ouest, ave 8me

MONTRÉAL—901, carré Victoria

WINNIPEG—195 est, ave Portage

VANCOUVER—475, rue Howe

Lenview 6195

## J. A. Beauchemin & Associés

*Ingénieurs conseils*

J.-A. BEAUCHEMIN  
W. H. BEATON

H. LAPOINTE  
R. O. BEAUCHEMIN

1610, O., Sherbrooke

Montréal-25

## RACEY, MacCALLUM AND ASSOCIATES LIMITED

Firme contrôlée et dirigée par des

**Ingénieurs Conseils**

Consultation — Surveillance — Inspection  
Mécanique des sols-Etude des fondations  
Surveillance de construction  
Inspection et contrôle de soudure-Analyse des vibrations  
Inspection radiographique, ultrasonique, magnétique  
Estimations foncières-Evaluations industrielles

TORONTO

MONTREAL

VANCOUVER

5890, avenue Monkland

## Bégin, Charland & Valiquette

*Ingénieurs professionnels*

ESTIMATIONS FONCIÈRES  
ÉVALUATIONS MUNICIPALES  
EXPROPRIATIONS

6902 Côte-des-Neiges  
MONTREAL 26

RE. 8-5135

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.

Robert Dubuc, Ing. P., B.Sc.A.,  
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, DUBUC, LALANCETTE & BEAULIEU

*Ingénieurs conseils*

SPÉCIALISTES EN CHARPENTES

Bâtisses religieuses, civiles et industrielles  
Ponts, viaducs, tunnels, réservoirs et piscines

5810 Côte St-Luc, Montréal 29 — HU. 9-4981

## Les Ingénieurs Associés Ltée

LABRECQUE, LABRECQUE & GAGNON

*Ingénieurs conseils*

HENRI LABRECQUE,  
B.Sc.A., Ing. P.

ANDRÉ LABRECQUE,  
B.Sc.A., Ing. P.

LUC GAGNON,  
B.Sc.A., Ing. P., A.G.

10 ouest, rue ST-JACQUES, SUITE 604  
MONTREAL — AV. 8-1246 — AV. 8-1247

BÉTON ARMÉ  
TRAVAUX PUBLICS  
ÉVALUATION  
ARPENTAGE

## Lalonde, Girouard & Letendre

*Ingénieurs conseil*

7379, rue Saint-Hubert — Tél. CR. 4111  
MONTREAL, QUÉ.

## CHARLES-ED. GRAVEL

*Ingénieur Conseil*

J.-B. Nobert, Ing. P.  
M. Hétu, Ing. P.  
R. Levasseur, Ing. P.  
G. Ouellet, Ing. P.  
J. Chagnon, Ing. P.  
B. Faucher, Ing. P.  
P. Laforest, Ing. P.  
A. Levac, Ing. P.  
P.-A. Sauriol, Ing. P.

TRAVAUX MUNICIPAUX

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

BUREAU :  
3717 Boul. Lévesque — MU. 1-1692-3

Abord-à-Plouffe  
Montréal 9.

# ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

## TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

**OUVERTURE DES COURS :**  
le deuxième mardi de septembre.

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

*Section générale des affaires — Section économique  
Section comptable — Section des sciences actuarielles*

PROGRAMME SPÉCIAL POUR LES INGÉNIEURS, AVOCATS, NOTAIRES ET AGRONOMES

*Demandez notre prospectus*

**535 ave Viger, Montréal**

### *Maurice Royer et Associés*

*Ingénieurs Conseils*

5230, rue Parthenais      831, ouest rue St-Cyrille  
MONTRÉAL, Qué.      QUÉBEC (6), Qué.

Téléphone : 5-5123

### **GEO. DEMERS**

*INGÉNIEUR CONSEIL*

**INGÉNIEURS ADJOINTS :**

Phil. Lemieux — Jacques Roy

**71 rue St-Pierre, Québec.**

### **PAUL ROLLAND CONSTRUCTION LTÉE**

*Ingénieurs et Constructeurs*

**5890, Avenue Monkland  
MONTRÉAL • EL. 7386**

Tél. Bur. : MU. 1-1297

Tél. Rés. : 7-1063

### **J. LIONEL BIZIER**

*INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR*

**146 Ave. Belvédère, Québec**

# Index des Annonceurs

## — B —

B.G.L. Ingénieurs & Constructeurs Ltée .....	2
Banque Canadienne Nationale .....	50
Banque d'Épargne .....	51
Banque d'Expansion Industrielle .....	53
Beauchemin & Associés, J.-A. ....	54
Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beaulieu .....	54
Bégin, Charland & Valiquette .....	54
Bizier, Lionel .....	55

