

L

INGENIEUR

1911
1911
1911



Longtemps avant les chaudières automatiques, le nom Volcano était renommé en ce domaine. Les hôpitaux, par exemple, figurent au nombre des clients de Volcano depuis plus d'un siècle; aussi trouverez-vous nos chaudières automatiques dans les institutions énumérées ci-dessous. L'usinage précis qui confère un fonctionnement parfait et durable à chaque élément constituant est le fruit d'une longue expérience dans le domaine du chauffage. Cette expérience vous garantit un rendement

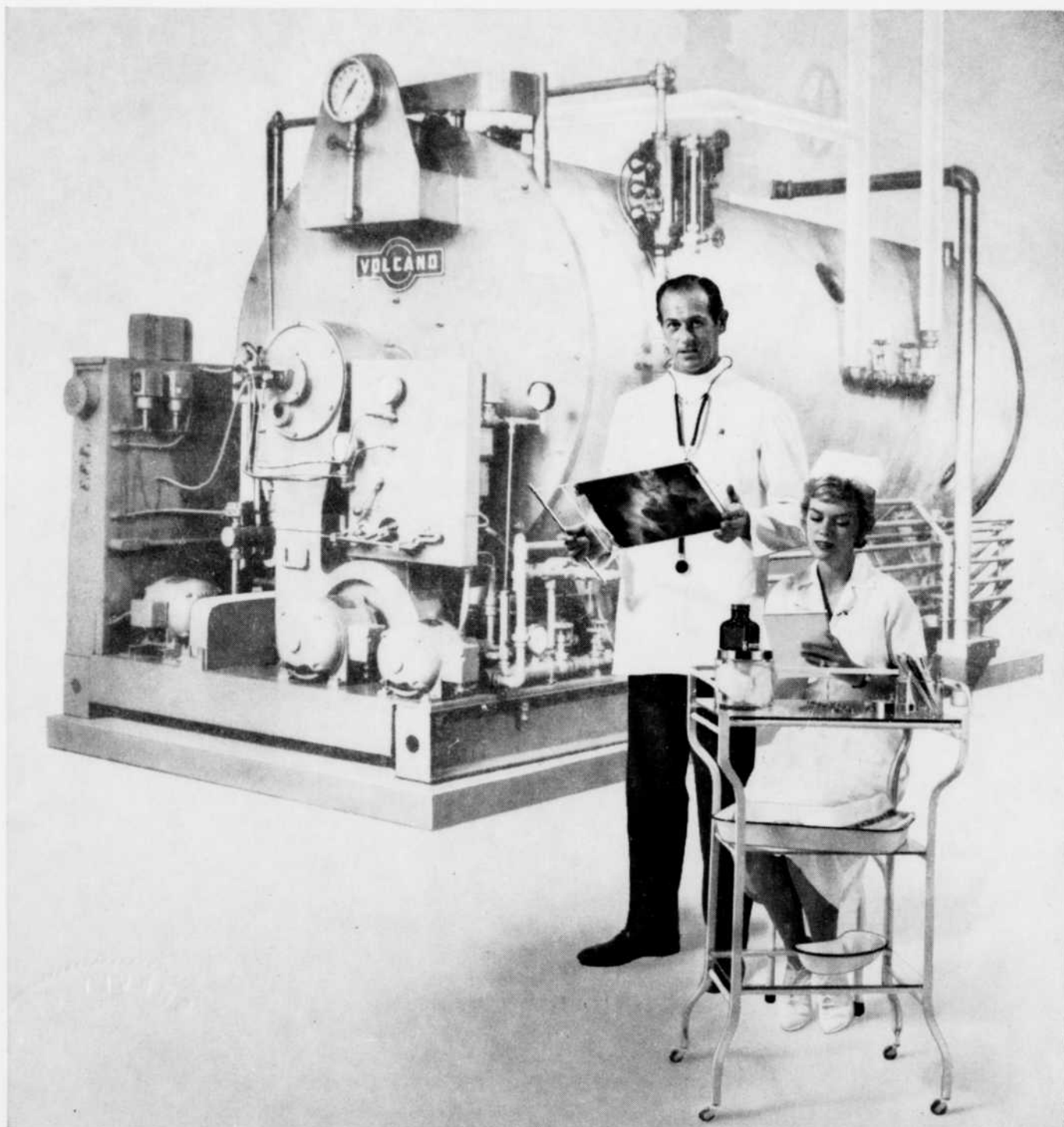
D'UN OcéAN À L'AUTRE
VOLCANO
 FOURNIT DE LA VAPEUR
 AUX HÔPITAUX

sûr et efficace année après année. En effet, la chaudière Volcano répond à tous les besoins de vapeur et de chauffage des institutions, bureaux, hôtels, manufactures, églises, maisons d'appartements et immeubles de tous genres. Les distributeurs Volcano, dans tout le Canada, peuvent vous fournir tout le matériel

et tous les services d'entretien dont vous avez besoin. Appareils de 5 à 500 c.v., à l'huile, au gaz ou à combustibles combinés.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

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



VOICI UNE LISTE PARTIELLE DES HÔPITAUX QUI ONT CHOISI DES CHAUDIÈRES VOLCANO: PROVIDENCE HOSPITAL, FORT ST. JOHN, B.C. • ST. MARY'S HOSPITAL, NEW WESTMINSTER, B.C. • WHITEHORSE HOSPITAL, WHITEHORSE, YUKON TERRITORY • AUXILIARY HOSPITAL, CALGARY, ALTA. • GRANDE PRAIRIE MUNICIPAL HOSPITAL, GRANDE PRAIRIE, ALTA. • LEADER UNION HOSPITAL, LEADER, SASK. • MCKELLAR GENERAL HOSPITAL, FORT WILLIAM, ONTARIO • SUBBURY MEMORIAL HOSPITAL, SUBBURY, ONTARIO • HÔPITAL ST-CHARLES BORROMÉE, MONTRÉAL, QUÉBEC. • HÔPITAL NOTRE-DAME DE LA MERCI, MONTRÉAL, QUÉBEC • HÔTEL DIEU DE QUÉBEC, QUÉBEC • TOLUQUE VALLEY HOSPITAL, PLASTER ROCK, N.B. • GRACE MATERNITY HOSPITAL, HALIFAX, N.S.



INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

ÉTÉ 1962

VOLUME 48 — No 190

ADMINISTRATION ET ABONNEMENTS

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

RÉDACTION

Louis Trudel rédacteur en chef

PUBLICITÉ

Représentants :

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

PHOTO DE COUVERTURE

L'Hydro-Québec est en train de construire à Carillon sur l'Outaouais une centrale hydroélectrique de 840,000 hp. On trouvera en page 27 un article décrivant les problèmes intervenus dans l'implantation des ouvrages de béton et les solutions adoptées. Notre photo de couverture montre le chantier de construction sur la rive nord.

SOMMAIRE

CALCUL DES DALLES ARMÉES ÉVIDÉES par Michel Normandin	13
LA COMBUSTION DU CHARBON PULVÉRISÉ par G. Gantcheff et G. Gauthier	15
LES FONDATIONS DU BARRAGE DE CARILLON par Pierre Crépeau	27
ÉTUDE MICROGRAPHIQUE DE QUELQUES ACIERS INOXYDABLES par Mario Lalanne	35
L'USINE MARÉMOTRICE DE LA RANCE par Robert Gibrat	37
COUP D'OEIL	42
VIE UNIVERSITAIRE	44
NOUVELLES DES ASSOCIATIONS	48
NOUVELLES DES INGÉNIEURS	51
REVUE DES LIVRES	58
INDEX DES ANNONCEURS	66

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

FORM-LOK apportera de l'eau au moulin!

Barrage avec mur de retenue et déversoir pour l'usine de filtration de la Ville de Lachute, Qué.

ENTREPRENEUR GÉNÉRAL :
H. J. O'Connell Ltd.

INGÉNIEURS CONSULTANTS :
Lorrain, Tourigny, Dubuc & Gérin-Lajoie

SERVICES D'INGÉNIEURS FORMWORK
par Canadian Formwork Limited, comprenant le système
de panneaux FORM-LOK et les ancres RICHMOND

*Même les travaux de coffrages
les plus difficiles... coûtent
moins cher... d'une opération
plus rapide avec les panneaux
préfabriqués FORM-LOK.*

CATALOGUE ET LISTE DE PRIX
DISPONIBLES SUR DEMANDE.



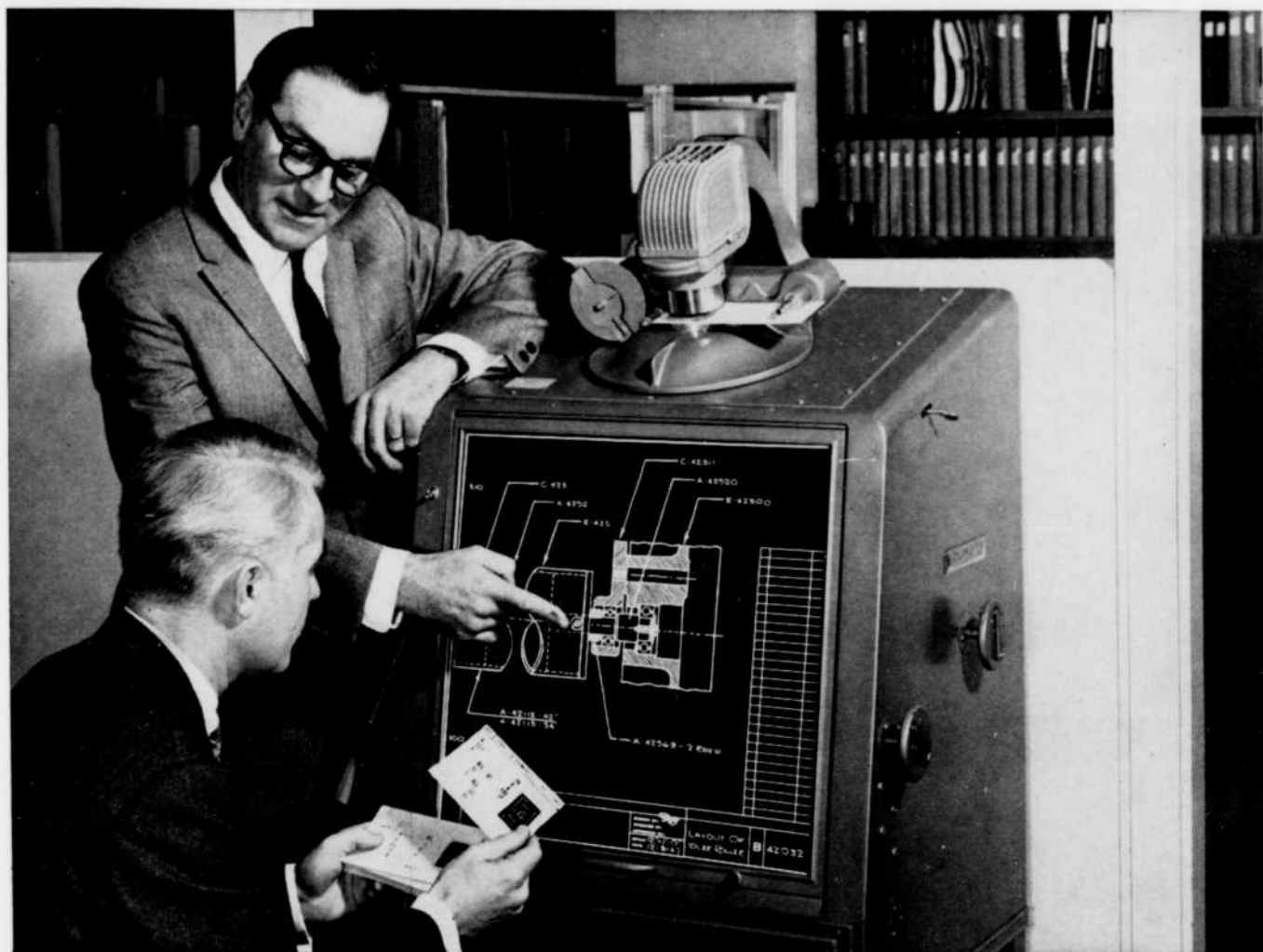
CANADIAN **FORMWORK** LIMITED

CONTRACTORS' ENGINEERS

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

TOUTES REQUÊTES
SERONT CONSIDÉRÉES

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



Tout est là, tous les détails sont nets et clairs, reproduits avec précision sur le microfilm 35mm RECORDAK

Les images RECORDAK sont beaucoup plus complexes qu'on ne pourrait s'en douter!

Les images hautement précises du microfilm RECORDAK 35mm sont supérieures même aux normes les plus exigeantes—définition comportant un minimum de 120 lignes par mm avec taux de réduction de 30 à 1.

Regardez attentivement les images d'un microfilm RECORDAK dans un lecteur. Remarquez comme chaque détail ressort clairement . . . comme les fonds sont merveilleusement uniformes, même si les images que vous regardez ont été prises à partir de dessins et de devis de tous types et de tous âges.

Comment les images RECORDAK peuvent-elles être si parfaites?

D'abord les négatifs ont été faits sur film Micro-File RECORDAK avec des appareils à microfilmer RECORDAK de haute précision. Le temps de pose est soigneusement contrôlé pour assurer des fonds et des contrastes parfaitement uniformes. Le film exposé est

ensuite développé suivant les procédés scientifiques les plus modernes.

Votre personnel peut apprendre sans difficulté à se servir des appareils Micro-File RECORDAK, calculés spécialement pour donner des images aussi nettes et aussi claires que vous pourrez jamais le désirer.

Ceci est important, car le succès de l'automatisation de votre programme de dessin industriel dépend largement de la qualité des images que vous utilisez et de la qualité des clichés que vous pouvez en tirer.

Notre *brochure gratuite* donne de plus amples détails sur le microfilmage réalisable par le procédé RECORDAK. Vous pouvez l'obtenir en utilisant ce coupon.

RECORDAK®

of Canada, Limited

MONCTON • QUÉBEC • MONTRÉAL • OTTAWA
TORONTO • HAMILTON • LONDON • WINNIPEG
REGINA • CALGARY • VANCOUVER

..... ENVOYEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME L-6-62

• RECORDAK of Canada, Limited
• 910, rue Saint-Alexandre, Montréal 1, P.Q.
• à Toronto: 105 Carlton Street

• Veuillez m'envoyer la brochure décrivant le système RECORDAK pour dessin industriel et le nom du dépositaire RECORDAK le plus proche.

• Nom _____

• Firme _____ Position _____

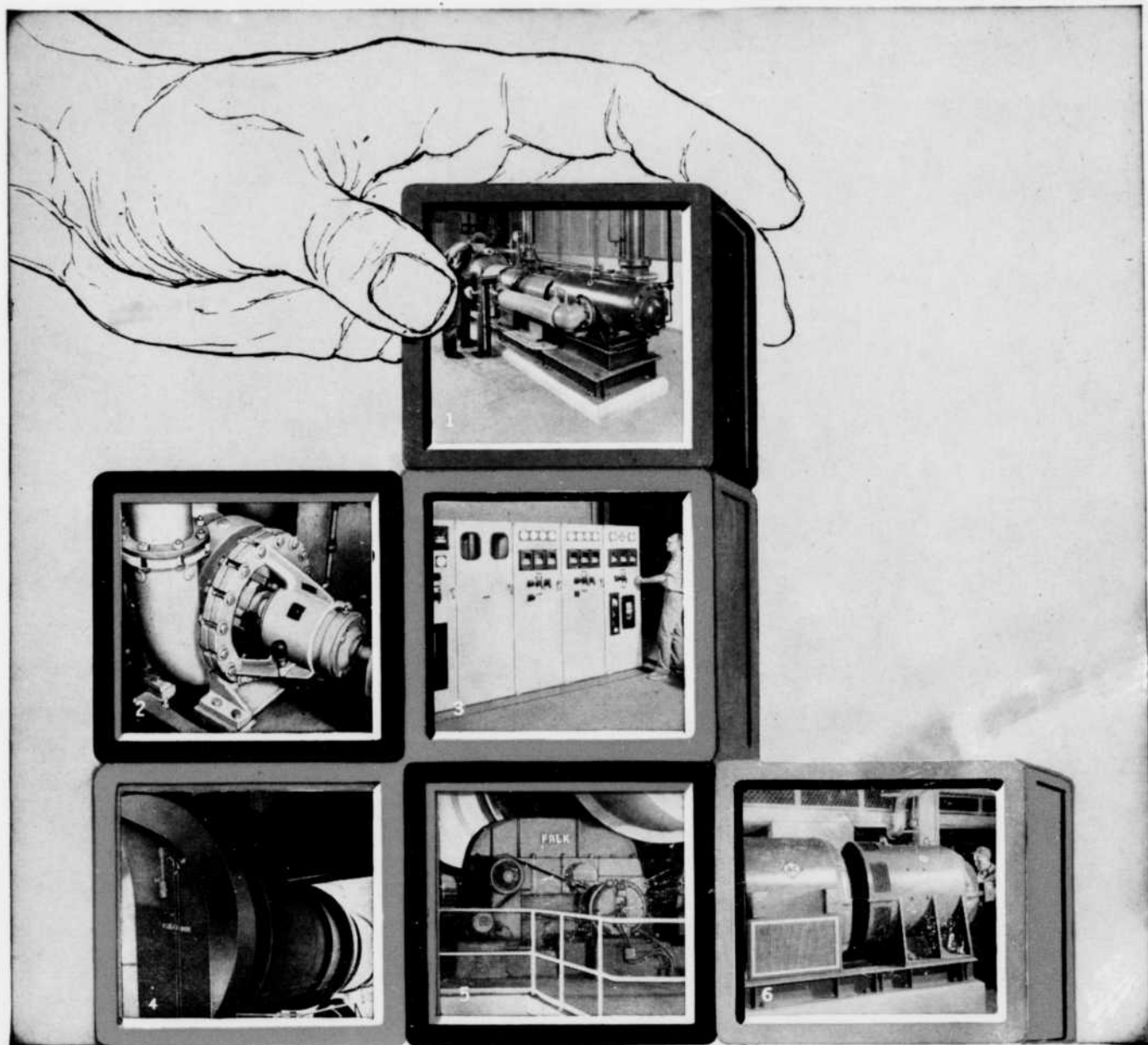
• Adresse _____

• Ville _____ Zone _____ Province _____

Pour les centres de vente et de service,

• consulter les PAGES JAUNES de l'annuaire du téléphone, sous le titre "MICROFILMS" afin d'obtenir l'adresse et le numéro de téléphone .

CANADIAN ALLIS-CHALMERS



1. Compresseurs 2. Pompes 3. Appareils de manoeuvre électrique 4. Fours rotatifs
5. Réducteurs Falk et transmissions à courroie en V "Texrope" 6. Groupes électrogènes

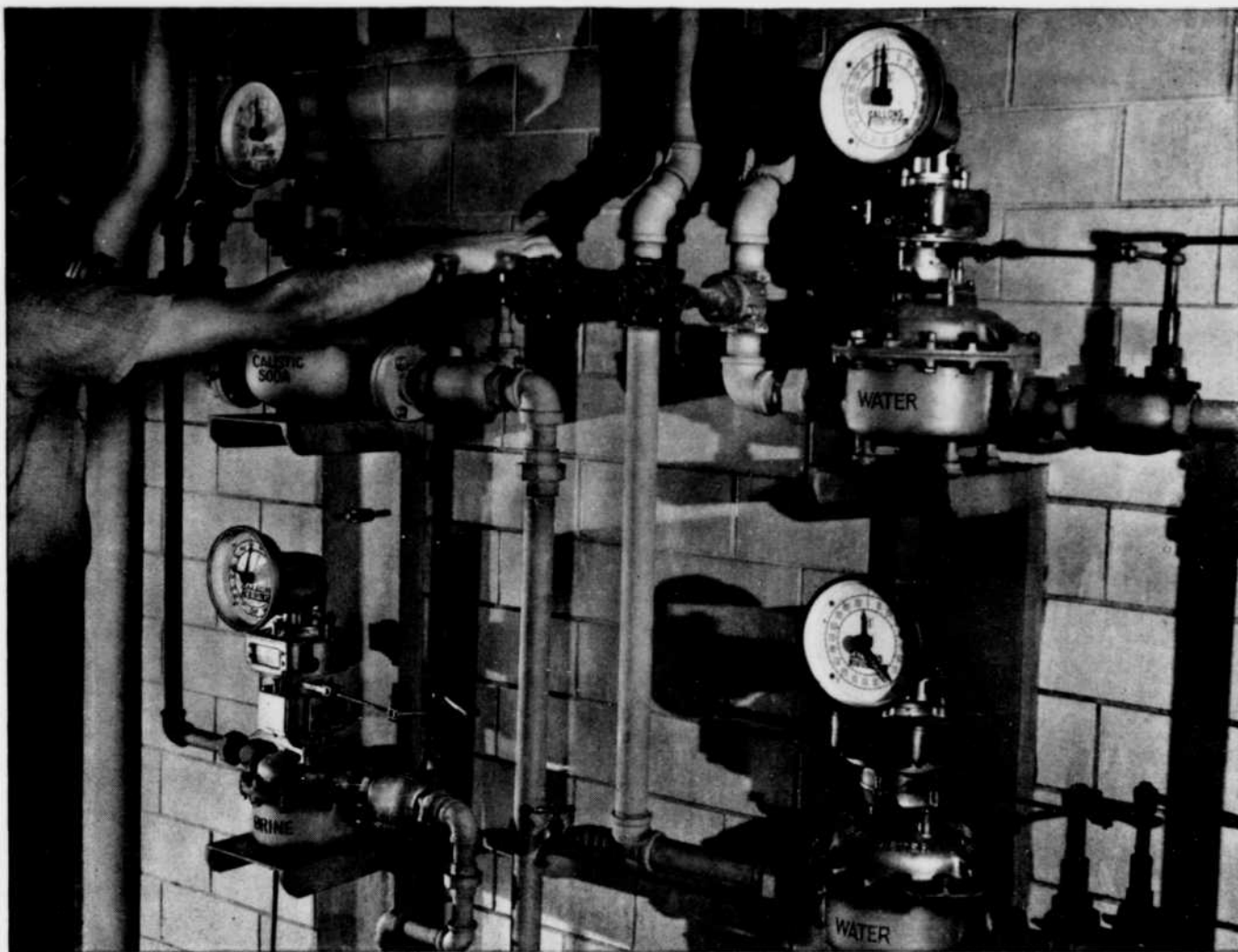
Conception et réalisation supérieures

grâce à un équipement homogène fabriqué par une seule maison

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

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

60-C-2-F



Des compteurs qui "pensent" . . . une garantie d'économie

Pour les formules contrôlées, le compteur pour liquides Rockwell pense par lui-même. Une fois réglé, il se souvient de la quantité prédéterminée et interrompt le débit automatiquement après chaque opération. Les accessoires livrables sur demande comprennent des imprimeurs de tickets pour l'inventaire et l'analyse de prix de revient; des interrupteurs automatiques à impulsions pour arrêter la pompe après la livraison.

Ce compteur évite les délais nécessaires pour jauger les réservoirs à remplir, pas d'à-coups, pas d'erreurs, de pertes ou de liquide répandu. Dans de nombreux cas, un seul homme peut formuler progressivement différents dosages en même temps.

Vous bénéficiez d'une production plus élevée avec une qualité améliorée, à moindres frais.

Pour la manipulation de liquides volatils, ce système présente l'avantage de la sécurité d'une tuyauterie fermée. Les compteurs à liquides Rockwell sont vendus partout par les distributeurs spécialisés et leur fonctionnement est assuré par nos ingénieurs. Utilisez ce coupon pour votre commodité, ou écrivez à: Rockwell Manufacturing Company of Canada, Ltd., C.P. 978, Montréal (P.Q.). Aussi Toronto, Winnipeg, Edmonton, Calgary et Vancouver.

Détachez ce coupon—Postez-le aujourd'hui même.

**Rockwell Manufacturing Company of Canada, Ltd.
C.P. 978, Montréal (P.Q.)**

Je désire me renseigner sur les méthodes de mesure de.....
 Diamètre de tuyau.....
 Pression de fonctionnement..... par po. ca.....
 Température max.....°F
 Débit maximum.....gal./mn . Débit minimum.....gal./mn
 Nom.....
 Compagnie.....
 Rue.....
 Ville..... Province.....



L'HYDRO-QUÉBEC

accentue la croissance d'un géant



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

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

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

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

*Canadian Industries Limited,
B.P. 10, Montréal.*








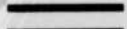


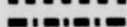

STATION GÉNÉRATRICE I DE BERSIMIS. Pour cette station de 7.5 milles de long, on a creusé dans le roc un tunnel de 31.5 pieds de diamètre à l'aide des explosifs C-I-L. Huit groupes électrogènes de 150,000 h.p. occupent chacun une centrale enceinte de montagnes. De Bersimis, des câbles de 300,000 volts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



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



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

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

Explosifs



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

Supprimez
l'usinage,
le meulage
et l'encrage!



PAS TOUT À FAIT!... mais Atlas a fait un pas énorme dans ce sens pour 75% de la fabrication d'outils et de matrices pour travail à froid de dimensions allant jusqu'à 2" x 10" x 18". Les nouveaux aciers à outils DIEPAK Atlas, emballés, prêts au traçage, vous permettront de gagner une journée entière pour la production d'une seule matrice. **PAS DE MEULAGE JUSQU'AU DÉCOLLETAGE:** les aciers DIEPAK sont emballés, déjà meulés—en haut, en



bas, et sur les côtés. **PAS D'ENCRAGE:**

les aciers DIEPAK sont préencrés grâce à un procédé spécial de coloration. Vous passez immédiatement au traçage. Cette encre ne coule pas, ne se délave pas pendant l'usinage, quel que soit le liquide de refroidissement. **PAS DE GASPILLAGE:** vous économisez de 15 à 25% sur l'acier à outils en achetant les dimensions exactes requises . . .



déjà usinées. **PAS DE**

PROBLÈME DE STOCK: remettez les parties inutilisées dans le solide emballage DIEPAK. Elles sont colorées suivant un code permettant d'identifier les qualités, et les dimensions y sont clairement marquées. **PAS D'ERREURS DE TRAITEMENT THERMIQUE:** des instructions complètes, comprenant les courbes de température, sont imprimées sur chaque emballage. **CHOIX DE QUALITÉS DIEPAK:** disponibles en acier Nutherm trempé à l'air et Keewatin à trempe à l'huile . . . combinaison qui satisfera plus de 75% de vos exigences en outillage pour travail à froid. **LIVRAISON IMMÉDIATE:** chaque succursale Atlas a les aciers DIEPAK en stock en une grande variété de dimensions. Dimensions spéciales sur demande. **DEMANDEZ À VOTRE REPRÉSENTANT ATLAS** le prix courant et les stocks DIEPAK ou écrivez à: Atlas Steels Limited, Welland, Ontario.

ATLAS
TOOL
STEELS



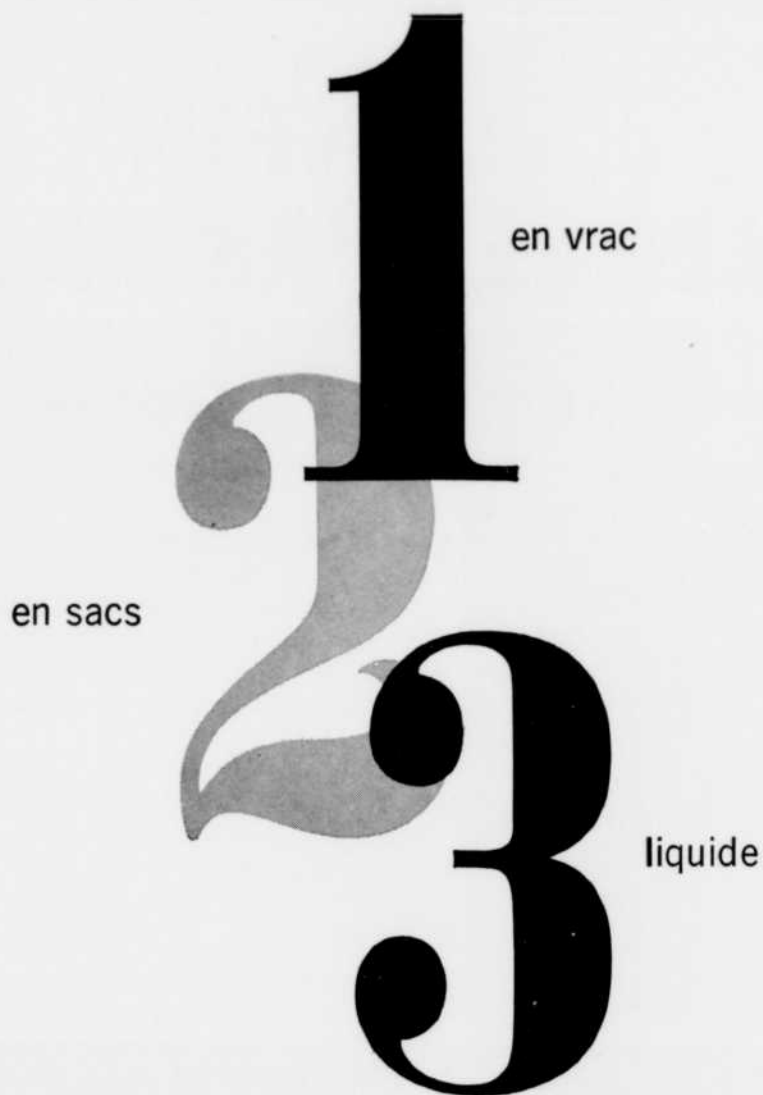
Les recherches de l'Imperial Oil ont rendu le graissage facile, propre et économique

La graisse Esso MP en cartouches travaille vite et bien, proprement et sans perte. Elle reste toujours parfaitement pure, car elle est toujours à l'abri des corps étrangers. Et il ne faut que 20 secondes pour recharger le pistolet!

Cinq types de graisse Esso MP sont maintenant disponibles en cartouches: "H" pour conditions normales, "M" pour basses températures, "EP" pour très hautes pressions, "Moly" pour très hautes pressions et mouvement intermittent, et "Lotemp Moly" pour très basses températures.

Le représentant des ventes industrielles de l'Imperial Oil est un expert en lubrifiants et carburants pour l'industrie. Pour obtenir de lui les renseignements les plus récents, il vous suffit de téléphoner au plus proche bureau de l'Imperial Oil.

QUI S'Y CONNAÎT EXIGE IMPERIAL



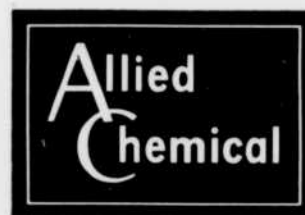
FAÇONS D'ÉLIMINER LA POUSSIÈRE AVEC LE CHLORURE DE CALCIUM

On peut se procurer le chlorure de calcium Brunner Mond en vrac, en sacs ou sous forme liquide, selon les besoins de chacun. Il suffit d'une ou deux applications pour consolider la surface des routes et éliminer la poussière pendant toute une saison.

Si vous le désirez, Brunner Mond fera pour vous l'épandage du chlorure de calcium liquide ou en vrac. Ce service complet élimine tout entreposage, manutention, risque de bris des sacs, ainsi que l'entretien de l'équipement d'épandage.

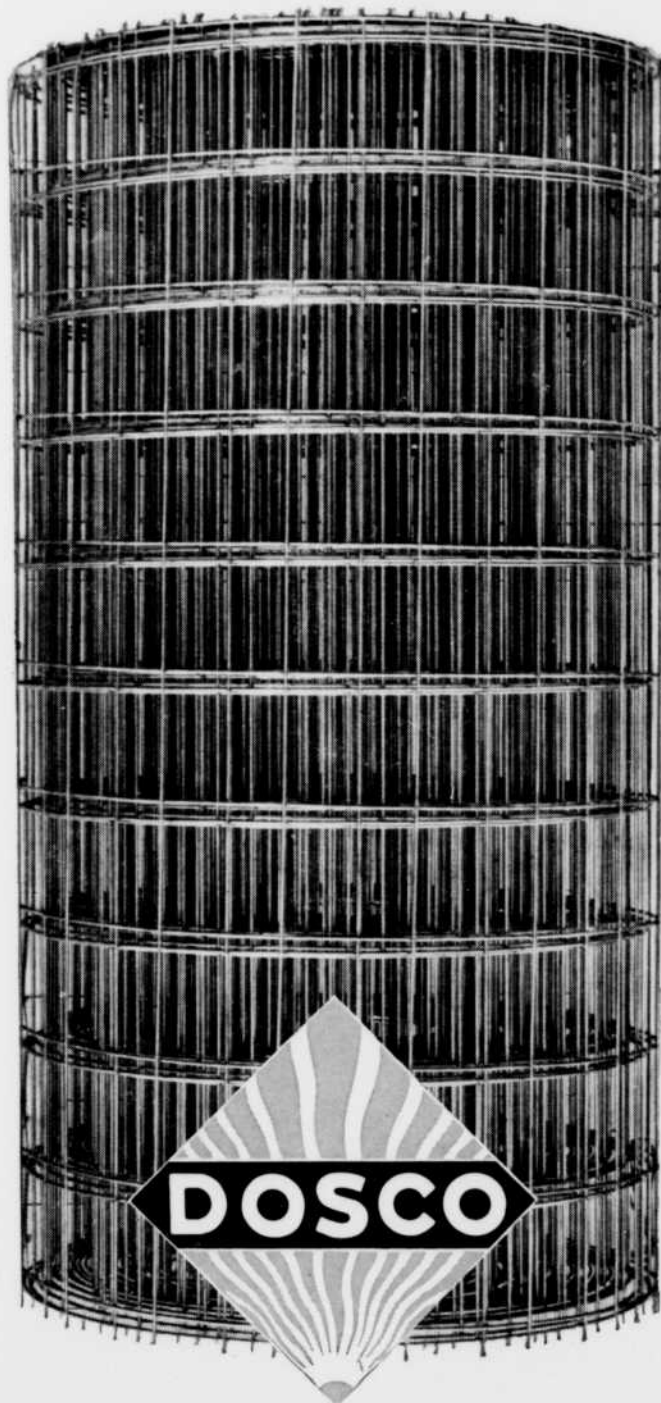
Pourquoi ne pas demander d'autres renseignements à votre représentant Allied?

ALLIED CHEMICAL CANADA, LTD.
SAINT-JEAN, N.-B. • MONTRÉAL • TORONTO • WINNIPEG • EDMONTON • VANCOUVER



ENFIN!... DU GRILLAGE D'ARMATURE

pouvant avoir jusqu'à 17 pieds de largeur



Spécialement construit pour nous, notre nouvel outillage pour la soudure du grillage d'armature est le plus important et le plus moderne en Amérique du Nord. Il a été récemment ajouté aux autres machines de notre usine d'Etobicoke, à Toronto, et fonctionne à plein rendement.

Vous pouvez donc maintenant obtenir rapidement du grillage d'armature de tous genres et de toutes dimensions, pour n'importe quel ouvrage de construction.

GRILLAGE

Espacement des fils

En longueur: 2", 3", 4", 6", 8", 10", 12"
En largeur: 2", 3", 4", 6", 8", 12", 16"

Diamètre des fils

En longueur: de ja. 8 (.162") à ja. 7/0 (.490")
En largeur: de ja. 8 (.162") à ja. 4/0 (.394")

Largeur du grillage

204" (maximum)

ROULEAUX

Poids maximum: 5,000 lb.
Diamètre maximum: 60"

FEUILLES

Longueur: jusqu'à 25 pieds
Largeur: jusqu'à 11' 6"

SPÉCIFICATIONS

CSA G. 30.5 — ASTM A-185-58T

Renseignements détaillés sur demande

Demandez notre nouvelle brochure: "Les Treillis Soudés"

**DOMINION STEEL
AND COAL
CORPORATION, LIMITED**

C.P. 249
Montréal, P.Q. — HU. 9-3461

C.P. 500
Rexdale, Ont. — CH. 6-2121

BUREAUX DE VENTE À: HALIFAX, SYDNEY, TRENTON, N.-E., SAINT JOHN, N.-B., LONDON, WINDSOR, NORTH BAY, OTTAWA, WINNIPEG, EDMONTON, VANCOUVER.

CALCUL DES DALLES ARMÉES ÉVIDÉES

par

MICHEL NORMANDIN

Vice-doyen et directeur des études
Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke
Sherbrooke, P.Q.

Introduction

L'utilisation des dalles armées, évidées au moyen de tubes de carton appelés "SONOTUBES" est devenue d'un usage fréquent ces dernières années. Une des méthodes les plus courantes utilisées pour le calcul de ces dalles est la méthode graphique qui est assez longue mais qui est beaucoup plus directe que la méthode analytique. L'auteur a donc songé à établir à partir de la solution analytique, des courbes qui permettraient de déterminer directement la section d'acier requise pour une section donnée qui pourra résister au moment fléchissant produit par le chargement. La compilation des résultats a été effectuée à l'aide du coordonnateur électronique LPG30 de la Faculté des Sciences de l'Université de Sherbrooke. L'auteur remercie M. Paul Edouard Brunelle, professeur à la Faculté, qui lui a fourni une aide précieuse au moment de la compilation.

ÉTABLISSEMENT DES ÉQUATIONS

Nous supposons une déformation élastique et un effet nul du béton situé sous l'axe neutre.

Se référant à la figure 1, il vient :

$$\frac{E_c}{E_s} = \frac{a - c}{d + c - a} \text{ ou } E_c = \frac{f_c}{E_c} \text{ et } E_s = \frac{f_s}{E_s}$$

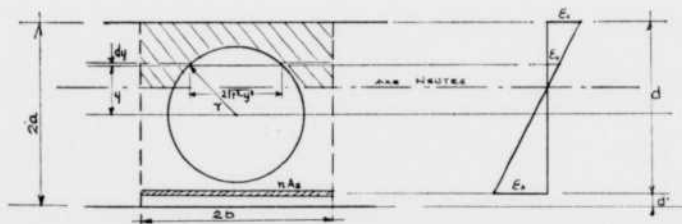


Fig. 1

Posant $E_s = nE_c$, il vient :

$$f_c = \frac{f_s}{n} \frac{(a - c)}{(d + c - a)} \quad (1)$$

Calcul des dalles armées évidées

Explicitons c :

$$c = \frac{f_s a - n f_c (d - a)}{n f_c + f_s} = \frac{f_s a - n f_c (a - d')}{n f_c + f_s} \quad (2)$$

Pour l'acier travaillant à sa limite, la valeur minimum de c sera celle obtenue en remplaçant f_c par l'effort maximum permissible. (En supposant qu'il n'y ait pas d'acier de compression.)

L'effort dans le béton à une distance y du centre de la section sera donné par :

$$f_y = \frac{f_c (y - c)}{(a - c)} \quad (3)$$

Le moment de la section d'acier par rapport à l'axe neutre sera égal au moment de la section utile de béton par rapport au même axe.

$$\int_c^a (y - c) 2b dy - \int_c^r (y - c) 2\sqrt{r^2 - y^2} dy = nA_s (d + c - a)$$

Solutionnant il vient :

$$b(a - c)^2 + cr^2 \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{c}{r} \right) - \frac{(r^2 - c^2)^{3/2}}{3} (2r^2 + c^2) = nA_s (d + c - a) \quad (4)$$

La résultante des efforts dans le béton est située à une distance y de l'axe des x (axe central de la section)

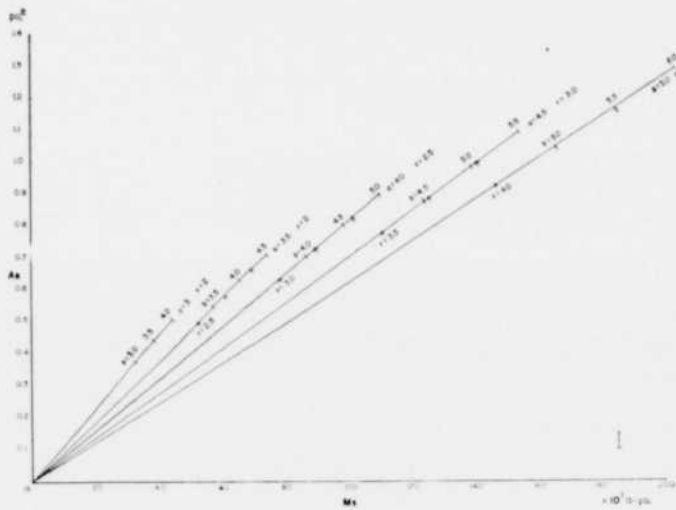


Tableau I

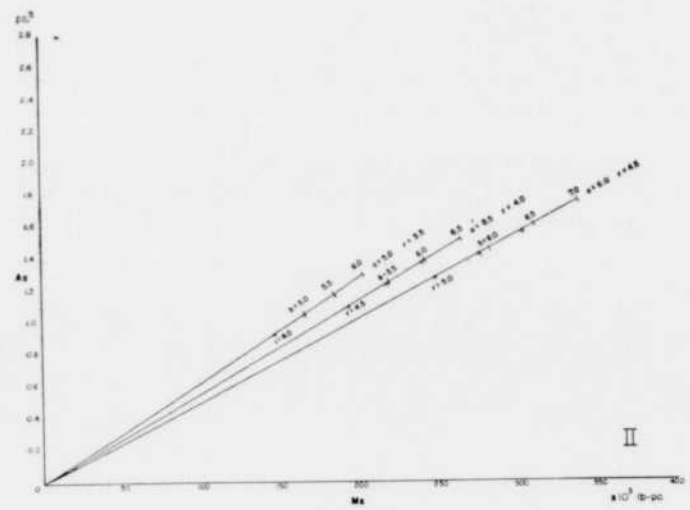


Tableau II

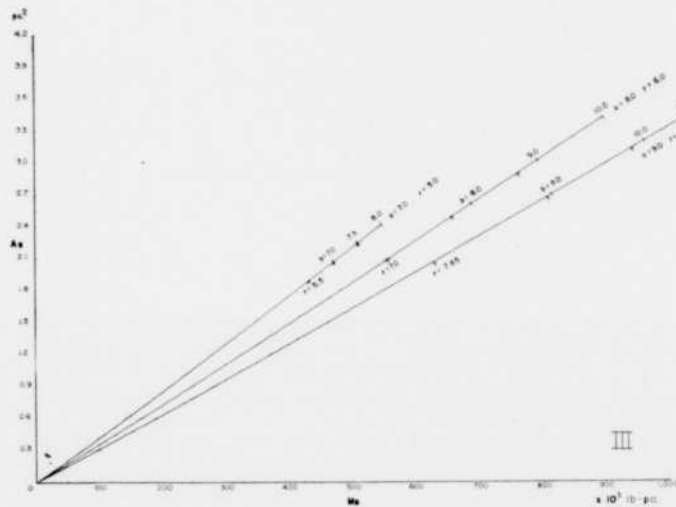


Tableau III

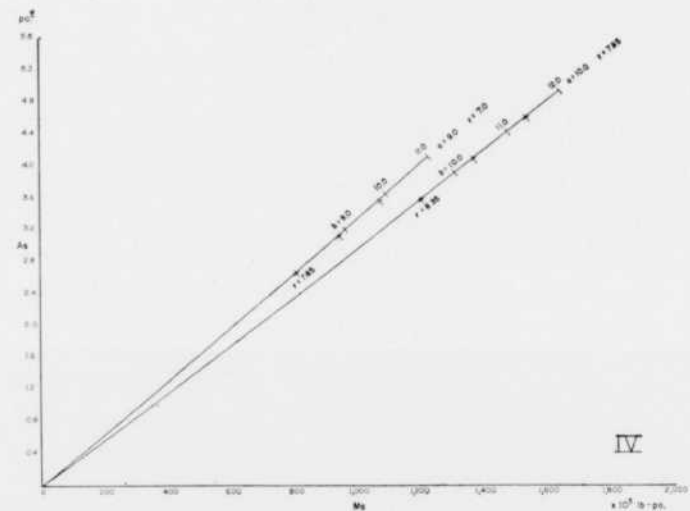


Tableau IV

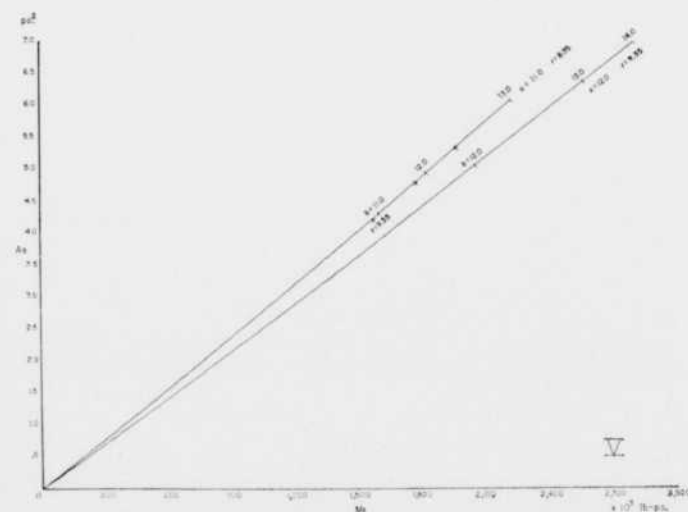


Tableau V

$$\bar{y} = c + \frac{\int_c^a 2bfy(y-c)dy - \int_c^r 2\sqrt{r^2-y^2}fy(y-c)dy}{\int_c^a 2bfydy - \int_c^r 2\sqrt{r^2-y^2}fydy}$$

Substituant la valeur de \bar{y} de l'équation (3) et supposant que la somme des efforts dans le béton (dénominateur) est égale à la tension dans l'acier, il vient après solution :

$$\bar{y} = c + \frac{\frac{b(a-c)^3}{3} + \frac{c\sqrt{r^2-c^2}}{24}(13r^2+2c^2)}{\frac{nAs}{2}(a+c-d')} - \frac{r}{2} \frac{(r^2+c^2)\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{c}{r}\right)}{r} \quad (5)$$

(Suite à la page 54)

LA COMBUSTION DU CHARBON PULVÉRISÉ

par

G. Gantcheff, M.Sc.A., Ing.P.
assistant-professeur, Département de Génie-Chimique,
Ecole Polytechnique de Montréal.

et

G. Gauthier, Ing.P.
Ingénieur en combustion, Dominion Steel and
Coal Corporation, Montréal.

a) Historique

C'est à l'industrie du ciment que l'on doit les premières installations qui employèrent la combustion du charbon pulvérisé⁽¹⁾. Au tout début, cependant, on ne comprit pas que la combustion du charbon en fines particules était différente de la combustion sur grilles et, de ce fait, les développements ont résulté de méthodes artisanales plutôt que d'une étude scientifique et, par conséquent, les progrès furent plutôt lents.