## — C —

Canadian General Electric Co. Ltd. ....	4
Canadian Laboratory Supplies Ltd. ....	50
Cie de Chauffage Dragon Ltée .....	50
Collet Frères Ltée .....	53
Commercial & Industrial Ventilation .....	52

## — D —

Demers, Geo. ....	55
DeSerres Ltée, Omer .....	51
Dominion Bridge Co. Ltd. ....	3
Doucet & Doucet Ltée .....	52

## — E —

Ecole des Hautes Etudes Commerciales .....	55
Ecole Polytechnique de Montréal .....	(couv. 2)

## — F —

Faguy & Sons Ltd., J.A. ....	51
------------------------------	----

## — G —

Gravel, Chs-Ed. ....	54
----------------------	----

## — I —

Ingénieurs Associés Ltée, Les .....	54
-------------------------------------	----

## — L —

Lalonde, Girouard & Letendre .....	54
LaSalle Builders Supply Co. Ltd. ....	50-52
Leblanc & Montpetit .....	2

## — M —

Marion & Marion, Robic & Bastien .....	52
Marine Industries Ltd. ....	48
Mongeau & Robert Cie Ltée .....	51
Metro Industries Ltd. ....	53
Metropole Electric Inc. ....	52

## — N —

National Boring & Sounding Inc. ....	(couv. 4)
--------------------------------------	-----------

## — O —

Osmose Wood Preserving .....	5
------------------------------	---

## — R —

Racey, McCallum & Associates Ltd. ....	54
Rolland Construction Ltée, Paul .....	55
Royer & Associés, Maurice .....	55

## — S —

Secrétariat de la Province .....	(couv. 3)
Shawinigan Water and Power Co. ....	40
Sicotte & Fils Ltée, Armand .....	53
Surveyer, Nenniger & Chênevert .....	2

Les lecteurs sont priés de mentionner L'INGÉNIEUR  
dans toutes leurs transactions avec nos annonceurs.

## SECRÉTARIAT DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

- Les fonctions du Secrétariat de la Province de Québec sont tout à fait d'ordre social. L'oeuvre qu'il accomplit est d'une importance capitale pour le développement de la Province.
- Les compagnies de la Province, qui désirent bénéficier de la Loi des compagnies de Québec, doivent s'adresser au Secrétariat de la Province, afin d'obtenir leur charte d'incorporation; c'est ce ministère, également, qui émet les licences et permis autorisant les compagnies étrangères à exploiter quelque commerce ou industrie et à vendre ou autrement aliéner leur capital et leurs actions en cette Province. Les unes et les autres sont tenues de fournir au Secrétariat un rapport annuel de leur activité.
- Depuis quelques années, la population tout entière a compris l'importance de l'Instruction publique. Le Secrétariat de la Province n'a rien négligé pour répandre l'enseignement primaire et supérieur, afin d'outiller notre jeunesse, dans la préparation de son avenir. Outre les allocations octroyées aux universités et aux collèges classiques, il assure avec le Département de l'Instruction publique, le maintien de l'enseignement primaire, dans les villes, et surtout dans nos campagnes.
- Il a la haute direction des principales écoles d'enseignement supérieur : l'Ecole Polytechnique, l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales, les Ecoles des Beaux-Arts, le Conservatoire de Musique et d'Art Dramatique, la Bibliothèque Saint-Sulpice, directement subventionnés par lui, et qui visent à la formation d'une élite dans le monde de la finance, du commerce et des arts.
- Chaque année, des cours du soir sont donnés gratuitement pendant plusieurs mois, permettant aux jeunes travailleurs sérieux de continuer leurs études et d'acquérir des connaissances nouvelles, souvent indispensables dans l'exercice de leurs devoirs journaliers.
- Le Secrétariat de la Province s'intéresse aussi au progrès des sciences, des lettres et des arts et chaque année il distribue plusieurs milliers de dollars en prix décernés aux auteurs des meilleurs ouvrages présentés à ses concours littéraires et scientifiques.
- Le même ministère attache une importance toute spéciale au progrès de l'art musical dans cette province. En plus d'avoir fondé le Conservatoire de Musique et d'Art Dramatique, il a donné une vive impulsion à l'enseignement du solfège.
- Dans le but de conserver notre patrimoine artistique et de le faire mieux connaître, il poursuit depuis plusieurs années un inventaire des oeuvres d'art, contribuant ainsi à sauver de la destruction et de l'oubli des trésors artistiques qui, sans cette contribution, seraient aujourd'hui perdus dans la collectivité.
- Et voilà le résumé succinct des principales activités du Secrétariat, qui occupe sa place bien à lui dans le Gouvernement, et dont l'importance primordiale ne peut être mise en doute.