Puis ce fut l'industrie métallurgique qui commença à utiliser la méthode et, si elle n'apporta aucune innovation majeure, elle fournit tout de même de précieux renseignements sur la façon dont était brûlé le charbon pulvérisé et sur les conditions nécessaires à une bonne combustion.

Ce n'est qu'en 1921 que le charbon pulvérisé fut employé sous une chaudière (Edgemoore 468cv) après quatre années d'essais par John Anderson de la Milwaukee Electric Railway and Light Company.

Les succès obtenus furent remarquables et cette installation avait une portée d'autant plus grande que :

- 1) la mise de fonds pour la construction d'une chambre de combustion adaptée à cette nouvelle méthode était considérable;
- 2) la performance de la chaudière fut analysée grâce à des essais

complets et minutieux de vérification;

- 3) les résultats des essais ainsi que les observations faites dans la pratique furent publiés.

Cette installation permit de constater que le charbon, brûlé sous cette forme, donnait un rendement bien au-delà de celui qu'on obtenait normalement.

De plus, les problèmes rencontrés ayant fait l'objet d'une grande

publicité, on entreprit des études très poussées pour leur trouver une solution satisfaisante. Toute cette activité amena un progrès très rapide de ce genre de combustion.

b) Considérations économiques

La combustion du charbon pulvérisé présente plusieurs avantages économiques. En premier lieu, la flexibilité de l'opération permet une combustion plus complète, ce

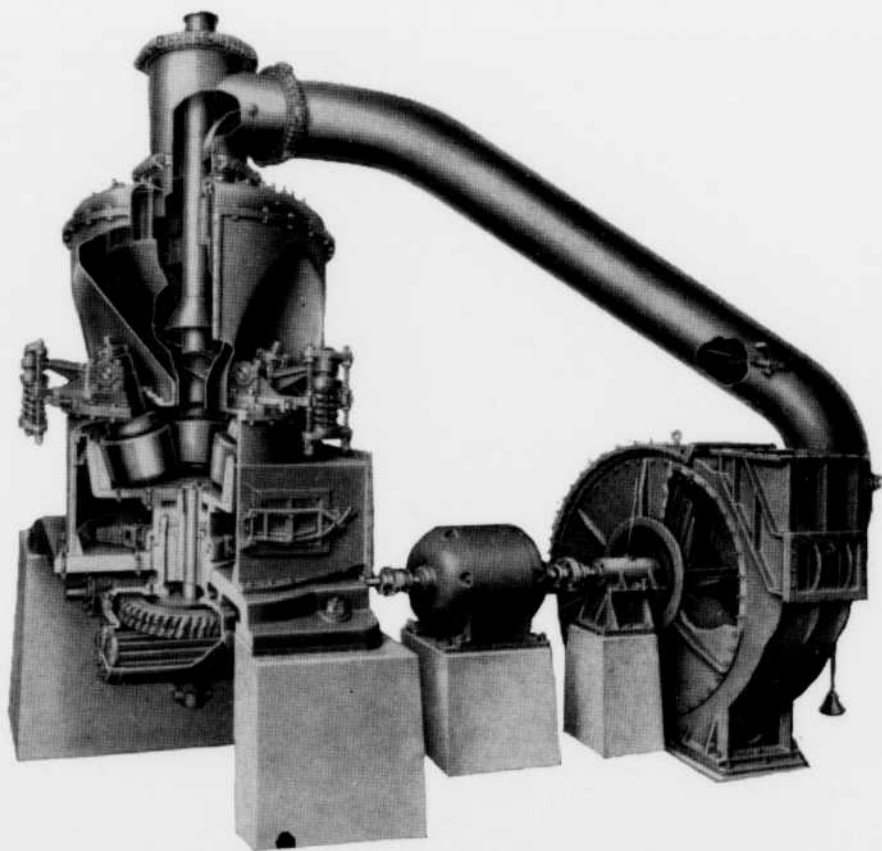


Fig. 1 — Section d'un moulin de pulvérisation de type C.E.
(Combustion Engineering Co.)

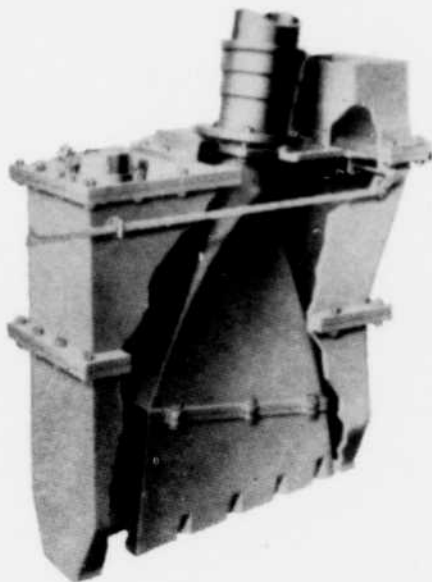


Fig. 2 — Brûleur de type L vertical C.E. (Combustion Engineering Co.)

qui se traduit en une meilleure utilisation de la valeur calorifique du combustible. Le taux amélioré de la récupération de la chaleur est mis en évidence par le pourcentage de gaz carbonique (CO_2) qui est beaucoup plus élevé ici que dans toute autre méthode de combustion du charbon.

On économise en matériaux et en dimensions lors de la construction de la chambre de combustion, car, pour des taux de production similaires, la combustion du charbon pulvérisé exige un espace beaucoup plus réduit. De plus, les dimensions des fournaies à lits de charbon sont limitées par la quantité d'air nécessaire à la combustion. Aucune limite ou presque n'existe dans le cas des fournaies à charbon pulvérisé.

Le contrôle de la combustion est plus simple et, par conséquent, moins coûteux. La main-d'œuvre nécessaire est réduite au minimum.

D'autre part, l'élimination des cendres se prête facilement à l'automatisation, ce qui contribue aussi à l'économie de l'opération.

La manutention de ces unités est moins dispendieuse et moins compliquée.

Étant donné qu'on peut maintenir des températures élevées au centre de la fournaie et des parois plutôt froides, on réduit la possibilité de pertes de chaleur.

Finalement, les installations à charbon pulvérisé peuvent être agencées de façon à brûler des charbons de qualité inférieure sans augmenter appréciablement le coût de l'opération entière.

Description des systèmes

a) Caractéristiques générales des charbons.

Les charbons, qui sont le résultat de l'ensevelissement et de la décomposition de matières végétales, ont des propriétés physiques et chimiques très variables selon les conditions de température et de pression qu'ont eu à subir ces dépôts.

Lorsque l'usage du charbon s'est répandu, il a fallu établir une certaine classification qui est la suivante⁽²⁾:

- A — Type** — ce groupement tient compte de la variation dans la proportion qu'occupent les différentes espèces végétales;
- B — Rang** — ce groupement indique le degré de carbonisation. Ceci est illustré par la série naturelle allant de la tourbe au sous-bitumineux, bitumineux et anthracite. (Le pourcentage de carbone augmente dans le même sens);
- C — Qualité** — ce groupement tient compte du pourcentage d'impuretés.

D'une façon générale, le charbon employé par la méthode de combustion décrite ici est le charbon de type "common banded", son rang étant celui de bitumineux ayant un pourcentage de matières volatiles élevé. Il existe sur le marché différents spécimens de ce type de charbon.

Une analyse chimique typique d'un charbon de l'est du Canada et qui donne des résultats excellents, indiqués au Tableau I.

TABLEAU I
Analyse chimique d'un charbon canadien

	Tel que reçu	Base sèche
Humidité	2.4%	—
Matières volatiles	33.6%	34.4%
Carbone fixe	55.2%	56.6%
Cendres	8.8%	9.0%
	100.0%	100.0%

L'analyse ultime de ce même charbon serait :

Soufre	3.0%
Hydrogène	5.2%
Carbone	76.3%
Azote	1.5%
Oxygène	5.0%
Cendres	9.0%
	100.0%
Valeur calorifique B.T.U. par livre	13,700
Point de fusion des cendres ..	2025°F.
Index de fragilité (Hardgrove)	68.

Les propriétés physiques les plus importantes à considérer sont la grosseur et l'index de fragilité.

La grosseur désirée variera suivant que l'on voudra faire de l'entreposage extérieur ou intérieur. Dans le premier cas, on demandera un charbon plus gros (2" x 0, 1 1/2" x 0, 1 1/4" x 0) parce qu'il se maniera mieux et aura moins tendance à absorber l'humidité. Pour entreposage intérieur, on acceptera des charbons de l'ordre de 3/4" x 0, 1/2" x 0, 1/4" x 0, pourvu qu'ils puissent être livrés avec un pourcentage d'humidité d'environ 3 à 4%.

L'index de fragilité indique, tout simplement, si un charbon sera plus ou moins facile à pulvériser. Plus l'index est élevé, plus fragile est le charbon. Il existe d'autres méthodes pour indiquer la fragilité du charbon mais celle d'Hardgrove est celle communément employée en Amérique du Nord.

b) Emmagasinement intérieur et métrage.

La tendance actuelle dans ces installations est d'avoir une soule

ou même deux pour chaque chaudière. Ces soutes, faites de plaques d'acier, consistent en des troncs de pyramides renversés et dont les faces ont des angles d'au moins 65° avec la verticale afin de permettre l'écoulement du charbon sous l'influence de la gravité. Comme il arrive parfois que le charbon puisse être assez humide, on fixera des vibrateurs sur les côtés, ou des coussins de plastique sur les parois intérieures à la base et qui seront gonflés et dégonflés suivant une certaine fréquence. Enfin une autre innovation récente de la Bituminous Coal Research consiste à installer à l'embouchure de la soute deux cônes soudés à la base; comme habituellement la pression due à la pesanteur du charbon se fait sentir au centre de l'ouverture et que le charbon se trouvant sur les parois ne s'écoule pas, ces cônes auront un effet totalement opposé. Les essais ont d'ailleurs démontré que l'on pouvait, sans aucune difficulté, écouler du charbon de moins d'un quart de pouce et ayant des pourcentages d'humidité de l'ordre de 12%.

Pour fins de contrôle et aussi afin de permettre le calcul du rendement thermique d'une chaudière, on installera généralement un appareil qui mesurera la quantité de charbon alimenté. Cet appareil pourra être une balance dite automatique dont le plateau basculera lorsque la quantité de charbon aura atteint un poids déterminé. Un compteur enregistre le nombre de bascules et il suffit ensuite de multiplier la donnée par le facteur de la balance.

Il existe aussi sur le marché un appareil qui consiste tout simplement en une hélice que fera virer le charbon dans sa chute. On enregistre le nombre de révolutions qui, multiplié par le facteur propre au charbon employé, donnera la quantité fournie à la fournaise. Toute variation dans la grosseur et dans la densité du charbon influencera la précision

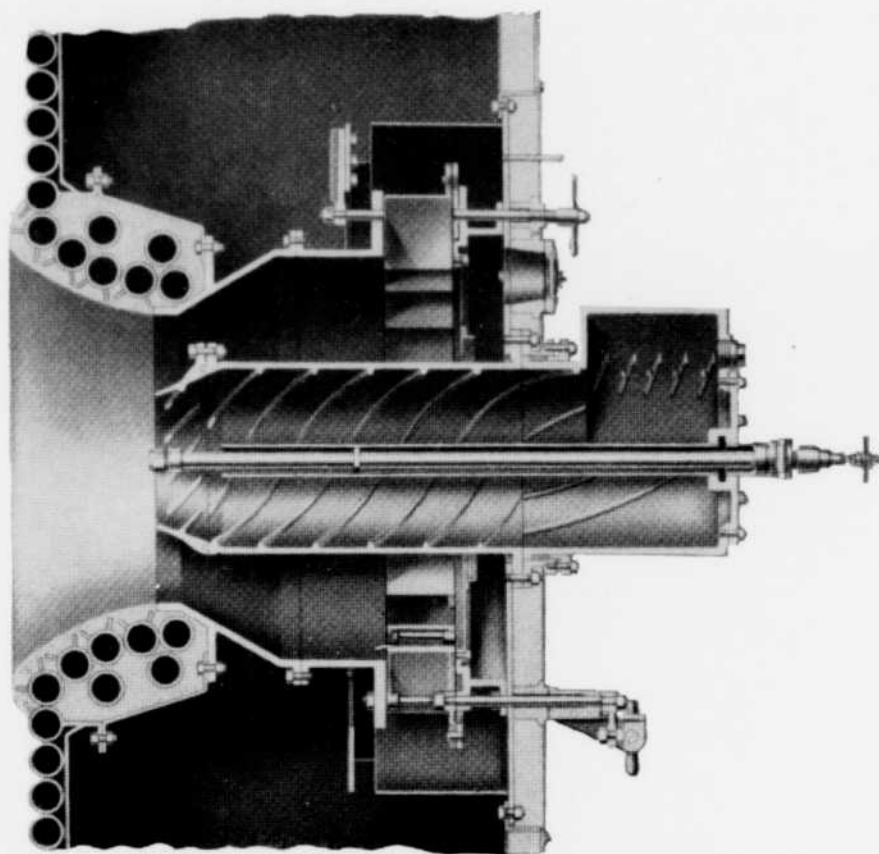


Fig. 3 — Vue en plan d'une section d'un brûleur C.E. de type R horizontal. (Combustion Engineering Co.)

des résultats. On emploiera surtout cet appareil comme un des éléments du système de contrôle de la combustion.

c) Pulvérisage.

Pour assurer une bonne combustion, il faut que le charbon soit fourni aux brûleurs finement pulvérisé et, en pratique, les appareils seront réglés pour que 70% du charbon passe au tamis de 200 mailles au pouce.

Au tout début de l'emploi de cette méthode de combustion, les moulins de pulvérisation ne pouvaient assurer une alimentation constante et on avait donc recours à ce qui était appelé l'alimentation indirecte, c'est-à-dire que l'on séchait le charbon qui était ensuite pulvérisé et emmagasiné avant de passer aux brûleurs.

Les avantages de cet arrangement étaient multiples. D'abord, il fournissait une plus grande fa-

cilité de contrôle du rapport air-combustible parce que les deux se trouvaient sous commande directe de l'opérateur. Cela permettait aussi l'installation de moulins plus petits car ceux-ci pouvaient travailler sous une charge constante et n'étaient pas ainsi soumis aux variations dans la demande de charbon à la chaudière. En cas de bris, il n'était pas nécessaire d'arrêter la production de vapeur d'une chaudière parce que l'emmagasinage était suffisant pour pourvoir à l'alimentation.

Cependant, à cause du coût plus élevé d'installation dû à la nécessité de sécher le charbon, de l'emmagasiner à deux endroits, du danger d'explosion et du perfectionnement dans la fabrication des moulins, on n'installe plus aujourd'hui que le système à alimentation directe.

Le système simplifié consiste donc maintenant à amener le charbon au pulvérisateur où l'on

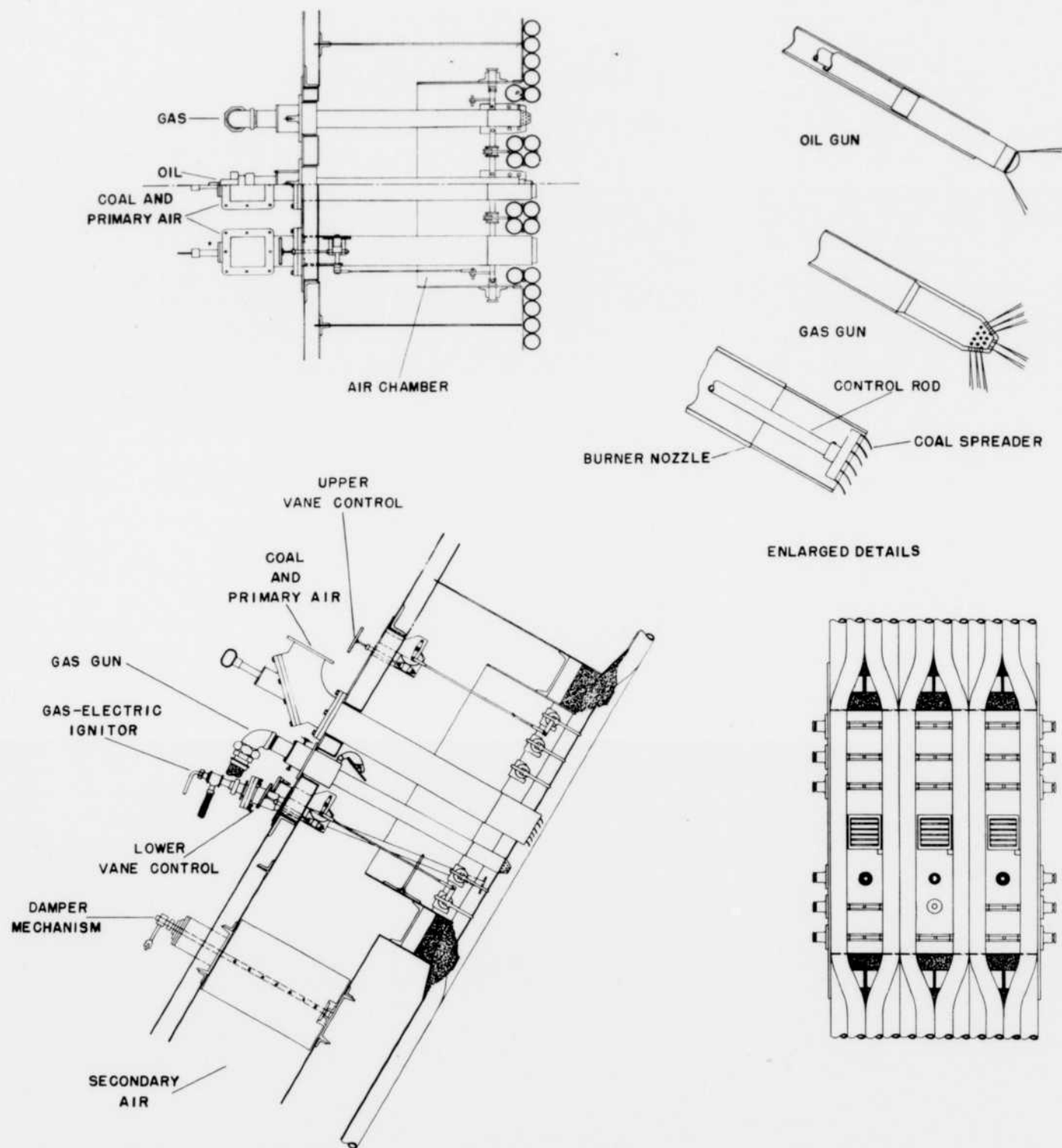


Fig. 4 — Dessin d'un brûleur dirigeable montrant les différents éléments qui font partie de sa construction. (Foster Wheeler Co.)

introduira de l'air chaud qui séchera d'abord le charbon, servira à la classification des grosseurs et sera utilisé ensuite au transport des particules aux brûleurs et enfin servira comme source primaire d'oxygène pour la combustion.

La température finale du mélange air-charbon sera alors de l'ordre d'environ 180° à 200°F.

Les moulins servant au pulvérisage sont habituellement classés suivant la méthode utilisée pour broyer le charbon. Les trois prin-

cipes fondamentaux étant l'impact, l'attrition et le concassage.

La fig. 1 montre un des types de moulin très employé. Il s'agit du type à bol centrifuge. Le charbon est d'abord amené au travers d'un alimentateur à pagaies dans

un bol centrifuge rotatif (la vitesse aux bords étant d'environ 1200 pi. min.) qui porte la bague de broyage. Les rouleaux sont immobiles, ne touchent pas à la bague et leur position est ajustable au moyen de ressorts. La force centrifuge pousse le charbon vers le haut de la bague et par-dessus le bord du bol. L'angle de la bague retient le charbon suffisamment longtemps pour que les rouleaux écrasent le charbon qui passe ensuite dans l'espace annulaire situé sur les bords du bol. Des déflecteurs repousseront les grosses particules, à cause de leur inertie, vers les rouleaux qui les pulvériseront. Les pyrites et déchets métalliques sont trop lourds pour être entraînés par le courant d'air et ils tomberont au fond du bol, d'où ils seront évacués dans un tuyau de décharge.

d) Les brûleurs.

La fonction du brûleur consiste simplement à alimenter le mélange air-charbon à la chambre de combustion de façon que l'on obtiendra :

- 1 — une inflammation constante;
- 2 — le contrôle du réglage du point d'inflammation et du profil de la flamme;
- 3 — une combustion complète;
- 4 — un équilibre entre le pourcentage d'excès d'air et des températures des gaz à la sortie de la chambre de combustion;
- 5 — l'élimination des dépôts de scories au voisinage immédiat;
- 6 — une protection des éléments du brûleur contre le surchauffage;
- 7 — une accessibilité pour le réglage et l'entretien.

On rencontre trois principales catégories de brûleurs :

- a) brûleurs verticaux;
- b) brûleurs horizontaux;
- c) brûleurs dirigeables.

Les brûleurs verticaux sont du type "fantail" (fig. 2) qui donnent une flamme en queue d'aronde, c'est-à-dire une flamme retroussée à son extrémité. Cette méthode est toutefois limitée par la quantité de charbon qui peut être transmise par chaque bec, donc par la largeur du foyer. De plus, il est très difficile de l'adapter à la combustion de plusieurs combustibles. Présentement, ces installations sont employées pour brûler l'antracite ou combustibles de rebut difficiles à allumer.

Les brûleurs horizontaux sont du type cylindrique (fig. 3). L'air primaire et le charbon sont amenés dans un tuyau central qui, souvent, aura des rayures afin de faire tourbillonner le mélange air-charbon pour assurer un bon mélange des deux. L'air secondaire est introduit dans l'espace annulaire et des chicane donneront au courant d'air un mouvement de rotation. Le réglage des chicane pour l'air secondaire servira à varier le profil de la flamme. Cet air est chauffé à 500/600°F.

Les brûleurs dirigeables (Figs 4 et 5) consistent en des becs ou l'air et le charbon sont introduits séparément dans le foyer et, comme résultat, la chambre de combustion sert de chambre de mélange. Chaque brûleur peut avoir deux ou plusieurs becs de charbon, disposés symétriquement. Des jets d'air sont placés au-dessus et au-dessous de chaque bec à combustible. Les becs et les jets sont munis de bouts réglables qu'on pourra faire pivoter afin de diriger la flamme vers le bas ou vers le haut. Une autre combinaison dirigera l'air et le charbon au moyen d'ailettes.

e) Disposition des brûleurs.

Les brûleurs verticaux sont installés sur le toit de la chaudière qui sera formé de briques réfractaires servant d'arche d'inflammation pour le charbon. L'air second-

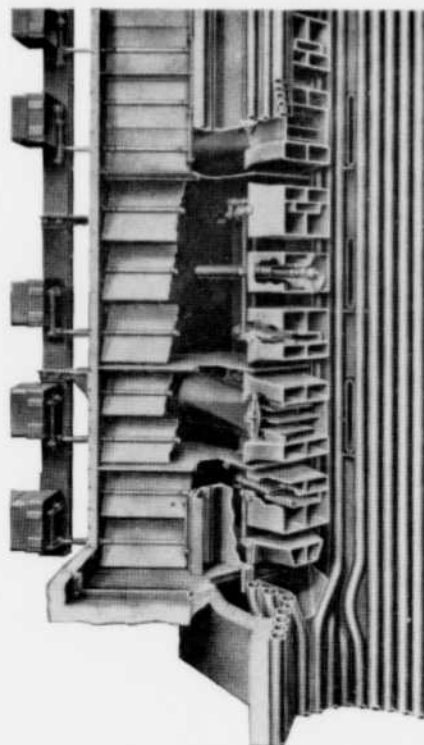


Fig. 5 — Section de la partie inférieure d'un brûleur C.E. de type T vu de l'intérieur du foyer et montrant la disposition des becs pour le charbon, l'huile, le gaz et l'air, des jets, des torches d'allumage et des contrôles. (Combustion Engineering Co.)

naire est alimenté perpendiculairement au travers du mur avant et on introduira aussi de l'air tertiaire à la périphérie du brûleur.

Les brûleurs horizontaux sont installés en rangées de deux ou plus et sont disposés de façon à utiliser tout l'espace disponible dans le foyer (fig. 6). La longueur de la flamme sera réglée, cependant, de façon à ce qu'elle n'atteigne pas la surface du mur opposée⁽⁴⁾. La fig. 7 est une vue d'un brûleur prise de l'intérieur de la chaudière.

Les brûleurs dirigeables sont installés suivant deux méthodes différentes :

Dans l'une, ils sont placés à chaque coin de la chaudière et dirigés de façon à imprimer au mélange air-charbon un mouvement de rotation à l'intérieur du foyer (fig. 8). La collision des courants produit le tourbillonne-

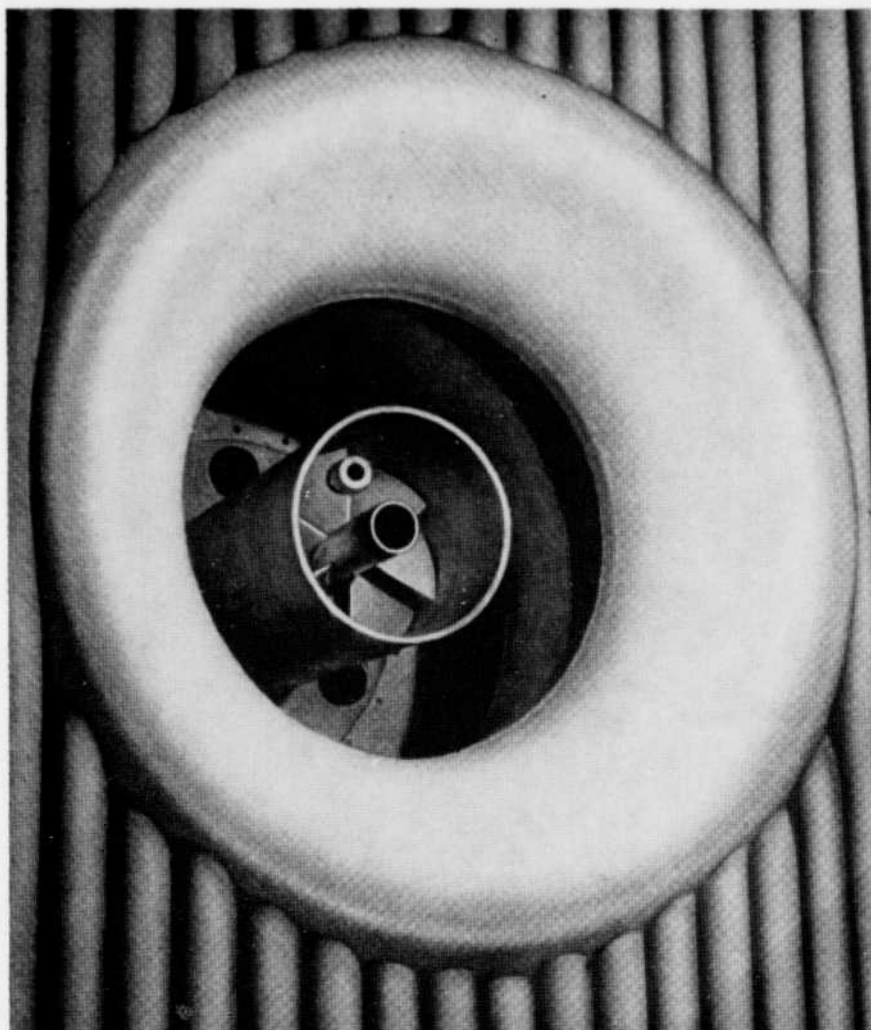


Fig. 6 — Vue de l'intérieur du foyer d'un brûleur C.E. type R. La surface réfractaire exposée à la radiation est à son minimum. (Combustion Engineering Co.)

ment et assure un bon mélange air-charbon pour une combustion rapide et complète. De plus, étant donné que ces brûleurs peuvent être dirigés vers le haut ou le bas de la chaudière (angle d'inclinaison 30° au-dessus et au-dessous de l'horizontale), cette disposition permettra en réalité de régler les dimensions de la chambre de combustion avec la charge imposée à la chaudière.

Dans l'autre, ces brûleurs sont disposés sur des murs opposés tel qu'illustré dans la fig. 9. Ce type particulier règle la direction par des ailettes ajustables dans les jets d'air secondaire. Ici les flammes se heurtent ce qui aura pour effet de fondre les particules de cendres qui tomberont dans une mare de scorie. La scorie

peut être évacuée continuellement ou à périodes variables; cependant, dans ce dernier cas, une cendre à haut pourcentage d'oxyde ferrique aura tendance à produire de l'acier qui, ayant une température de liquéfaction plus haute, causera des ennuis au moment de l'évacuation.

Un des avantages de cette disposition des brûleurs est qu'il est possible de prévenir l'encrassement de la surface de chauffe car les gaz de combustion ne contiennent pratiquement pas de particules de cendres. Un meilleur rendement est obtenu aussi parce que la combustion se fait dans un foyer ayant un volume plutôt restreint qui assurera le maximum d'échange de chaleur par radiation. Il est à noter que l'étrangle-

ment dans l'agencement de la chaudière assurera un écoulement de gaz parallèle à la surface de chauffe.

f) Construction des chambres de combustion.

Les principes généraux qui gouvernent le calcul des chambres de combustion peuvent s'énumérer comme suit :

- 1 — des ouvertures suffisantes doivent être construites pour y introduire l'air et le charbon sans toutefois permettre à l'air extérieur de s'infiltrer;
- 2 — les dimensions doivent être de nature à laisser un espace suffisant pour l'installation des brûleurs;
- 3 — les flammes ne doivent pas se heurter sur aucune partie de la chambre;
- 4 — la combustion et les conditions de température à tous les points de la chambre doivent être telles qu'il ne s'y produit aucun dépôt de scorie à moins qu'il en soit voulu ainsi. Dans ce cas, il faudra que les matériaux, soient inattaquables par l'acidité ou la basicité de la scorie;
- 5 — la construction des murs tubulaires est assujettie aux conditions suivantes :
 - a) la disposition devra assurer une bonne circulation et prévenir le court-circuitage des courants de fluides;
 - b) les collecteurs, à la base des murs tubulaires, devront être placés à l'extérieur de la chambre car ils ne peuvent résister s'ils sont exposés à la radiation de la flamme;
- 6 — les dimensions du foyer doivent être telles que la combustion s'y fera complètement;

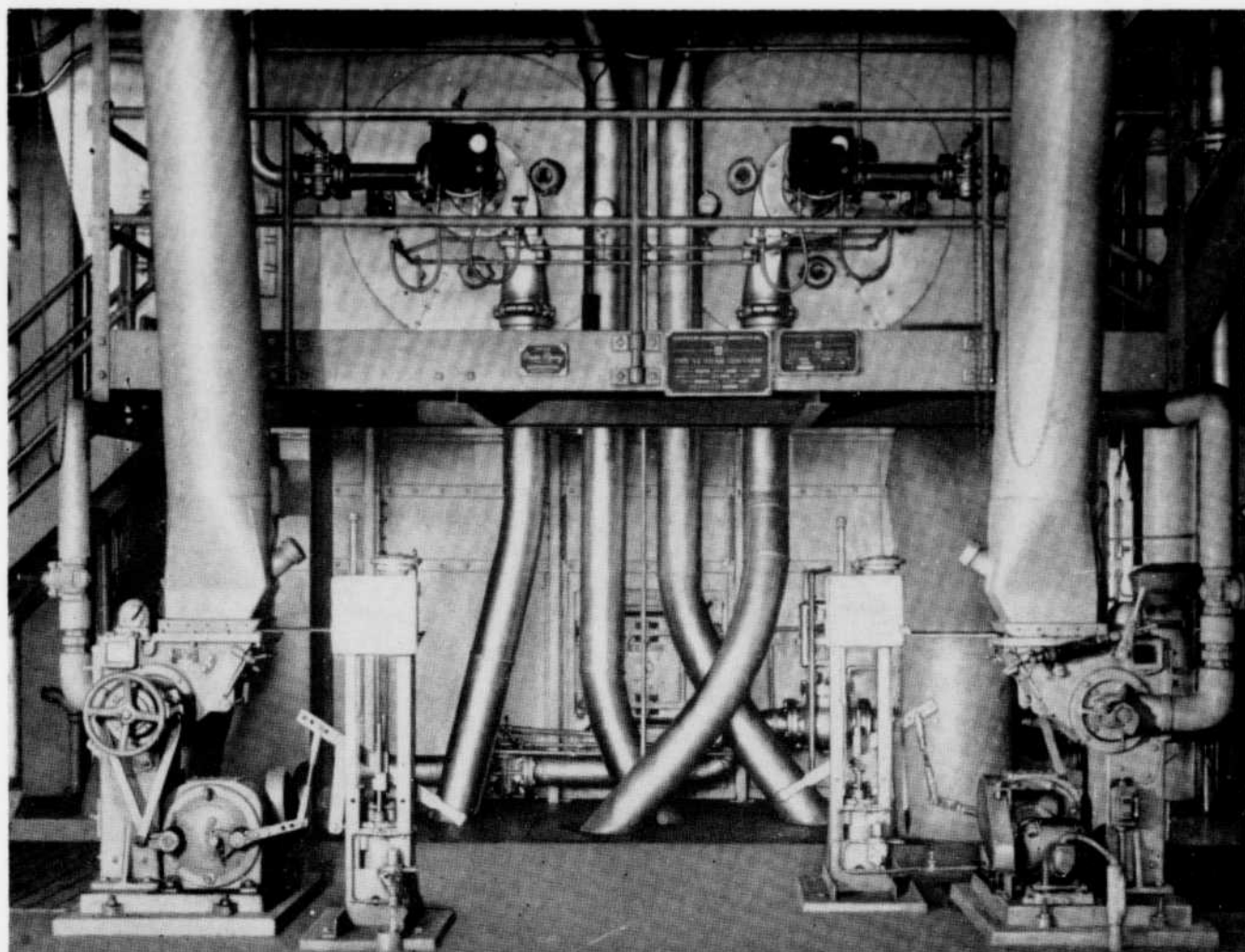


Fig. 7 — Vue de la disposition de brûleurs au charbon C.E., type R horizontaux. Au premier plan, les alimentateurs de charbon à vitesse automatiquement contrôlée. Les pulvérisateurs sont situés à un niveau inférieur. (Combustion Engineering Co.)

- 7 — des passages doivent être prévus pour évacuer les gaz de combustion du foyer avant que le refroidissement ne nuise à leur débit;
- 8 — des dispositions doivent être prises pour l'enlèvement des cendres volantes, des cendres et de la scorie qui pourraient se déposer sur les surfaces de chauffe;
- 9 — des ouvertures suffisantes doivent être pratiquées pour permettre l'accès à l'intérieur pour fins d'inspection.

g) Contrôles automatiques.

Des commandes ordinaires de pression de vapeur et de débit de vapeur, de même que de tirage et d'air régleront la combustion automatique du charbon pulvé-

risé. On y ajoutera des appareils de sécurité qui préviendront l'opérateur s'il y a étouffement de la flamme. Dans les très grandes installations, on trouve aussi des caméras braquées vers les brûleurs qui, par un circuit fermé de télévision, montrent, sur un écran installé aux tableaux de commandes, si les brûleurs fonctionnent de façon satisfaisante.

h) Foyer "Cyclone"

Un développement assez récent dans le domaine de la combustion du charbon, qui n'est cependant pas exactement un système utilisant du charbon pulvérisé proprement dit, est le foyer horizontal "Cyclone" de la Babcock Wilcox Company tel qu'illustré dans les figs 10 et 11.

Dans ce cas-ci, le charbon est simplement broyé à une grosseur de moins de $\frac{1}{8}$ " et est brûlé avec de l'air introduit tangentiellement et à une très grande vitesse à la périphérie du foyer qui est construit de briques réfractaires refroidies à l'eau. La température élevée dans la chambre de combustion liquéfie toutes les particules de cendres qui sont évacuées continuellement alors qu'un écran servira à empêcher le passage des gouttelettes vers la surface de chauffe.

Inflammation

La pulvérisation du charbon rend sa fluidification possible, ce qui permet de traiter le charbon comme, par exemple, un liquide. On pourra le brûler au moyen

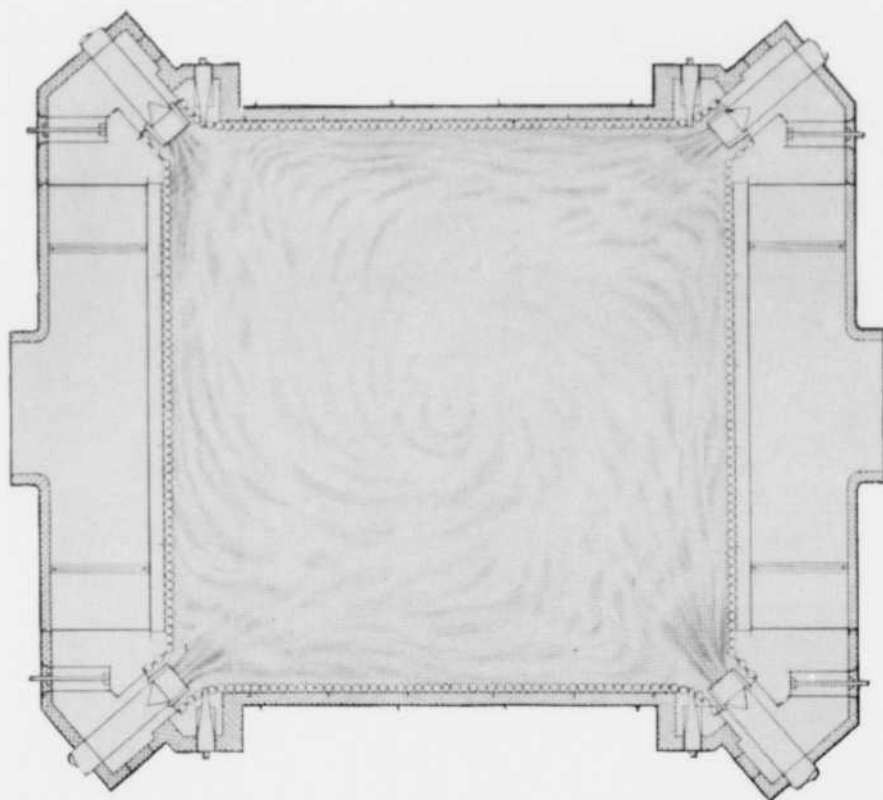


Fig. 8 — Vue de plan d'un dessin montrant le principe de la combustion avec brûleurs dirigeables installés dans les coins de la chaudière et dirigés tangentiellement à un cercle imaginaire au centre du foyer. (Combustion Engineering Co.)

d'un brûleur au lieu de former des lits. Du fait même, il devient très important de connaître la température d'inflammation si l'on veut avoir une opération contrôlée. En général, pour qu'il y ait inflammation, il faut que certaines réactions d'oxydation du combustible soient amorcées. Pour que ceci se fasse, il faut un apport bien déterminé d'énergie qui augmentera la température jusqu'au point d'inflammation du combustible donné.

Dans le cas relativement simple de l'inflammation spontanée en phase gazeuse, en considérant l'aspect purement thermique du phénomène, c'est-à-dire en négligeant l'influence de la diffusion des particules actives, la vitesse de la réaction peut être obtenue par une équation du type suivant :

$$\frac{du}{d\theta} = f(P) \exp - \left(\frac{E}{RT} \right)$$

Si le taux de production de la chaleur de réaction est plus grand que le taux de perte, la tempé-

rature ira en augmentant jusqu'à ce que le combustible soit allumé⁽⁶⁾.

Quand on considère le cas de l'inflammation forcée, on a affaire à un système plus compliqué et les explications théoriques deviennent plus difficiles.

En étudiant l'inflammation d'un mélange gazeux par une étincelle et en simplifiant à outrance, on peut considérer que le phénomène est contrôlé par la conduction de chaleur seule. Dans ces conditions la variation de la température dans le temps peut être exprimée par

$$\frac{dT}{d\theta} = \alpha \frac{d^2T}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dT}{dr}$$

Les symboles employés sont :

T = température.

α = la diffusivité thermique du mélange.

θ = le temps écoulé après que l'étincelle est produite.

r = la distance radiale de la source d'énergie à un point quelconque dans l'espace.

Si la quantité d'enthalpie H est relâchée par la source, la solution de l'équation ci-dessus devient égale à⁽⁷⁾ :

$$T = \frac{H \exp \left(- \frac{r^2}{4\alpha\theta} \right)}{8\rho_m c_{p_m} (\pi\alpha\theta)^{3/2}}$$

où ρ_m = densité moyenne du gaz,

c_{p_m} = chaleur spécifique moyenne des gaz.

Quand on considère le cas de l'inflammation d'une particule de charbon, le nombre de variables qui contrôlent le phénomène est tel qu'il n'est plus possible de parler de traitement rigoureux. La seule manière d'aborder le problème est de faire des raisonnements semi-quantitatifs.

Ainsi, on peut remarquer que si une variable est changée de façon que le taux de réaction augmente, la température s'élèvera au-dessus de celle des environs immédiats. Dès que la dissipation de chaleur cesse d'être suffisamment rapide, la température continuera d'augmenter jusqu'à ce que l'on arrive à la température d'inflammation du charbon. Le point exact d'inflammation — même pour des conditions expérimentales analogues — dépendra du type du charbon utilisé, de son état de division, de la quantité de matière volatile qu'il contient, etc... Des études expérimentales — ⁽⁸⁾ et ⁽⁹⁾ — démontrèrent que les points d'allumage varient entre 1,000° — 1,500°F.

Un grand nombre de travaux furent accomplis dans le but d'éclaircir la question de l'inflammation du charbon. A leur suite, il semblerait que la matière volatile distillerait d'abord et serait allumée ensuite. La chaleur obtenue de cette façon contribuera à la combustion du coke restant. Ceci, cependant, n'a pu être mis en évi-

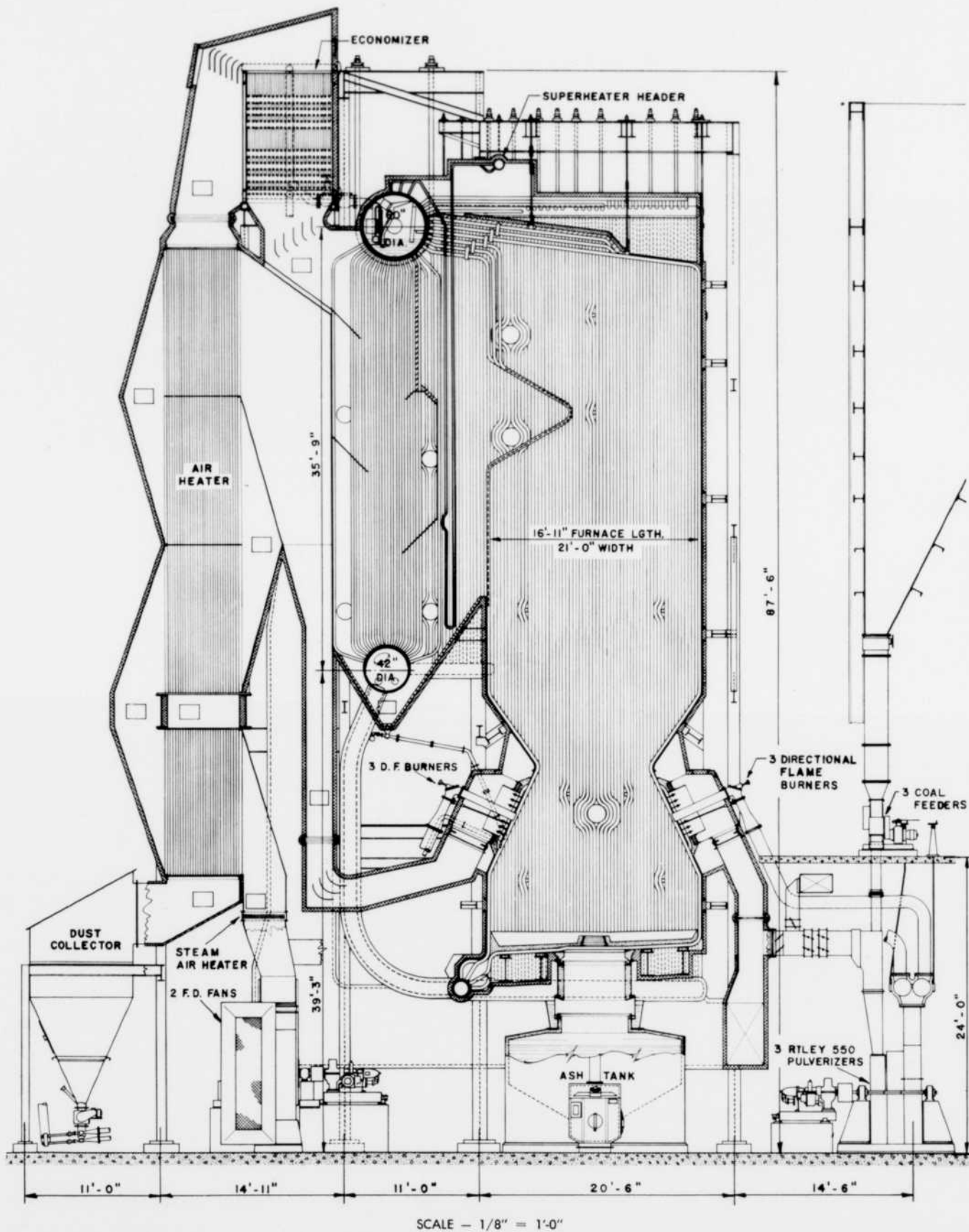
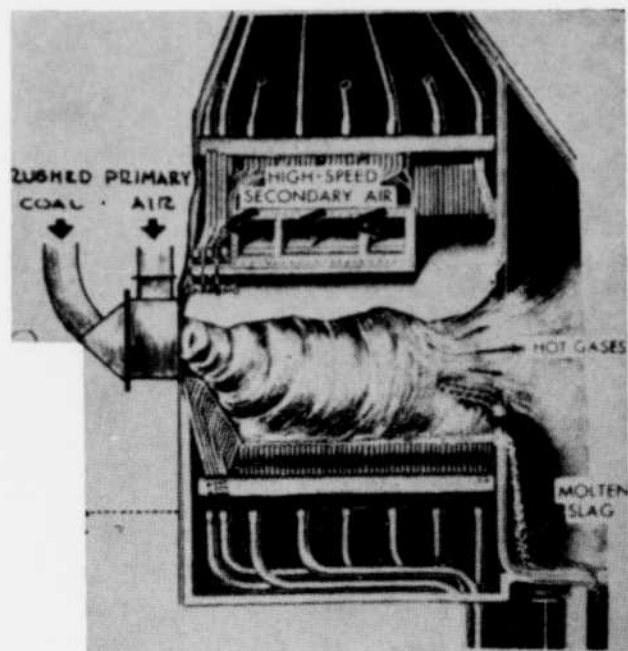
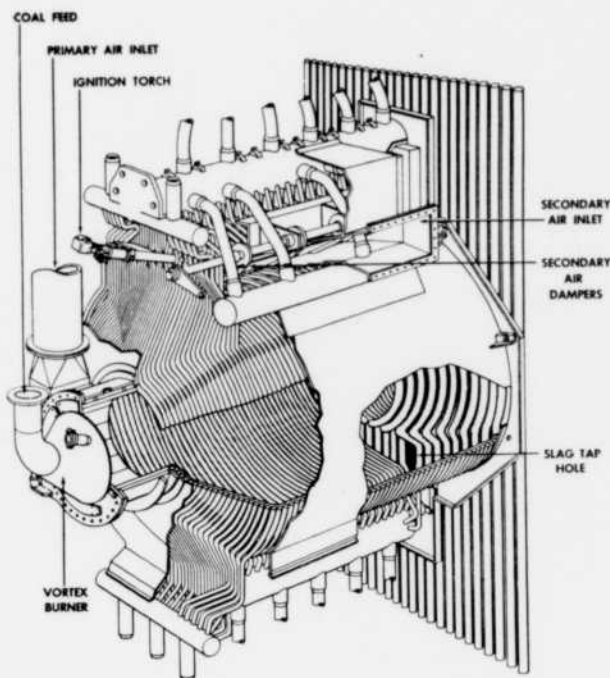


Fig. 9 — Diagramme d'une installation complète de brûleurs dirigés installés sur murs opposés avec une chaudière conçue spécialement pour cette méthode de combustion. (Foster Wheeler Co.)