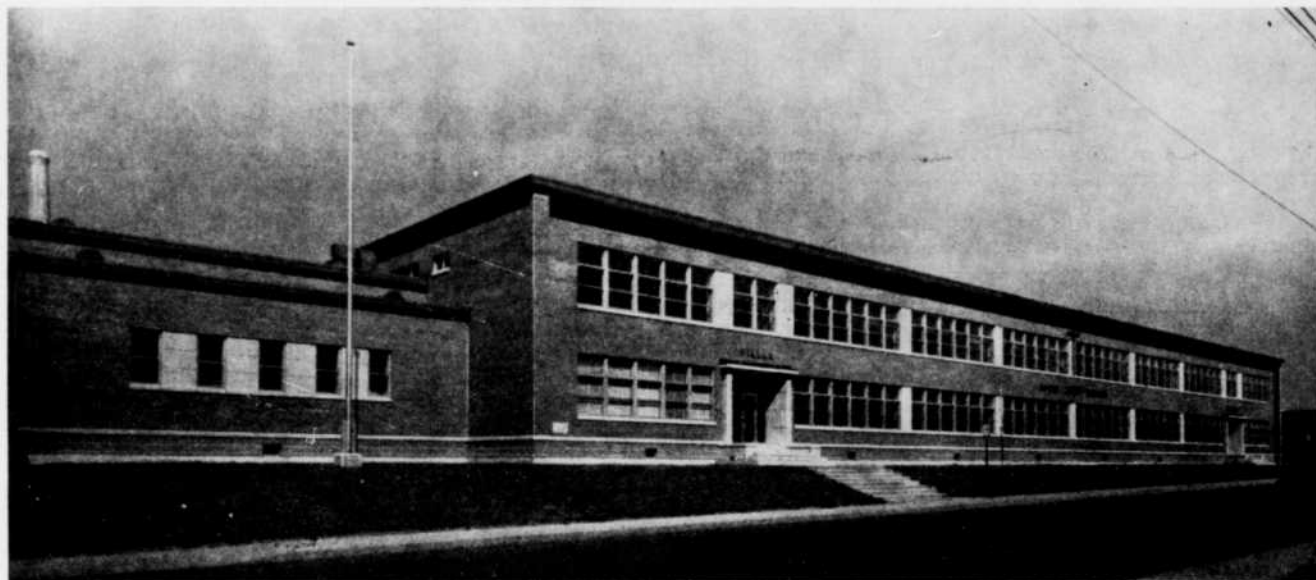
**Jean Bruchési,**  
sous-secrétaire de la Province

**L'honorable Roméo Lorrain,**  
Secrétaire de la Province

# ÉCOLE ST-EUGÈNE

de la Commission des Ecoles Catholiques de Montréal

M. EUGÈNE DOUCET, président



M. GASTON GAGNIER

Architecte

LALONDE & VALOIS

Ingénieurs-Conseils

QUEMONT CONSTRUCTION INC.

Entrepreneurs



Les sondages pour cette construction furent exécutés par

**NATIONAL BORING & SOUNDING INC.**

Édifice Canada Cement, Montréal

*Au service des architectes, ingénieurs et constructeurs depuis 17 ans.*

Sondages exécutés sous la direction d'ingénieurs professionnels de la province de Québec, pouvant fournir une interprétation pratique des résultats.



Les sondages sont nécessaires :

- Avant l'achat du terrain — afin d'établir le coût des fondations.
- Pour l'étude des fondations de bâtiments et les travaux en sous-oeuvre.
- Pour l'élaboration des plans, la détermination du coût et la construction des :

Routes • Ponts • Tunnels • Viaducs

Barrages • Quais • Jetées • Usines hydro-électriques

Egouts • Emissaires • Aqueducs • Prises d'eau

CETTE ANNONCE EST LA SEPTIÈME D'UNE SÉRIE DE DOUZE, DEVANT PARAÎTRE DANS L'INGÉNIEUR