Figs. 10 et 11 — Diagramme et croquis illustrant la disposition des éléments du brûleur et de la combustion dans le foyer "Cyclone" fabriqué par la Babcock Wilcox Co.

dence dans le cas d'un grand nombre de charbons et, par conséquent, on ne peut que spéculer sur la façon précise selon laquelle l'ignition se fera.

Le modèle le plus simple à considérer est celui d'une particule sphérique dans un four.

Si la particule est en contact avec le four, l'inflammation sera une fonction directe de la température de surface de ce dernier, ainsi que du temps de contact entre la particule et le four chaud. Dans ces conditions, l'inflammation dépendra du transfert de chaleur par conduction.

En considérant le cas d'un transfert mono-dimensionnel, on aura :

$$\frac{\delta T}{\delta \theta} = K \frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + n \rho \frac{Q}{C_p} \exp - \left(\frac{E}{RT} \right)$$

où la deuxième partie de l'équation tient compte de l'apport de chaleur par la combustion de la particule. Ce terme est égal à zéro lorsque la particule est froide et devient important juste avant l'allumage. La première partie de l'équation représente l'équation

générale d'un transfert monodimensionnel par conduction.

Lorsque la particule descend au centre du four, l'allumage sera contrôlé pour la radiation des parois à la particule, ainsi que par les pertes de chaleur par conduction de la particule aux gaz avoisinants.

A partir de ces données, on peut calculer un certain nombre de points d'inflammation comme cela a déjà été fait par Nusselt⁽¹⁰⁾.

Cette manière de concevoir le problème donne des résultats calculés qui sont confirmés par la pratique.

D'après Traustel⁽¹¹⁾, si l'on note par

- θ = le temps,
- d = le diamètre de la particule,
- T = la température de la particule,
- T_r = la température effective de radiation,
- σ = la constante de Stefan-Boltzmann,
- k = la conductivité thermique de l'air,

c = la chaleur spécifique de la particule,

on aura :

$$\frac{1}{D} = \frac{1 - (e^{-n})}{2 \left(1 + \frac{1}{N} \right)^2} + \frac{2Z}{(N+1)D^2}$$

où D , Z , n et N , sont des nombres sans dimensions définies comme suit :

$$D = \sigma T_r^4 \frac{d}{kT}$$

$$Z = 3 \sigma T_r^8 \frac{t}{ckT^2}$$

$$n = 4 \left(1 + \frac{1}{N} \right) \frac{Z}{D^2}$$

et N = le rapport des chaleurs spécifiques de l'air et du charbon. Par conséquent, ceci serait la mesure de l'excès d'air.

Si l'on a affaire à de petites valeurs de n , l'exponentielle peut être remplacée⁽¹²⁾ par les premiers termes de son expansion en série, tandis que si n est plus grand que 3, on peut le négliger totalement; en solvant pour T , on obtiendra :

$$T = \sigma T_r^4 \left[\frac{N^2 d}{2(N+1)^2 k} + \frac{6t}{(N+1) cd} \right]$$

On peut donc déduire que T est directement proportionnel à l'intensité de la radiation et indirectement proportionnel au diamètre de la particule.

Par conséquent, on comprend pourquoi les plus petites particules seront les premières à être allumées.

Combustion

Quand la température des flammes est suffisamment élevée pour fondre les cendres, les particules solides qui restent après la combustion du charbon pulvérisé ont des formes qui n'ont rien de commun avec l'apparence des parcelles de charbon qui leur ont donné naissance. Cependant, quand la combustion est incomplète et la température des flammes relativement basse, les particules de charbon se "vident", tout en laissant une écaille qui possède la forme originale de la poussière (cénosphères).

La manière dont la combustion s'est effectuée est influencée par un grand nombre de facteurs. Les réactions chimiques en cause sont nombreuses et complexes. On ne connaît pas le mécanisme de distillation de la matière volatile et encore moins le mécanisme de combustion du coke qui reste.

Par conséquent, il n'est point possible de présenter un mécanisme de combustion mais plutôt des théories partiellement prouvées.

À hautes températures, un grand nombre de composés considérés chimiquement inactifs deviennent réactifs. Ainsi le CO_2 réagit à haute température avec le carbone pour donner du CO .

Si l'on considère une particule sphérique de carbone brûlant au sein d'un grand excès d'air, on peut supposer qu'il y aurait d'abord combustion sur la surface de la sphère et ensuite la flamme et les produits de la combustion vont commencer à s'éloigner de

la particule. Dès que ceci arrive, l'oxygène de l'extérieur commence à diffuser vers la particule pour que la combustion se continue. On peut voir de suite que la combustion dépendra de deux facteurs :

- a) le taux de la réaction ;
- b) le taux de transfert d'oxygène vers la particule.

Il a été déterminé (13), (14) (15) qu'à haute température, c'est le taux de transfert qui contrôle le phénomène.

À basse température l'importance de la cinétique des réactions de combustion devient de plus en plus grande. La valeur exacte des limites des températures dépend du type de charbon. Cependant, si l'on veut indiquer une température particulière qui marquerait la transition de contrôle entre les facteurs a) et b), sa valeur devrait être voisine de $2,000^\circ\text{F}$.

Cassel et al⁽¹⁶⁾ ont présenté une modification de l'équation de Mallard et le Chatelier pour expliquer l'effet de la radiation des parois de la chambre de combustion. Selon ces auteurs, si l'on pose que

- S = la vitesse des flammes,
- C = la chaleur spécifique du mélange non-brûlé,
- k = le coefficient de la conductivité thermique,
- i = référant au point d'inflammation,
- α = référant à l'état initial,
- A = la surface de la flamme,
- P = un facteur dépendant de la radiation de la flamme,
- T = la température,

l'équation proposée sera donnée sous la forme :

$$SC (T_i - T_a) = k \left(\frac{dT}{dx} \right)_i + ASP$$

Continuant cette analyse avec des calculs, on trouve que 30-60% de la chaleur nécessaire à l'inflammation est transférée par radiation.

Comme on peut le voir, l'effet du transfert de chaleur par radia-

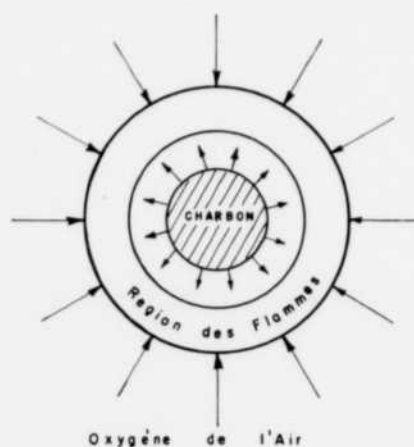


Fig. 12 — Modèle simplifié illustrant la combustion d'une particule de charbon.

tion des parois — qui a très peu d'importance dans le cas d'un lit de charbon — devient très important dans le cas d'un jet de charbon pulvérisé.

La matière volatile du charbon se distille et peut être partiellement ou complètement brûlée selon que le but de l'expérience est la gazéification ou la combustion.

Yagi et al⁽¹⁷⁾ ont présenté des équations qui permettent le calcul rapide de CO et H_2 produits ainsi que les quantités d'oxygène consommé

$$\text{CO} + \text{H}_2 = 0.3279 \left(\frac{Q_p}{1000} \right) [\alpha + \beta - (\gamma + \delta)] \text{ nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{O}_2 = 0.5303 C \eta_c + 0.1640 \left(\frac{Q_p}{1000} \right) (\gamma + \delta - \beta) \text{ nm}^3/\text{kg}$$

c = fraction poids de C dans le charbon

η_c = fraction de carbone gazéifié

Q_p = valeur calorifique brute (Kcal/Kg)

$$\alpha = 1 - \left[\frac{8150 c(1 - \eta_c)}{Q_p} \right]$$

β = valeur totale de la chaleur de H_2O , N_2 et O_2

γ = $\frac{\text{chaleur totale du gaz produit}}{Q_p}$

δ = $\frac{\text{perte totale de chaleur}}{Q_p}$

En estimant les valeurs de alpha, bêta, gamma et delta pour des cas particuliers, on est capable de prévoir les quantités de $\text{CO} + \text{H}_2$ produites ainsi que les quantités d'oxygène nécessaires à la gazéification du charbon pulvérisé ou à sa combustion. On a déjà effectué une série de calculs qui font partie de la bibliographie du sujet⁽¹⁰⁾.

Il est question de **vitesse de flamme** très différentes dans la bibliographie. Ceci est dû à deux raisons :

- a) le nombre de variables qui affecte ces vitesses est très grand ;
- b) vu leur grand nombre, ces variables sont difficiles à contrôler expérimentalement. Par conséquent, des appareils qui sont supposés produire des flammes identiques forment, en

fait, des flammes qui diffèrent les uns des autres d'une manière fondamentale.

Conclusion

Dans ce premier article, les auteurs ont voulu donner, d'une façon générale, un aperçu théorique et pratique de la combustion du charbon pulvérisé. On se propose, cependant, dans des articles à venir, de discuter avec plus de détails les principaux problèmes d'intérêt pratique qui peuvent être rencontrés lors de cette combustion.

BIBLIOGRAPHIE

1. Chemistry of Coal Utilization by H. H. Lowry, Vol. II, John Wiley & Sons.
2. Fuels and Combustion Handbook, Johnson.
3. The Utilization of Solid Fuels in Large Steam Generators by G. R. Morgan, Ontario Hydro-Electric Power Commission.
4. The Turbo Furnace by John D. Hood, Foster Wheeler.
5. E. K. Akin, Eng. Journal, (E.I.C.), Oct. 1959.
6. Van't Hoff, J. M., Études de thermodynamique chimique (1884).
7. Amer. Gas Association, Research Bull. 15, 32 (1957).
8. Newall, H. E. & Sinatt, F. S., Fuel 5, 335 (1926).
9. Orning, A. A., Trans. Amer. Soc. Mech. Eng., 64, 497 (1942).
10. Nusselt, W., Z. Ver. Deut. Ing. 68-124 (1924).
11. Traustel, S., Feuerungstech. 29, (1, 25, 49), 1941.
12. Lowry, H. H., Chem. of Coal Utilization, p. 1548.
13. Mayers, M. A., Chem. Rev. 14, 31 (1934).
14. Smith, D. F. et Gudmunsen, A., Ind. Eng. Chem. 23, 277 (1931).
15. Tu, C. M., Davis, H., Hottel, H. C., Ind. Eng. Chem., 26, 749 (1934).
16. Cassel et al., Sixth Int. Symp. Combustion, Reinhold, 564 (1956).
17. Yagi, S. et Kunii, D. et Ikeda, Y., Y. Japan Soc. Fuel, 34, 426 (1955).
18. Yagi, S. et Kunii, D., 6th Int. Symp., Reinhold, 584 (1956).



LES FONDATIONS DU BARRAGE DE CARILLON

par

PIERRE CRÉPEAU, B.Sc.,

Géologue, Division des aménagements, Hydro-Québec

RÉSUMÉ

Après un bref historique et un résumé des données de l'aménagement hydroélectrique de Carillon, l'auteur expose l'essentiel des problèmes intervenus au cours de l'implantation des ouvrages de béton et les méthodes qui ont caractérisé l'important programme d'injections du rocher supportant le barrage.

L'auteur montre notamment la complexité du traitement par injections du rocher fissuré et altéré (et précise une technique à ce sujet), l'intérêt d'adopter dans chaque cas un régime d'injections déterminé par les caractéristiques mécaniques recherchées, et surtout la nécessité de disposer de moyens efficaces de régulation du débit d'injection.

L'auteur mentionne ensuite les dispositions qui ont donné satisfaction à cet égard; il cite enfin les statistiques finales du programme d'injections.

Introduction

La notion de fonder sur tapis d'injection est assez récente. Appliquée depuis l'essor prodigieux de l'industrie moderne, elle s'est rapidement perfectionnée avec l'implantation de grands barrages en des conditions de terrain difficiles, où la mécanique des roches se complique généralement de problèmes hydro-géologiques.

De nombreuses études, qui ont été faites sur les accidents de barrages, révèlent qu'ils sont sou-

vent causés par une étude insuffisante de la géologie du lieu d'implantation et de l'évacuateur de crues.

C'est ainsi que les travaux de recherches sur les problèmes de fondation ont pris une importance extrême, depuis quelques années. Il est maintenant possible d'implanter de grands barrages là où les conditions, jadis, auraient suscité des problèmes trop délicats, sinon insolubles.

Le projet d'aménagement hydroélectrique de Carillon

L'étude du projet d'aménagement de Carillon pour l'équipement de 840,000 hp en usine de pointe a été faite par la Shawinigan Engineering Company Limited, tandis que la réalisation en a été confiée à la Division des aménagements de l'Hydro-Québec.

Une hauteur de charge de 63 pieds sera exploitée par 14 groupes Kaplan de 65,000 hp chacun. L'emplacement sur la rivière Outaouais est situé à quelque 40 milles de Montréal, près de l'embouchure de la rivière dans le Lac des Deux-Montagnes.

Les ouvrages de béton du barrage forment une coupure de 3,700 pieds, complétée sur chaque

rive par des digues en terre. Sur la rive sud, la digue mesure 2,500 pieds, tandis que l'ouvrage de la rive nord s'étend sur plus de 15,000 pieds de longueur. En outre, une légère dépression sur la rive sud entraîne le talutage d'une digue de retenue de quelque mille pieds de longueur.

L'aménagement de Carillon comporte la mise en place d'environ 850,000 v.cu. de béton, et le terrassement de plus de 1,000,000 v.cu. de matériaux d'étanchement pour le talutage des digues latérales. Le traitement du rocher de fondation exige 690,000 pi. lin. de forage et l'injection d'environ 130,000 pi. cu. de ciment.

Le problème des fondations

Le rocher d'implantation présente de nombreux problèmes à l'étude desquels ont participé les spécialistes E. B. Burwell, membre du comité de génie consultatif de la World Bank, V. L. Minear, ex-membre du comité de génie du "Corps of Engineers of the United States" et du "Bureau of Reclamation, United States", P. Mauffette, professeur titulaire et directeur du Département de géologie et des mines de l'École Polytechnique de l'Université de Montréal. Avec la Shawinigan Engineering Company Limited, il y a lieu de souligner l'étroite colla-



Appareil lecteur de mesures de déformation du rocher traité.

boration de messieurs les ingénieurs J. A. Thomas, I. D. Mackenzie, et E. L. Brown. Les problèmes suivants ont été étudiés :

- a) étude de la répartition des charges des structures par rapport aux caractéristiques mécaniques du rocher;
- b) étude détaillée des fouilles et de l'enlèvement du mort-roc;
- c) étude de l'implantation des ouvrages en fonction de la résistance au cisaillement du rocher au moyen d'essais in situ;
- d) étude de tirants métalliques, afin d'ancrer la structure de l'évacuateur de crues avec

plus de stabilité et augmenter la résistance au cisaillement de la fondation, lorsque le barrage est soumis à la charge d'eau de la retenue.

- e) étude de l'évacuateur de crues, fondé à 10 pieds dans le rocher, en sorte que la culée du rocher aval et l'effort de cisaillement de la fondation réagissent simultanément: la solution est de construire une tranchée bétonnée le long de la paroi du rocher aval;
- f) étude d'un système de drains caissonnés au contact du rocher raccordant à des cheminées percées dans le rocher pour contrôler les sous-pres-

sions hydrostatiques trop élevées;

- g) étude d'un programme élaboré d'injections.

L'exposé suivant se limitera au programme d'injections, l'un des plus importants du genre réalisé à date en Amérique du Nord.

Étude de l'emplacement

Les études de l'emplacement ont été entreprises par l'Hydro-Québec, dès 1952. Elle avaient pour objectif de dresser le cartographie géologique de surface, le prélèvement de quelque 40,000 pieds de carottage, et des essais in situ d'eau sous pression.

Les études préliminaires permettent de déceler les principaux facteurs géologiques de l'emplacement, de sorte qu'en 1955 l'axe du barrage est déplacé à 1,200 pieds en amont. Afin de préciser les caractéristiques mécaniques du rocher, on perce avec une sondeuse à grenailles 7 trous de 36 pouces de diamètre et d'environ 40 pieds de profondeur maximale.

Durant la construction, on étudie minutieusement les parafoilles et l'on poursuit les recherches afin de confirmer le diagnostic des études préliminaires et de prévoir le curetage final des fouilles et le programme d'injections.

Géologie : la physiographie de l'emplacement

La vallée de l'Outaouais, où se trouve implanté l'aménagement hydroélectrique de Carillon, est un prolongement de la plaine du St-Laurent. Appelés basses terres du St-Laurent, ces deux secteurs géographiques forment l'une des trois divisions physiographiques de la Province de Québec. Au nord-ouest, les basses terres sont limitées par le Bouclier Canadien et par la région des Appalaches, au sud-est.

Le socle rocheux des basses terres est généralement constitué de sédiments consolidés et peu déformés du paléozoïque inférieur, d'où la topographie peu accentuée.

L'emplacement

1 — Mort-terrain

La couverture de mort-terrain de l'extrémité sud de la digue-sud à la cloison nord, soit une distance de plus de 5,000 pieds, a moins de 10 pieds d'épaisseur moyenne. Il a fallu décaper ce mort-terrain, composé de dépôts morainiques que l'eau de surface, surtout en rivière, avait remaniés.

2 — Rocher

Le rocher consiste en variétés de dolomies du groupe de Beekmantown. Les principaux autres sédiments rencontrés dans la colonne stratigraphique sont des lits de calcaire schisto-argileux et des couches de schiste argileux bitumeux et fissiles.

En général, les lits sédimentaires sont très près de l'horizontale avec un léger pendage de l'ordre d'un ou deux degrés vers l'amont. Mais en détail, les lits ondulent légèrement — synclinaux et anticlinaux et monoclinaux très ouverts. Les couches rocheuses sont recoupées par des filons et des filons-couches. Les filons sont presque verticaux et partiellement altérés, parfois jusqu'à un matériau brunâtre et de peu de consistance.

Plusieurs failles recoupent les sédiments rocheux quoiqu'elles soient le plus souvent étroites, reconsolidées et de faible déplacement vertical. Parmi ces failles, certaines sont associées à des zones fortement fissurées. Les roches sédimentaires sont recoupées par trois systèmes de joints :

a) joints parallèles aux lits — horizontaux;

b) joints presque perpendiculaires à l'axe du barrage et à pendage abrupt;

c) joints perpendiculaires à ceux de "b" et près de la verticale.

Ces systèmes de joints à très faible ouverture sont obturés par deux types de matériaux : de la calcite et probablement du talc, en proportions variables. L'écartement des joints varie, si bien que dans quelques zones on rencontre parfois plus de dix diaclases par 12 pouces.

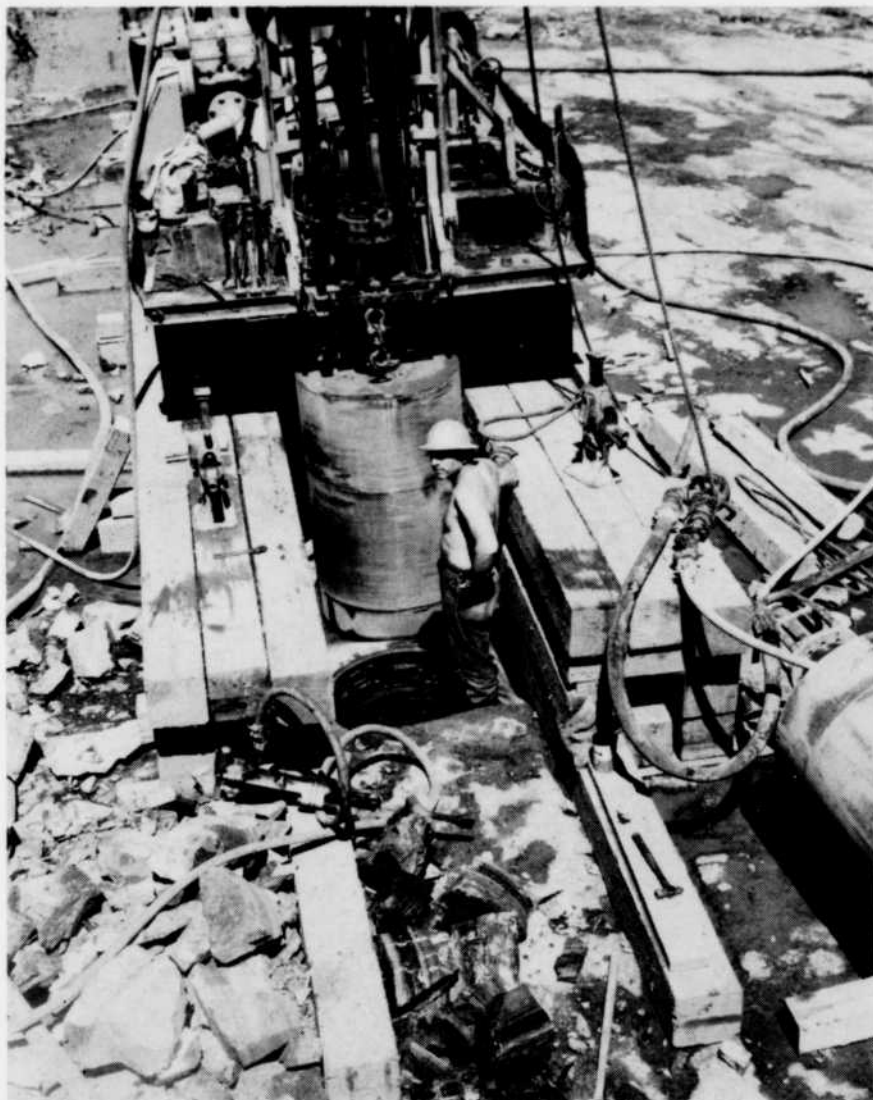
Dans certaines zones rocheuses très fissurées, le matériau de remplissage n'a aucune propriété de

consolidation ou de cohésion. En outre, les joints γ sont d'une discontinuité fréquente d'une couche à l'autre. Les couches calcaires sont plutôt plissotées. Les diaclases horizontales sont plus ouvertes que les joints verticaux. Ainsi la perméabilité horizontale du rocher — parallèle à la stratification — est plus élevée que dans la direction verticale.

Certaines diaclases, ouvertes et très développées, ont permis aux eaux de surface de s'infiltrer à plus de 300 pieds de profondeur, altérant le rocher et surtout les filons. Les couches de calcaire ont été le plus affectées. Elles sont examinées de près, afin d'orien-



Tête d'assemblage du dispositif d'injection.



Découpage de carottage de 36" dia.

ter le profit des parafouilles et le curetage du rocher de contact. Les failles, les axes des plis sont souvent associées et parallèles au second système de joints.

Le problème le plus délicat est celui de couches de schiste argileux bitumeux imprégnées le long des plans de fissilité par les eaux météoriques. Elles ne présentent qu'une altération de faible épaisseur en un matériau plastique et relativement sensible.

Il y a lieu, enfin, de mentionner les conditions artésiennes rencontrées à plusieurs niveaux stratigraphiques. Leur origine et leur mécanisme sont assez obscurs,

sauf l'accès probable d'eaux météoriques le long de fissures verticales et d'épanchement à grande distance horizontale le long des lits.

Programme d'injections

L'établissement, l'exécution et les normes d'un programme d'injections sont fonction du type de fouille et de fondations et de leurs caractéristiques mécaniques dans le contexte de l'aménagement. Les conditions du sous-sol varient d'un secteur à l'autre et aussi dans un même secteur d'implantation. La solution d'un problème de fondation par injections ne

peut donc se déduire de lois fixes, ce qui n'est pas aussi simple qu'il semble a priori.

A Carillon, le traitement des fondations exige l'injection d'un voile normal en profondeur et d'un tapis sur toute la surface d'emprise des fondations, à une profondeur relativement faible. Le traitement a pour objet d'imperméabiliser le rocher afin d'en prévenir le débouillage et la dissolution, de favoriser l'élimination des sous-pressions dangereuses, et d'assurer la compétence des fondations des structures.

La pression est un facteur très important du degré de pénétration du coulis injecté. Mais il est nécessaire de contrôler le débit pour éviter toute détérioration additionnelle du rocher. Or, malgré les précautions prévues dans l'avant-projet, on constate, au cours d'essais, le soulèvement de 6 pouces du socle rocheux après injection. Pour les travaux, on s'en tient donc aux normes suivantes :

- a) moins de 5 psi de pression pour les injections de surface;
- b) 1 psi au pied pour les injections de l'ordre de 40 pieds de profondeur;
- c) 1.5 psi au pied pour les injections de l'ordre de 60 pieds de profondeur, la zone de transition étant comprise entre 40 et 60 pieds.

Pour déceler les déformations du rocher, on utilise un appareil relativement simple (fig. 1). Une tige métallique, isolée du roc par un fourreau de caoutchouc, est ancrée au rocher en-dessous de la profondeur d'injection maximale, tandis qu'une règle, fixée à l'autre extrémité de la tige, permet la lecture d'un curseur à trépied posé sur le socle rocheux.

L'injection s'effectue généralement en phases remontantes de

10 pieds, au moyen d'un obturateur simple en caoutchouc, permettant de soumettre à une réinjection les sections déjà colmatées.

Le coulis utilisé est surtout composé d'eau et de ciment. Le gâchage est effectué au volume. Le mélange est basé sur un rapport eau-ciment de 1:1 - 1 pied cube d'eau : 1 sac de ciment de 87.5 lb. Pour obtenir un remplissage filonien artificiel de bonne qualité, l'injection de chaque phase remontante est faite par étapes. Dans le but d'avoir un grand rayon d'action et de prévenir l'occlusion ou la bouchure, la première étape s'effectue avec un mélange de 5:1. Le coulis est ensuite épaissi graduellement à 0.75:1. Si le taux d'absorption a tendance à diminuer, le mélange est aussitôt ramené à un rapport eau-ciment de 5:1 par séquences afin d'obtenir le colmatage des fissures de très faible ouverture. Le refus ne doit se produire qu'à la dernière étape; mais il arrive parfois qu'il se produise à la première.

Pour contrôler le colmatage du rocher, on procède de la manière suivante : on injecte une première série de trous percés selon un plan d'écartement régulier, après quoi les autres séries de trous sont injectées successivement. Chaque série consécutive de trous est percée d'après l'absorbabilité précédente. L'absorption de la dernière série injectée détermine la nécessité d'une série ou partie de série supplémentaire. L'utilisation de graisse ou tout autre lubrifiant n'est évidemment pas permise pour le percement des trous.

Tapis d'injection

Le tapis d'injection s'étend sur toute l'emprise des fondations des ouvrages en béton et sur une bande de 20 pieds en amont de ceux-ci, où se trouve le voile d'injections. Sous les digues sud

et nord (partiellement), le tapis s'étend sur toute l'emprise du noyau d'étanchéité. Le tapis d'injection est réalisé après le décapage du mort-terrain ou les fouilles, et avant la mise en place du béton afin de ne pas colmater les drains caissonnés qui canalisent les fuites d'eau au niveau béton-rocher.

En principe, les trous sont verticaux, c'est-à-dire perpendiculaires à la stratification axée dans le sens de la plus grande absorbabilité. La profondeur de chaque trou est fonction du type de structure à porter, et des conditions du rocher. Pour l'emprise du déversoir, le rocher sous les piliers

et la masse de béton est généralement injecté à 40 pieds de profondeur, tandis que sous le tablier de béton et en amont de la structure, les trous atteignent 20 pieds de profondeur. Les trous de la deuxième série sont disposés en quinconce et espacés de 20 pieds dans l'entre-axe de la première série.

Le chantier d'injections est divisé en secteurs. En principe, l'absorbabilité de chaque secteur est basée sur un débit moyen de coulis d'environ $\frac{1}{4}$ de sac par pied de forage. Cette absorption est fonction de la série finale de trous de chacun des secteurs traités.



Ingénieurs et aide-technique examinant un puits de prospection.



Vue aérienne de l'aménagement partant de la rive nord vers la rive sud.

Pendant le forage, on rencontre des conditions artésiennes. A chacune d'elles, on mesure la tête d'eau d'équilibre au moyen d'un obturateur double ou simple : elle ne dépasse jamais la cote 90. Il n'en faudrait point conclure que le profil d'équilibre de ces eaux soit correspondant pour chacune des nappes. Les conditions artésiennes ne sont pas nécessairement confinées, puisqu'à plusieurs endroits, des pertes d'eau ont été observées en surface.

Les régions soumises à des pressions hydro-géologiques présentent les problèmes les plus délicats dans l'exécution des injections. Pour éviter le soulèvement du rocher et obtenir un bon colmatage, chaque série de trous est injectée par étapes. Par ailleurs, les forages sont effectués selon un patron et en voiles afin de canaliser et de recouper le cheminement des eaux.

Le tableau II indique les données et les statistiques du tapis d'injection sous le déversoir et les ouvertures de dérivation.

Voile normal

Le voile normal, situé en amont des structures de béton, afin de ne pas retarder la mise en place du béton des ouvrages, atteint une profondeur en principe équi-

valente à $2\frac{1}{2}$ fois la tête d'eau effective, ou bien une profondeur minimale de 50 pieds.

La profondeur du voile sous le déversoir est calculée comme suit :

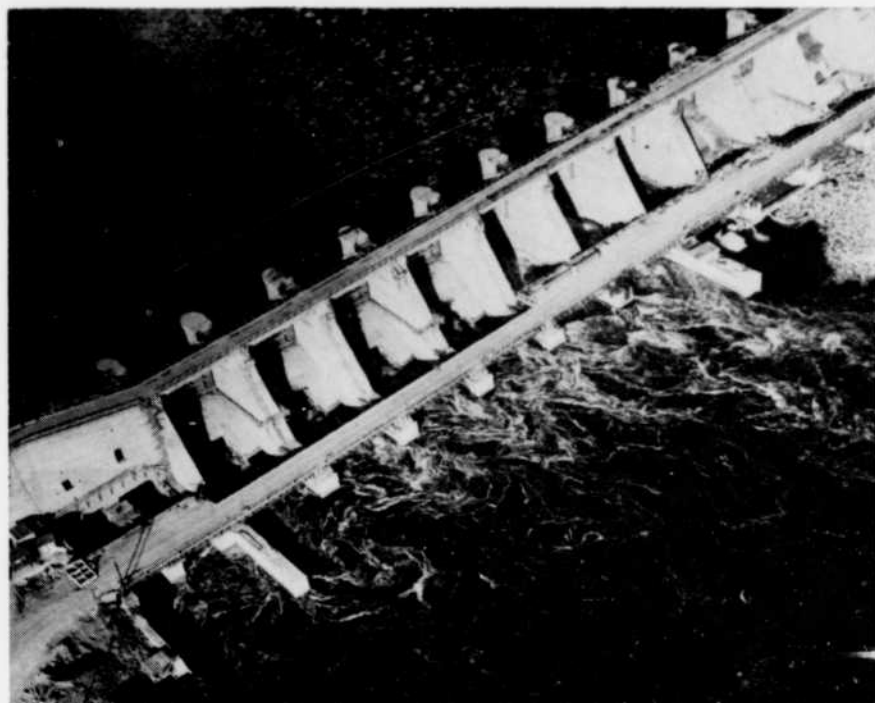
135'	cote prévue de retenue
73'	cote approximative du bief aval
62'	hauteur de charge effective

Le rideau est constitué de 3 lignes de forage parallèles à l'axe du barrage, espacées de $2\frac{1}{2}$ pieds l'une de l'autre. Le principe est de créer une cellule en exécutant les rangées externes en trous verticaux, et la rangée centrale en trous dont le pendage avec l'horizontale est de 60 degrés vers le sud.

A chaque rangée, on écarte les trous de 40 pieds pour la première série, pour ensuite réduire l'écartement en chacune des rangées, pour en arriver finalement à une série trou dans la rangée médiane permettant l'étanchéité complète.

TABLEAU I
Nombre de pieds linéaires de forage d'injection

Structure	Tapis	Rideau
Cloison sud	11,107	13,000
Ouvertures de dérivation et déversoir	61,411	99,303
Cloison intermédiaire sud	1,620	5,700
Aire de montage	3,040	20,000
Écluse	13,500	6,500
Mur d'approche	1,350	Aucun
Cloison nord	3,600	12,700
Digue nord	5,200	15,000
Digue sud	12,000	100,000
Centrale	60,000	160,000
Cloison intermédiaire nord	2,400	20,000
TOTAL	175,228	452,203
GRAND TOTAL	627,431	



Barrage déversoir de 320,000 pi.cu.sec. de capacité.

Les tests de perméabilité, effectués seulement sur les rangées extérieures, consistent à injecter de l'eau sous pression au moyen d'un obturateur simple ou double. Pendant ces essais, on fait le débouillage des fissures afin de parfaire le remplissage filonien artificiel. Ces essais ont révélé des conditions artésiennes près du pilier No 4. Le niveau d'équilibre dans un de ces trous atteignait la cote 82, et le débit à la cote 60 s'établissait à 912 gallons à l'heure.

Le degré d'imperméabilité le long des voiles est contrôlé par le taux d'absorption de la série finale de trous, plus particulièrement de la série finale de la rangée centrale. En général, l'absorption doit être égale ou inférieure à 1 sac de ciment pour chaque phase de dix pieds. Voici un exemple d'absorption dans les premières séries de forage: une phase de dix pieds d'un trou de la ligne extérieure amont, à la station 26-70, a absorbé 536 sacs de ciment et 102 pieds cubes de sable.

Le lecteur trouvera dans le Tableau III un aperçu des données et des statistiques du rideau d'injections aux ouvertures de dérivation et au déversoir.

Équipement et production

La quantité totale de forage pour les injections des fondations de l'aménagement de Carillon se chiffre à environ 690,000 pieds

linéaires. En utilisant le forage à diamant, comme c'est la règle pour ce genre d'ouvrage, il aurait fallu doubler le nombre de foreuses et accuser quand même du retard sur les délais prévus.

Au début des travaux, on effectua des essais avec différents types de foreuses pneumatiques. Ces foreuses devaient produire un trou de 2 pouces de diamètre et 150 pieds de profondeur en ligne droite et sans bavure. Ces restrictions étaient imposées du fait qu'au cours des injections, il faut isoler les différentes couches traitées par des manchons de caoutchouc pressés sur la paroi du trou. Si le trou n'est pas régulier et droit, le coulis de ciment contourne l'obturateur, empêchant ainsi la régulation du débit d'injection.

En utilisant une foreuse à marteau percutant Atlas-Copco BBC-43-RBL, on a pu quadrupler le taux horaire de forage et en diminuer le coût de plus de 60%. Un rendement de 100 pieds à l'heure par équipe est obtenu, soit un total hebdomadaire de 70,000 pieds linéaires pour treize équipes.

Le matériel de forage utilisé est le suivant:

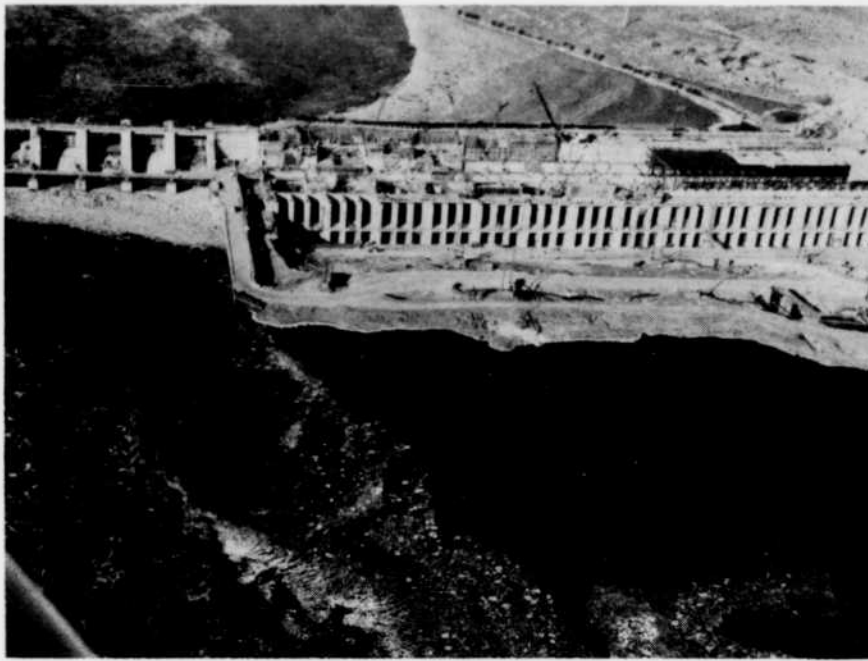
TABLEAU II

Tapis d'injection sous le déversoir et les ouvertures de dérivation

DONNÉES ET STATISTIQUES

1—Total : pieds carrés de surface de fondation traitée (865' x 240')	207,600
2—Total : pieds linéaires de forage	61,411
3—Total : sacs de ciment absorbés	15,408
4—Moyenne : sac de ciment par pied linéaire de trou item 3 / item 2	0.249
5—Moyenne : pied linéaire de forage par pied carré de surface de fondation traitée item 2 / item 1	0.296
6—Moyenne : sac de ciment par pied carré de surface de fondation traitée item 3 / item 1	0.074

1 sac de ciment = 1 pied cube apparent = 87.5 livres.



Vue d'aval de la centrale.

- 7 foreuses à chariot avanceur pneumatique Atlas-Copco équipées de marteaux percutants BBC-43-RBL
- 5 foreuses Canadian Ingersoll Rand DA-35 équipées de marteaux CIR FM-2 et BBC-43-RBL
- 11 pompes à injection Gardner-Denver Duplex.

Le programme de construction exige que les injections se fassent aussi en hiver, et, par ailleurs, les devis exigent que la température du roc soit maintenue à 40 F minimum jusqu'à la prise du coulis.

Après étude, on décida d'utiliser des abris dont la sous-structure est faite de ventilateurs-serpents, chauffés à raison de 80,000 BTU par abri, soit 15 BTU par pied cube. L'abri est construit de panneaux de contreplaqué pour le toit et de bache pour les murs. Les avantages de ces abris sont : l'érection se fait rapidement sans mettre en oeuvre d'équipement lourd; les matériaux en sont récupérables; ils s'adaptent à l'implantation des différents ouvrages.

Quoique de nombreux autres points intéressants pourraient s'a-

jouter à ce bref exposé, telle la découverte d'une caverne souterraine qui exigea environ 600 v. cu. de béton avant d'être obturée, le lecteur y trouvera l'essentiel du programme d'injections de Carillon. Ce programme n'échappe pas à la règle des problèmes d'envergure, à savoir la recherche pure qui établit les facteurs et principes de base, puis l'élaboration des plans, devis et mise en chantier relevant des sciences appliquées et de l'entrepreneur exécutant les travaux.

Qu'une solution définitive soit apportée à ce problème délicat ne fait plus aucun doute, et ceci en ne négligeant pas l'aspect pratique et économique.

TABLEAU III

Voile d'injection au déversoir et aux ouvertures de dérivation

DONNÉES ET STATISTIQUES	Unités	Total
1—Total : longueur du rideau ou voile (Station 25 + 70 à 34 + 35)	pieds	(voile) 865
2—Total : pieds carrés de voile (item 1) x 150 pieds (en moyenne)	pieds carrés	129,750
3—Total : nombre de trous de forage		694
4—Total : pieds linéaires de forage	pieds	99,303
5—Total : sacs de ciment absorbés	sacs	17,171
6—Moyenne : longueur des trous (item 4 / item 3)	pieds	143.1
7—Moyenne : espacement entre les trous le long du voile (item 3 / item 1)	pied	0.802
8—Moyenne : sacs de ciment absorbés par pied linéaire de forage : item 5 / item 4	sac	0.173
9—Moyenne : pieds linéaires de forage par pied le long du rideau item 4 / item 1	pieds	114.8
10—Moyenne : sacs de ciment par pied carré de voile : item 5 / item 2	sac	0.13

Chacun des trous n'a pas nécessairement été foré jusqu'à la profondeur totale du rideau, les trous des dernières séries ont été descendus jusqu'aux zones où le colmatage était incomplet.

1 sac de ciment = 1 pied cube apparent = 87.5 livres.

ÉTUDE MICROGRAPHIQUE DE QUELQUES ACIERS INOXYDABLES

par

MARIO LALANNE, B.A., Ing.P.

Extrait d'un projet de fin d'études présenté en avril 1962 au
Département de Métallurgie de l'École Polytechnique de
Montréal.



Sommaire

Une étude micrographique de quelques aciers inoxydables austénitiques "18-8" de types 304, 304 L et 347 permet de comparer l'état structural de ces aciers vis-à-vis la présence des précipités qui rendent ces aciers susceptibles à la corrosion intergranulaire. Le seul examen micrographique, beaucoup moins dispendieux que l'essai de corrosion, est d'habitude suffisant pour déterminer si l'acier est utilisable ou non.

Susceptibilité à la corrosion intergranulaire

Parmi les aciers inoxydables, le groupe le plus répandu est celui des aciers dits "austénitiques" contenant du chrome (de 12% à 30%), du nickel (7% à 25%) et, souvent, d'autres éléments en moindre proportion mais dont l'influence est souvent importante. À ce groupe appartient l'acier classique dit "18-8" (18% Cr — 8% Ni).

Lorsque, durant leur fabrication ou leur usage, les aciers inoxydables austénitiques ordinaires sont chauffés dans l'intervalle des températures comprises entre 900 et 1,500° F., une précipitation, que l'on prétend être essentiellement du carbure de chrome, se fait sentir en bordure des grains. Cette précipitation a pour principal effet de rendre l'acier susceptible à la corrosion intergranulaire. L'importance de cette précipitation dépend surtout de la teneur en carbone de l'acier et de la durée de temps que l'acier a passé dans l'intervalle critique des températures.

Moyens d'atténuer la susceptibilité à la corrosion intergranulaire

La mesure la plus simple pour atténuer la susceptibilité à la corrosion intergranulaire est de faire disparaître le précipité. Il suffit, après soudage ou formage à chaud, de chauffer le métal entre 1850° et 2050° F. pendant environ deux heures, dans le but de résoudre les carbures, puis de refroidir rapidement. Malheureusement, un pareil traitement n'est pas toujours possible; c'est le cas pour les pièces encombrantes ou pour lesquelles on ne peut encourir les risques de déformation inhérents aux traitements thermiques.

Puisque c'est l'élément carbone qui est le facteur premier de la sensibilisation, les deux méthodes les plus employées ont donc trait à cet élément :

1. Diminution de la teneur en carbone à moins de 0.03 et même 0.02%, limite de solubilité du carbone dans l'austénite à basse température.
2. Addition d'éléments plus avides de carbone que ne l'est le chrome. Il se forme alors des carbures stables à toutes températures, répartis uniformément dans la masse de l'acier, qui ont pour effet de pratiquement éliminer la formation de carbures de chrome en bordure des grains. Le titane et le columbium répondent à cette exigence. Actuellement, on tend à donner la préférence au columbium.

Préparation des échantillons micrographiques

Pour constater l'effet des mesures métallurgiques contre la

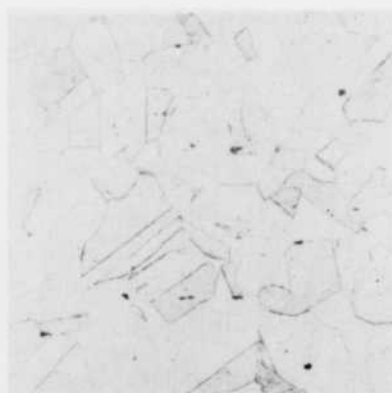
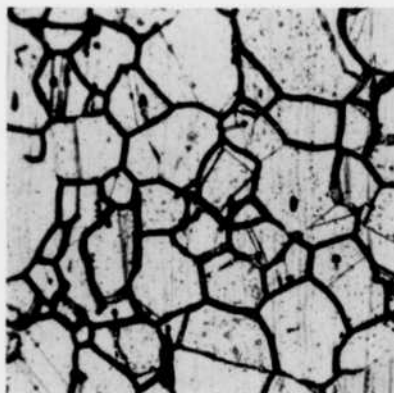


Fig. 1 — Acier 18-8 de type 304. (a) x 100, 3 heures à 1275°F; (b) x 100, 3 heures à 1275°F, puis 2 heures à 1950°F.

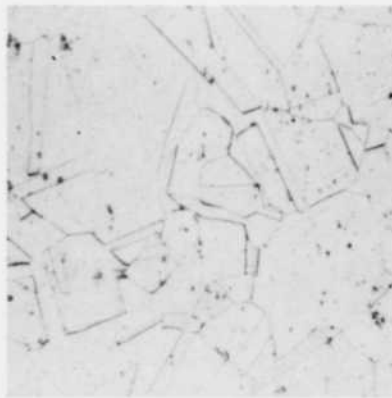
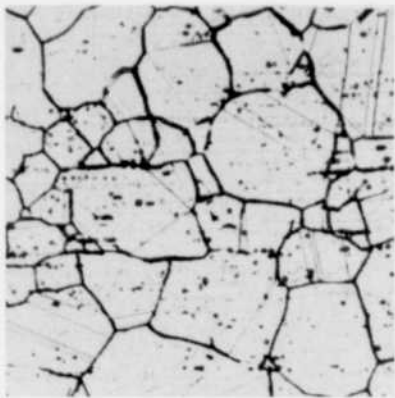


Fig. 2 — Acier 18-8 de type 304 L. (a) x 100, 3 heures à 1275°F; (b) x 100, 3 heures à 1275° F, puis 2 heures à 1950°F.

précipitation de carbure de chrome, trois types d'acier 18-8 furent choisis :

- type 304 à teneur normale de carbone (C = 0.08% max.)
- type 304 L à basse teneur de carbone (C = 0.03% max.)
- type 347 contenant du columbium (C = 0.08% max. et Cb: au moins 10 fois la teneur en C)

Chacun de ces aciers fut étudié métallographiquement après traitements thermiques de sensibilisation et de régénération. Le traitement de sensibilisation a consisté en un chauffage à 1275° F pendant trois heures, et la régénération de ces aciers s'est accomplie par un chauffage de deux heures à 1950° F.

Après polissage les échantillons furent attaqués électrolytiquement dans une solution aqueuse à 10% d'acide oxalique avec un courant de 1.5 ampères par pouce carré de surface.

Aspects micrographiques

Dans la figure 1 (a), soit après traitement de sensibilisation, on constate une forte précipitation de carbure en bordure des grains. Le degré de précipitation se laisse reconnaître par la largeur des bordures. Dans cet état, cet acier est susceptible à la corrosion intergranulaire.

La photo 1 (b) montre que le traitement à 1950° F a fait disparaître le carbure de chrome. Dans cet état, l'acier n'est pas susceptible à la corrosion intergranulaire.

En 2 (a) on constate que de la précipitation de carbure de chrome s'est produite dans l'acier 304 L après 3 heures à 1275° F. Cependant, cette précipitation est sensiblement inférieure à celle de l'acier 304, Fig. 1 (a), mais sa présence nous indique que si la teneur en carbone de cet acier 304 L est très basse, elle n'est pas encore suffisamment basse pour ne plus avoir de précipitation. Dans cet état, cet acier est susceptible à la corrosion intergranulaire.

La photo 2 (b) montre que le traitement de resublimation a été efficace. Dans cet état, cet acier n'est pas susceptible à la corrosion intergranulaire.

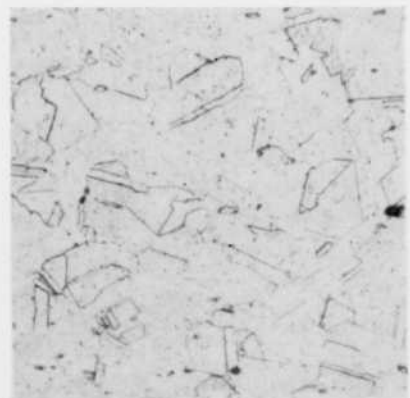


Fig. 3 — Acier 18-8 de type 347. (a) x 500, 3 heures à 1275°F; (b) x 500, 3 heures à 1275, puis 2 heures à 1950°F.

D'un premier coup d'oeil on remarque, sur les deux micrographies de l'acier 347, une grosseur de grain beaucoup plus petite que dans le cas des deux autres aciers. Il fallait s'y attendre : l'addition de columbium à l'acier austénitique amène une diminution de la grosseur du grain.

On remarquera ensuite que les traitements thermiques, quels qu'ils soient, n'ont apporté aucune précipitation de carbure de chrome.

Conclusion

Il est possible de constater qu'une teneur en carbone de l'ordre de 0.08%, comme dans l'acier 304, est suffisante pour provoquer une précipitation substantielle de carbure et par conséquent une très forte sensibilité à la corrosion intergranulaire, après chauffage dans la zone critique des températures.

L'examen de l'acier 304 L montre qu'en abaissant la teneur en carbone à 0.03% on diminue de beaucoup cette précipitation et parallèlement la sensibilisation, mais celles-ci ne sont pas complètement enrayées tant qu'il n'y aurait pas moins de 0.02% de carbone. D'autre part, la sensibilisation disparaît entièrement dans l'acier 347 grâce à l'addition d'une teneur suffisante de columbium qui stabilise le carbone sous forme de carbure de columbium.

L'USINE MARÉMOTRICE DE LA RANCE

par

ROBERT GIBRAT

Ingénieur-Conseil d'Électricité de France
pour les usines marémotrices

L'Usine Marémotrice de la Rance est maintenant en cours de construction. Depuis le 1er janvier 1961, les travaux définitifs sont officiellement commencés. Des marchés de fournitures ou de services pour la quasi-totalité sont maintenant attribués. Au 1er décembre 1961, plus de huit cents personnes travaillaient sur le chantier.

L'article qui suit résume les principes de fonctionnement de cette usine, la première au monde, et donne les indications précises sur les méthodes de construction du barrage ou sur les principes de réalisation des groupes bulbes, nouveau type de machines auquel est promis un brillant avenir pour les basses chutes.

Le lecteur sera intéressé de savoir que la construction se déroule de manière très satisfaisante: l'enceinte rive gauche qui permettra la construction de l'écluse est terminée depuis le 15 septembre 1961 et on procède actuellement aux fouilles de l'ouvrage définitif; l'enceinte rive droite est aussi terminée, l'équipement est en cours; au 16 novembre 1961, la cote de l'eau était à 1,50 m en dessous du niveau des plus basses mers.

Après vingt années de recherches et d'essais, en particulier après la mise en route, il y a deux ans, d'une usine pilote de 9 mégawatts dans une écluse désaffectée du port de St-Malo, il est passionnant de suivre la réalisation d'un tel ouvrage.

Principes de fonctionnement d'une usine marémotrice

Une usine marémotrice tire son énergie de l'amplitude des marées, c'est-à-dire de la différence de niveau entre haute et basse mer, de leur fréquence (qui n'est pas la même sur l'ensemble du globe) et du volume d'eau ainsi mis en mouvement.

Elle peut fonctionner selon plusieurs principes :

Bien entendu, le choix des cycles n'est pas immuable mais varie selon, d'une part, la force et les heures de la marée, d'autre part, les besoins en énergie et la valeur que celle-ci représente aux différentes heures de la

journée, selon qu'il s'agit d'heures de pointe, d'heures pleines ou d'heures creuses.

La souplesse de fonctionnement obtenue par le "double effet" et le "pompage" permet d'obtenir une "exploitation sur mesure" presque complètement indépendante du rythme des marées dont on abandonne alors le rythme lunaire pour se rapprocher du rythme solaire qui est celui des activités humaines.

Le site marémoteur de la Rance

L'intérêt d'un site marémoteur est lié, d'une part, à l'importance de la marée et, d'autre part, à l'importance du bassin que l'on peut créer. Il est bien certain,

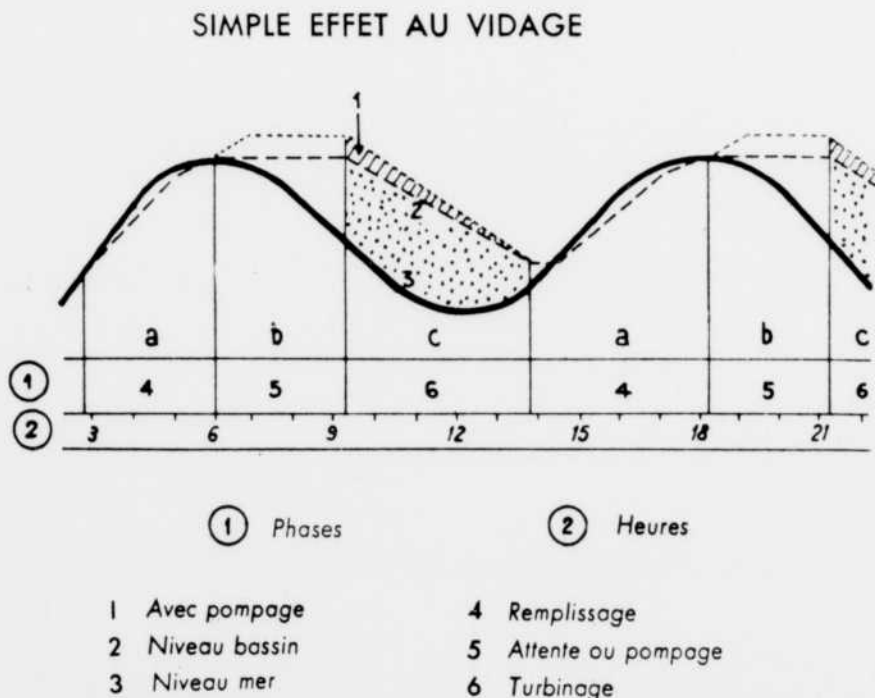
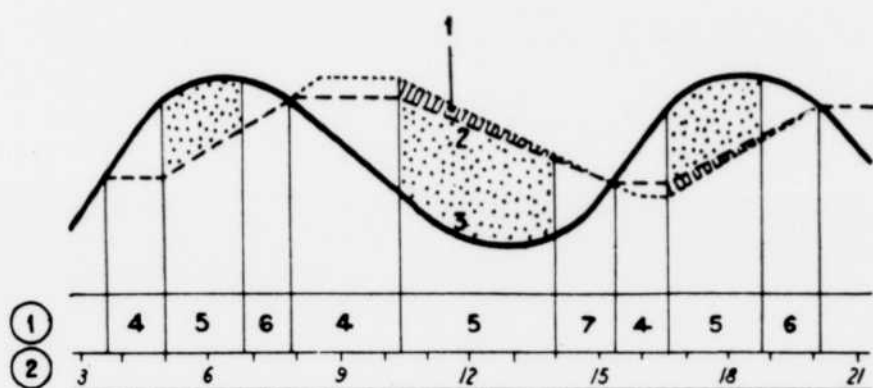


Fig. 1

DOUBLE EFFET



① Phases

② Heures

- 1 Avec pompage
- 2 Niveau bassin
- 3 Niveau mer

- 4 Attente
- 5 Turbinage
- 6 Remplissage
- 7 Vidage

Fig. 2

également, du point de vue économique qu'à superficie égale, un bassin sera d'autant plus intéressant que la longueur du barrage nécessaire à l'isoler de la mer sera plus petite.

Sous le rapport du marnage (différence de niveau entre une pleine mer et une basse mer consécutives) les côtes bretonnes de la Manche sont parmi les plus favorisées du monde, en partie grâce à la presqu'île du Cotentin qui fait obstacle à l'onde de marée venant de l'Atlantique.

Dans l'estuaire de la Rance qui débouche dans la Manche entre Saint-Malo et Dinard, le marnage peut atteindre + 13,50 mètres (au-dessus du zéro des cartes marines). Les marées d'équinoxe, les plus fortes de l'année, déplacent, au flot (marée montante) comme au jusant (marée descendante) jusqu'à 180 millions de m³ d'eau, et le débit peut atteindre quelque 18.000 m³/s.

Du point de vue du cycle des marées, c'est-à-dire de leur fréquence, le choix de la Rance se justifie parce que les marées y sont du type semi-diurne: deux

pleines mers et deux basses mers en 24 h 50 m, soit la durée d'un jour lunaire. Ce rythme permet un rendement des plus favorables.

Quant au bassin constitué par l'estuaire il a une superficie de 22 km². Il s'étend jusqu'à l'écluse du Chatellier près de Dinan sur une vingtaine de kms et son volume utile est de quelque 184 millions de m³.

Les ouvrages

L'usine marémotrice de la Rance sera impliquée entre les pointes

de la Brebis (rive gauche) et de la Briantais (rive droite). À cet emplacement, situé à quelque 4 km de l'embouchure, la largeur de la Rance est de 750 m environ et les fonds les plus bas sont à 12 m au-dessous de la cote des plus basses mers.

L'aménagement comportera 4 parties distinctes de la rive gauche à la rive droite :

- une écluse;
- l'usine proprement dite;
- une digue;
- des pertuis de vannage.

a) L'Écluse :

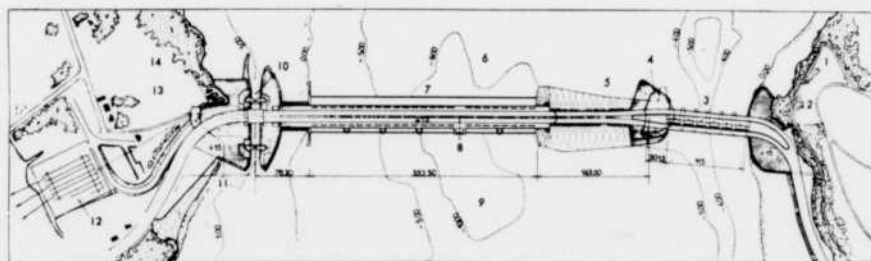
Cet ouvrage, qui permettra à la navigation de se poursuivre dans l'estuaire de la Rance, aura 13 mètres de largeur et 65 mètres de longueur. Les portes de l'écluse seront des portes-secteurs à axe vertical.

b) L'usine :

Située dans la partie profonde de la Rance, l'usine se présentera pour les visiteurs pénétrant à l'intérieur comme un vaste tunnel en béton armé d'une longueur de 370 m environ. Ses deux parements raidis tous les 13,30 m par des contreforts supportent chacun à tour de rôle la pression de l'eau au rythme de la marée. Le toit est constitué par une voûte.

L'installation comportera 24 groupes de 10.000 kW. Chaque groupe, installé dans une travée de 13,30 mètres de largeur, sera

PLAN D'ENSEMBLE DE L'AMÉNAGEMENT



- | | | |
|---------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1 Rive droite | 6 Mer | 11 Puits d'accès du matériel |
| 2 Pointe de la Briantais | 7 Usine 24 groupes | 12 Poste 225 Kv |
| 3 Barrage mobile à vannes | 8 Salle de commande | 13 Pointe de la Brebis |
| 4 Rocher de Chalbert | 9 Bassin | 14 Rive gauche |
| 5 Digue morte | 10 Écluse | |

Fig. 3

COUPE TRANSVERSALE DE L'USINE

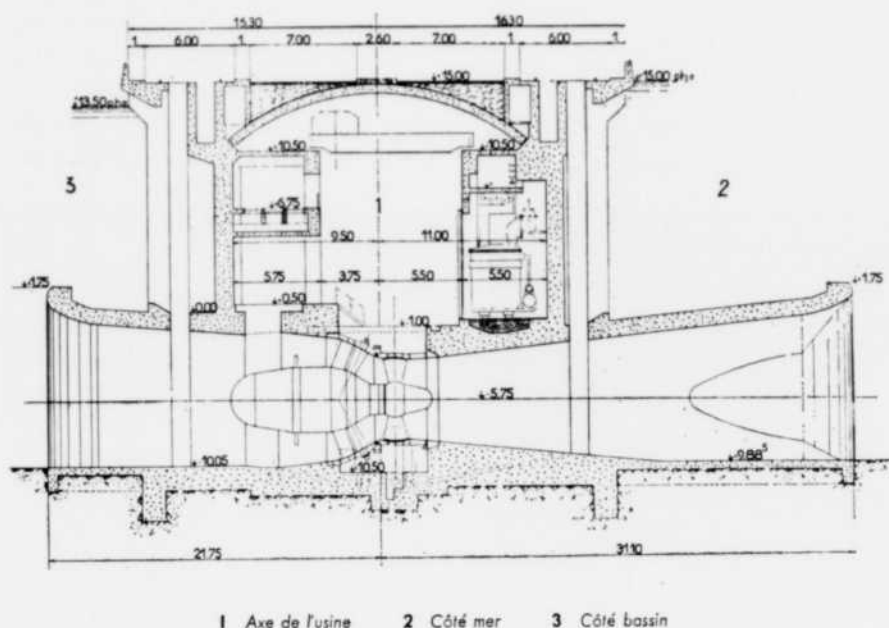


Fig. 4

dessus du 0 des cartes marines. La crête ne servira pas seulement de couronnement aux ouvrages, elle sera aménagée en routes à grande circulation.

Le groupe bulbe

Les groupes qui équiperont l'usine marémotrice de la Rance seront du type "bulbe" qui permet de turbiner dans les 2 sens d'écoulement : mer-bassin et bassin-mer et aussi de pomper.

Dès 1952, après l'étude d'un projet qui comportait des groupes Kaplan classiques ne turbinant que dans un sens, E. D. F. demandait aux constructeurs de turbines et d'alternateurs de voir le problème sous ce jour nouveau.

Le groupe bulbe se présente comme un petit sous-marin. Il est composé d'une coque métallique en forme d'ogive dans laquelle se trouve l'alternateur et d'une turbine Kaplan. Placé dans un conduit hydraulique, il est entièrement entouré d'eau. On accède à l'intérieur par une cheminée qui débouche dans l'usine.

placé dans une fosse dont le fond sera situé vers la cote - 10.

Les 24 groupes seront réunis pour l'exploitation en 3 blocs de 8 groupes débitant chacun sur un transformateur de 80.000 KVA placé à l'intérieur de l'usine.

Des câbles à huile à 225 KV relieront les transformateurs à un poste extérieur de départ situé sur la rive gauche à 300 m environ de l'extrémité ouest de l'usine.

L'accès à l'usine pour l'entrée des grosses pièces se fera par un puits implanté sur la rive gauche. D'une profondeur de 22m, ce puits sera prolongé par une galerie qui passera sous l'écluse et aboutira à une travée de réception desservie par les ponts-roulants de la salle des machines.

c) La digue :

Une digue de 160 mètres environ séparera l'extrémité de l'usine de l'îlot de Chalibert. Elle sera en enrochements avec voile d'étañchéité en béton.

d) Les pertuis de vannage :

Entre l'îlot de Chalibert et la rive droite sera situé un barrage mobile (pertuis de vannage) comportant 6 passes fermées par des

vannes plates de 15 m de largeur et de 10 m de hauteur. Ces vannes permettront de parfaire le remplissage ou la vidange du bassin.

Les ouvrages seront tous arasés à la même cote, la cote + 15 au-

COUPE DANS L'AXE D'UN PERTUIS DE VANNE

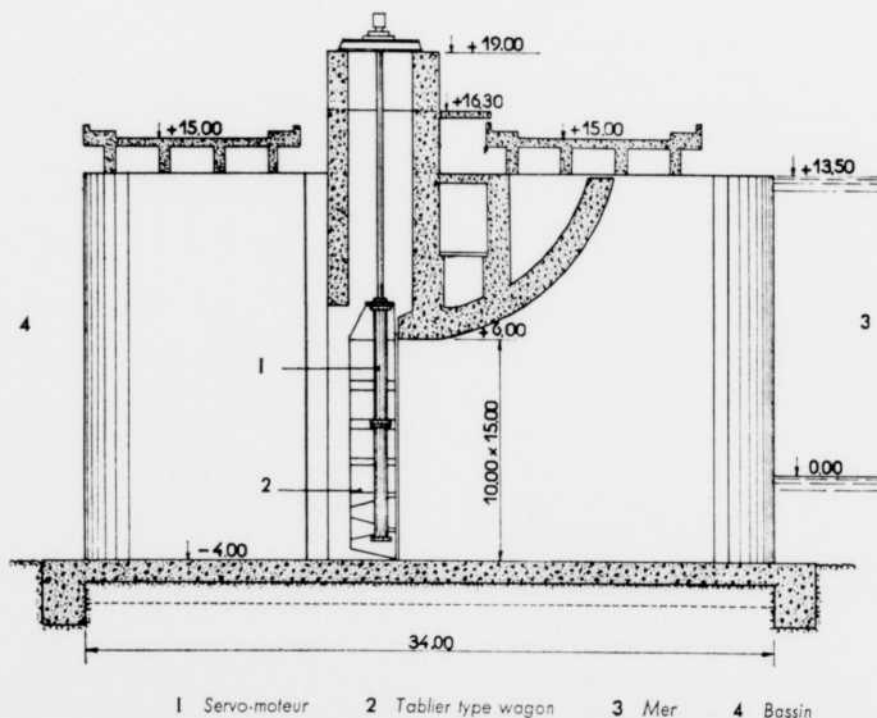


Fig. 5

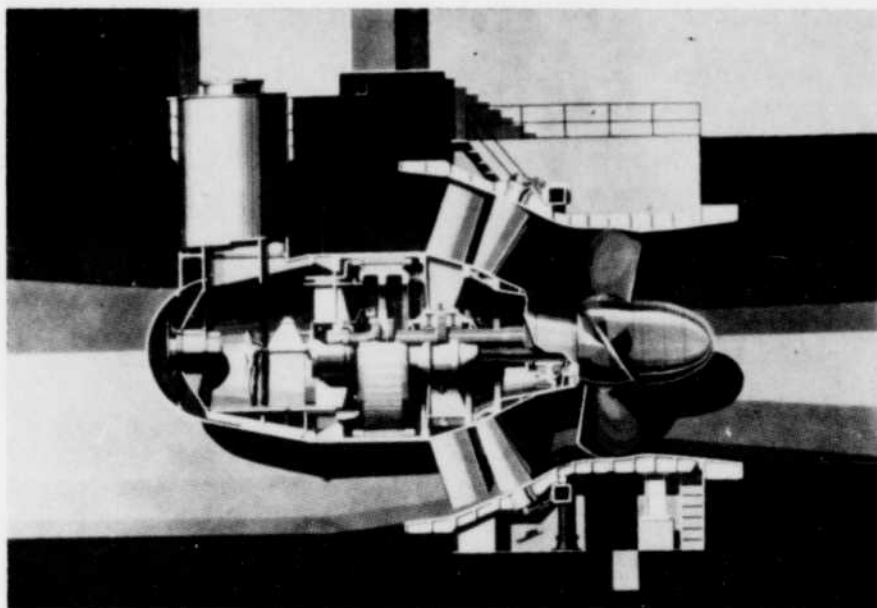


Fig. 6 — Un groupe bulbe de l'usine.

Des machines de ce type furent d'abord expérimentées en rivière : à Cambeyrac sur la Truyère (2 groupes de 5.000 kW), à Argentat sur la Dordogne (1 groupe de 14.000 kW), à Beaumont-Monteux sur l'Isère (1 groupe de 8.500 kW). Mais pour parfaire les renseignements, il apparut intéressant d'essayer un groupe bulbe sous l'effet de la mer. Ce qui a été fait dans une forme de radoub désaffecté du Port de St-Malo.

C'est une véritable petite usine marémotrice qui fonctionne ainsi pour la première fois dans le monde. Ici le réservoir est constitué par les bassins du port et la marée est celle-là même qu'on rencontre dans la Rance.

Le groupe de St-Malo a une puissance de 9.000 kW et tourne à la vitesse de 88 tours minute.

La turbine est une Kaplan à pales et directrices mobiles. Le diamètre de sa roue est de 5,80 m. Elle est accouplée à un alternateur dont le diamètre extérieur est de 5 m et qui dans son ogive tourne dans l'air à la pression atmosphérique.

Les avant-directrices servent de support au groupe dans son conduit.

Le groupe peut fonctionner soit en turbine, soit en pompe et dans les 2 sens d'écoulement entre la mer et les bassins du port.

Véritable banc d'essais pour groupe marémoteur, la station de St-Malo a fourni des indications précieuses pour la mise au point des groupes qui seront finalement installés à la Rance.

De fait les groupes Rance diffèrent très peu de celui de St-

Malo. Ils auront une puissance légèrement supérieure : 10.000 kW au lieu de 9.000 kW. Cette augmentation de puissance a pu être obtenue en faisant fonctionner l'alternateur dans une atmosphère légèrement surpressée : 2 kg/cm² absolus, ce qui permet un meilleur refroidissement de la machine.

La roue sera légèrement plus petite : 5,35 m de diamètre au lieu de 5,80 m et tournera à la vitesse de 94 t/min au lieu de 88 t/min.

Exécution des travaux

Les ouvrages seront réalisés à sec à l'intérieur de 3 enceintes de batardeaux. La difficulté réside ici dans l'importance de la marée et des courants qu'elle produit, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Il faut barrer une rivière quotidiennement en crue et dont le débit, rappelons-le, peut atteindre au flot et au jusant 18.000 m³/s lors des fortes marées d'équinoxe.

Et l'étude de la construction ne pouvait se faire que sur modèle réduit.

Deux modèles de la Rance furent construits : l'un à Grenoble



Fig. 7 — État des travaux sur la rive droite, fin novembre 1961.

par le Laboratoire Sogreah, l'autre sur le Terre-Plain du Naye en bordure du port de St-Malo-St-Servan par le Laboratoire National d'Hydraulique de Chatou. Les marées y furent reproduites avec fidélité et l'on put rechercher le meilleur processus d'exécution et le mettre au point.

Dans une première phase, commencée depuis la fin de l'année 1960, on a exécuté 2 enceintes qui sont d'ailleurs achevées :

- une enceinte rive gauche pour permettre la construction de l'écluse;
- une enceinte rive droite s'appuyant sur l'îlot de Chalibert pour permettre la construction du barrage à vannes.

L'enceinte rive gauche est constituée de murs en béton exécutés à la marée et conçus pour être incorporés en majeure partie aux ouvrages définitifs de l'écluse.

L'enceinte rive droite est composée de gabions cylindriques de 19 m de diamètre et de 15 à 20 m de hauteur raccordés par des arcs. Ces gabions et leurs arcs, construits en palplanches métalliques à âme plate, sont remplis de sable.

Durant la construction du barrage et de l'écluse, qui va bientôt commencer, on jettera les amorces d'une 3ème enceinte, l'enceinte centrale, comportant 2 batardeaux: nord et sud et à l'intérieur de laquelle on édifiera l'usine marémotrice proprement dite.

C'est le batardeau nord, situé côté mer, qui devra réaliser la "coupure" de la Rance, c'est-à-dire isoler l'estuaire de la mer. Son exécution a dû être étudiée avec un soin particulier car au fur et à mesure de l'avancement des travaux, la brèche offerte au passage de la marée se rétrécira et il s'ensuivra des différences de niveaux et par conséquent des courants qui iront en augmentant.

Plusieurs solutions ont été envisagées. Celle retenue consiste à créer, entre des amorces en gabions de palplanches, des points



Fig. 8 — État des travaux sur la rive gauche, fin novembre 1961.

d'appuis, en échouant tous les 21 m de lourdes quilles en béton armé de 9 m de diamètre et de 18 à 24 m de hauteur, sur des fondations préparées à l'avance au moyen d'un caisson à air comprimé permettant le travail sous l'eau.

Les intervalles entre caissons en béton armé seront ensuite fermés par 2 arcs de palplanches qui formeront une cellule qu'on remplira de sable. A noter qu'à ce moment les pertuis du barrage pourront être mis en service et offrir à la marée un important débouché qui soulagera d'autant les caissons en béton armé.

Une fois la coupure de la Rance réalisée, on fermera les vannes du barrage et l'estuaire sera transformé en un lac soustrait aux mouvements de la mer. Le plan d'eau y sera maintenu à la cote + 8,50 (C.M.) suffisante pour permettre la navigation en Rance.

Le batardeau sud de la grande enceinte, prévu en gabions de palplanches remplis de sable sera alors construit en eau morte.

* * *

Les travaux de gros oeuvre ont commencé en janvier 1961. Ils né-

cessiteront en gros :

- 400.000 m³ de terrassements
- 300.000 m³ de béton
- 10.000 tonnes d'acier pour armatures
- 90.000 m² de rideaux de palplanches correspondant à un poids d'acier de 13.000 tonnes.

La production de l'usine sera de 544 millions de kWh pour une puissance installée de 240.000 kW (24 groupes de 10.000 kW).

Des moyens puissants ont dû être mis en oeuvre pour mener à bien cette tâche. Engins modernes de terrassement côtoient les grues classiques et toute une flottille de remorqueurs, chalands, pontons-mâtures, dragues. Un blondin oscillant de 6 tonnes balaye la zone du chantier; la portée entre les 2 pylônes de 85 m de hauteur atteint 1 km.

* * *

Dès maintenant les techniciens suivent avec intérêt la réalisation de cette usine marémotrice qui, dans quelques années, ajoutera pour la première fois au monde, sa production d'énergie à celle des centrales hydrauliques, thermiques et nucléaires.

COUP D'OEIL

SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

Cartouches-amorces pour explosifs

La compagnie Du Pont du Canada a annoncé la mise au point des cartouches-amorces coulées "NBL-403", de 10 livres et de cinq livres, que les clients peuvent maintenant se procurer. Destinées à l'amorçage des explosifs de tir, les deux nouvelles cartouches-amorces s'ajoutent aux cartouches d'un tiers, de deux tiers et d'une livre que le service des explosifs de cette compagnie produit depuis quelque temps.

Au cours des dernières années, on a largement adopté les explosifs de tir à base de nitrate d'ammonium dans les mines et les carrières. Ces explosifs, qu'ils se présentent sous forme de mélanges de nitrate d'ammonium et d'huile lourde ou de pâte de nitrate d'ammonium et de TNT, ne sont pas sensibles et exigent pour leur mise à feu des explosifs puissants.

Les cartouches-amorces de la série "NBL-403" sont coulées à partir d'un mélange spécial de TNT et de RDX; elles possèdent une grande rapidité et une grande puissance de détonation, et elles développent des pressions élevées. Ces cartouches-amorces résistent à l'eau, ne sont pas sensibles aux chocs de balles et supportent bien une manutention rude au cours de l'expédition et du chargement.

Exposition de la production en 1963

C'est du 6 au 10 mai 1963 qu'aura lieu la prochaine exposition canadienne de la production, connue sous le nom de **National Industrial Production Show of Canada**, plus importante que jamais par le nombre des stands et des produits exposés. L'exposition occupera trois immeubles du vaste parc d'exposition de Toronto, soit 170,000 pieds carrés d'espace réservé aux exposants. Ceux-ci viendront de partout au Canada, des États-Unis, de la Grande-Bretagne, de la France, de l'Allemagne,

de l'Italie et de la Tchécoslovaquie. Plus de 1,000 fabricants et distributeurs d'équipement industriel exposeront dans 500 stands.

Environ 30,000 spécialistes de la production visiteront l'exposition qui sera, durant une semaine, le lieu de commerce par excellence d'une très grande variété d'outillage et d'équipement, tels que machines-outils, appareils de manutention, outils pneumatiques, équipement de production, etc. Cette foire de la production est la plus importante exposition industrielle du genre au Canada.

L'uranium au Canada

L'uranium, ressource naturelle peu connue et de peu d'importance commerciale avant l'ère atomique, a rapporté au Canada 1.4 milliards de dollars en moins de 20 ans.

Le rapport annuel de la Société de la Couronne, Eldorado Mining and Refining Ltd., déposé récemment à la Chambre des communes, révèle qu'à l'expiration des contrats actuels et prévisibles, la valeur des ventes d'uranium canadien atteindra environ 1.7 milliards de dollars. L'Eldorado a été jusqu'en 1955 le seul producteur d'uranium au Canada et elle demeure le seul organisme autorisé par le gouvernement à acheter l'uranium en vue de la vente au Royaume-Uni et aux États-Unis. Sept producteurs d'uranium sont actuellement à l'oeuvre au Canada.

L'uranium et le radium sont tirés du même minerai, la pechblende, extraite au Canada depuis l'ouverture, par la première société Eldorado, de la mine de Port Radium sur les rives du Grand lac de l'Ours, à 1,000 milles au nord d'Edmonton.

À cette époque, l'uranium n'avait à peu près aucune valeur commerciale, mais le radium se vendait jusqu'à \$70,000, le gramme. C'était en médecine, et notamment dans le traitement du cancer, que le radium trouvait son principal emploi.

En 1942, l'Eldorado commença à exploiter, à la demande du gouvernement,

la mine de Port Radium dans le but d'extraire l'uranium. À cause de l'importance stratégique de ce minerai, le gouvernement canadien a exproprié en janvier 1944 la mine, l'affinerie et les autres biens de l'Eldorado dont il a confié l'exploitation à une société de la Couronne.

La mine de Port Radium est demeurée la seule source canadienne d'uranium jusqu'en 1953. Entre-temps, cependant, la forte demande d'uranium causée par la guerre froide avait stimulé les travaux d'exploitation et provoqué la découverte de grands gisements de pechblende dans d'autres régions du Canada. Les gisements d'Elliott Lake sont probablement les plus vastes dans le monde libre. La mine de Port Radium, autrefois d'une très grande richesse, a été abandonnée en 1960 parce qu'elle n'était plus rentable. L'Eldorado a produit le cinquième environ du montant obtenu par le Canada de la vente d'uranium au cours des dernières années. On la croit la seule entreprise complète d'uranium (extraction, affinage, recherches et ventes) dans le monde libre.

Nouvelle pompe Flygt

La "BIBO 4" est une nouvelle pompe fabriquée par Flygt Canada Limited. Elle est submersible, comporte un raccord de tuyau de 4 pouces de diamètre et refoule 450 gallons américains d'eau à la minute, à 20 pieds de hauteur. Très utile parce qu'elle fonctionne sans la moindre surveillance, la "BIBO 4" pompe l'eau qui s'infiltré dans les tunnels en construction, assèche les tranchées de terrassement, vide les caves inondées, fait baisser le niveau de l'eau dans les puisards, vide les caissons des piles de ponts en construction et peut même servir au dragage de fonds sableux.

La compagnie Flygt a publié un dépliant descriptif rédigé en français expliquant les caractéristiques de cette pompe. On l'obtient en s'adressant à Flygt Canada Limited, 8230 rue Mayrand, Montréal 9.

Le Conseil de recherches urbaines et régionales

Quelque 200 délégués venant de toutes les parties du Canada ont participé récemment au congrès de fondation du Conseil canadien de recherches urbaines et régionales, organisme central qui facilitera les recherches dans le domaine des problèmes urbains et régionaux occasionnés par l'accroissement et le développement.

Le Conseil, qui a été fondé avec la collaboration du gouvernement fédéral et des gouvernements provinciaux en réponse aux demandes soumises par un grand nombre d'organismes et de gouvernements locaux, sera un organisme national destiné à représenter et à encourager les gouvernements et les particuliers qui cherchent des solutions aux problèmes de l'aménagement urbain et régional. L'Institut royal d'architecture du Canada et la Fédération canadienne des maires et municipalités ont été deux des principaux proposants de la création d'un tel organisme; toutefois, d'autres associations, telles que la Canadian Good Roads Association et l'Association canadienne d'urbanisme ont également joué un rôle important en attirant l'attention sur l'urgence de la recherche urbaine que seul un organisme comme le Conseil pouvait entreprendre.

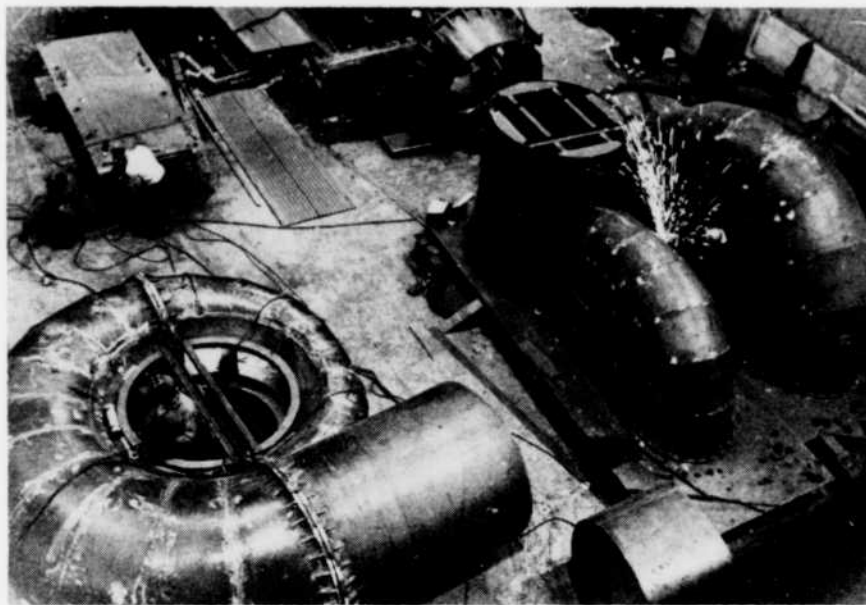
Nouvel acier mis au point par Algoma

L'Algoma Steel Corporation a annoncé récemment la mise sur le marché de l'Algoma 44, un acier de construction amélioré dont le rendement de résistance garanti est d'environ un tiers plus élevé que celui de l'acier CSA G 40.4. Cet acier fournira à l'industrie de la construction en acier une réduction sensible de la pesanteur dans la construction des ponts, des édifices, des navires, des tours et de la machinerie.

L'Algoma peut fournir ce nouvel acier immédiatement. La réduction de pesanteur de cet acier peut s'élever à 28 pour cent sur des charges individuelles de charpentes métalliques. La réduction globale nette sur certaines structures s'élève jusqu'à 20 pour cent.

Découverte importante de l'industrie pétrolière

Les techniciens de la Shell Oil ont découvert un moyen de capter certains gaz perdus de la raffinerie. Il s'agit d'un nouveau procédé qu'on adoptera pour la raffinerie que la Shell Oil doit inaugurer à Oakville, en avril 1963.



Cette bache de turbine en voie de fabrication à l'usine de la Foresteel Products, à Montréal-Est, sera installée dans une usine hydroélectrique du Ceylan. Elle mesure 18 pieds de longueur et 6 pieds de diamètre et pèse 25,000 livres. La compagnie Foresteel a obtenu le contrat de fabrication de deux bâches qui alimenteront des turbines de type Francis de 3,300 h.p., au Ceylan.

La mise au point et l'essai technique de ce procédé ont été faits à la raffinerie de Montréal-Est de la Shell ainsi qu'aux États-Unis. Un séparateur catalyseur et une turbine à gaz de conception spéciale captent le gaz perdu du craqueur catalytique de façon à lui permettre d'activer les ventilateurs du craqueur, après quoi le gaz alimente le réchaud du pétrole brut dans sa première phase du raffinage.

Cette innovation de la Shell est des plus importantes à l'heure actuelle justement à cause du coût de plus en plus élevé du raffinage. Elle évite la perte de puissance-énergie qui s'échappe avec les gaz chauds perdus du craqueur catalytique.

Participation du Canada à l'étude du manteau terrestre

Lors de la réunion triennale de l'Union géodésique et géophysique internationale, tenue à Helsinki en 1960, plusieurs nations ont convenu de participer à l'étude de la structure et de la composition de la planète sur laquelle elles vivent. L'étude de la partie supérieure du manteau terrestre, nom donné à cette campagne de recherches, s'apparente en plusieurs points aux travaux de l'année géophysique internationale, mais diffère en ce que les présents travaux visent à étendre le champ de nos connaissances sur les entrailles de la terre plutôt que dans l'atmosphère et les océans.

La participation canadienne coûtera au Gouvernement quelque trois millions de dollars. Elle sera assurée par les agences fédérales et les universités canadiennes. Au niveau du gouvernement fédéral, la responsabilité incombera au ministère des Mines et des Relevés techniques. Pour sa part, le Conseil national des recherches apportera son appui aux travaux par l'octroi de subventions aux universités.

Notre pays espère retirer de nombreux avantages de cette étude. On recueillera des renseignements importants sur la formation et l'emplacement des métaux, tels le nickel, le platine et le chrome, de même que sur les techniques de forage dans les roches dures.

La participation du Canada à cette campagne est d'autant plus importante que 7 p. 100 de la croûte terrestre y affleure et, à l'exception de l'URSS, notre pays est probablement celui où les divers types de formation géologique sont les plus nombreux. Des études géologiques et géophysiques importantes seront exécutées de concert avec les universités. Ainsi, les savants espèrent pouvoir étudier une dépression circulaire de 200 milles dans le golfe Saint-Laurent et une autre de 300 milles dans la baie d'Hudson, dans le cadre des recherches de cette campagne.



À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA

La Faculté des Sciences Pures et Appliquées a présenté encore cette année une série de causeries destinées aux élèves des écoles secondaires de la région.

La série comprenait sept causeries :

Géologie —

Animaux préhistoriques du Canada
Le professeur D.L. Dineley

Génie électrique —

Les ondes et les messages — Les professeurs Georges Glinski et L.-A. Beauchesne

Chimie —

Les grosses molécules — Les professeurs Bernard Belleau et Brian Conway

Biologie —

Le fil de la vie — les bases de l'hérédité — Un groupe de professeurs du département de Biologie

Physique —

Le froid — la physique aux basses températures — Le professeur Cyril Benson

Mathématiques —

L'arithmétique avec deux chiffres —
Le professeur Victor Linis

Génie chimique —

Les méthodes du génie chimique —
Le professeur Diran Basmadjian

Le professeur Keith Laidler, directeur du département de Chimie de la Faculté, a présenté une communication intitulée "Inhibition of Organic Decomposition" devant les membres de la société Faraday réunis à Cambridge, Angleterre, le 12 avril dernier. Quelques jours auparavant il avait présenté une autre communication, à Sheffield, devant les membres de la Société de chimie de Londres.

Le Conseil d'Administration a approuvé pour la Faculté des Sciences sept promotions dont trois au rang de titulaire.

Les nouveaux titulaires sont les professeurs B.C.-Y. Lu, directeur du département de Génie chimique et F.A. Anet et B. Conway du département de Chimie.

Messieurs R. P. Rowe de la section de Génie général et R.F. Bader du département de Chimie deviennent professeurs agrégés et messieurs William Fyson et Myron Best, jusqu'à maintenant chargés de cours en géologie, deviennent professeurs adjoints au département de Géologie.

Le professeur H. Helfenstein du département de Mathématiques de la Faculté a récemment participé au troisième Colloque brésilien de Mathématiques à Fortaleza et à Rio de Janeiro. Il y présentait une communication intitulée "Conformal Mapping of H-Spaces".

Le docteur H. Kleisli du même département a donné une conférence intitulée "Homotopy of Homomorphisms" au Montréal Mathematical Colloquium de l'Université McGill.

Un finissant en Mathématiques, Charles Castonguay, vient de se mériter, sur recommandation du Congrès canadien des Mathématiques, une bourse International Nickel d'une valeur de \$3,000.00 annuellement, renouvelable, qui lui permettra de poursuivre des études supérieures en mathématiques. M. Castonguay a l'intention de prendre sa maîtrise sous la direction du docteur Helfenstein.

Actuellement les diverses Facultés de l'Université s'occupent elles-mêmes de tous les problèmes que soulève le grand nombre de leurs étudiants à la maîtrise ou au doctorat.

À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Département de résistance et d'essais des matériaux

Le 21 décembre 1961, le professeur Dubuc participait à la réunion du

"Subcommittee on Plastic Fatigue Strength" du "Pressure Vessel Research Committee" à New York pour y discuter du progrès des divers programmes de recherches dirigés par ce sous-comité.

Le 15 janvier 1962, le professeur Choquet participait à New York à la réunion de l'une des trois divisions du "Pressure Vessel Research Committee", du Welding Research Council et présentait les résultats de nos travaux, sous l'égide de deux des sous-comités de cette division, et dont nous poursuivons les recherches. Ce sont les sous-comités "Effects of Fabrication Operations on Materials for High Temperature Service" et "Plastic Fatigue Strength of Pressure Vessels".

Le Symposium annuel du Canadian Welding Society eut lieu encore cette année à Polytechnique le 17 janvier 1962 et le Département y a pris une part très active en présentant, par les Drs Welter, Dubuc et Choquet, des rapports d'une nature fondamentale sur la fatigue des métaux. Le Symposium se termina par une visite des locaux du laboratoire.

Le 10 février, le professeur Choquet assistait et présentait nos travaux sur les soudures par points pour le "Welding Research Council" à la réunion principale du "Fatigue of Resistance Welding Committee" à New York.

Le 15 février 1962, le professeur Choquet recevait la confirmation de sa nomination de délégué officiel canadien au congrès annuel d'Oslo en Norvège, de l'Institut International de la Soudure, assises de 25 pays joignant leur expérience relativement aux problèmes de la soudure. Il sera délégué officiel à la Commission XIII (fatigue des soudures) et expert technique à la Commission IX (comportement des métaux soumis à la soudure). Le professeur Choquet a été nommé par le chapitre canadien de l'Institut patroné par le Ministère des Mines du Canada, le "Canadian Welding Society" et le "Canadian Welding Bureau".

Le 27 mars, les Drs Welter et Choquet présentaient un volumineux rap-

port, le résultat de cinq années de travail, au "Pressure Vessel Research Committee" du "Welding Research Council" à New York sur les essais de fluages dans les réservoirs sous pression.

Le 25 avril, le professeur Choquet se rendait à Chicago où il participait à la réunion du "Fatigue of Welded Joints Committee" du "Welding Research Council" et présentait nos activités sur un tout récent projet de recherche intitulé "Variable Stress Cycle Fatigue".

Le 4 mai, le professeur Dubuc assistait à la réunion du sous-comité du "Plastic Fatigue Strength" du "Welding Research Council" à New York et participait aux délibérations de ce sous-comité.

Le 7 mai, le professeur Dubuc présentait à New York une conférence à leur convention annuelle devant les membres du "Column Research Institute" de "l'Engineering Foundation" sur nos travaux concernant le flambage des colonnes à hautes températures (1400° F).

Le 16 mai, les Drs Dubuc et Choquet prenaient part à New York à la réunion principale du "Fabrication Division" du "Pressure Vessel Research Committee" du "Welding Research Council" en y présentant les résultats de nos travaux et discutant de leur continuation.

Le 11 juin, le professeur Choquet partait pour le congrès de l'I.I.S. à Oslo. De plus, il doit visiter de nombreux centres de recherches d'Angleterre, de France, de Belgique, d'Allemagne, de Suède, de Norvège et de Suisse également intéressés aux recherches de même nature que nos propres activités.

Le travail et la direction des activités du Département sont sous la responsabilité immédiate du Dr Georges Welter, Chef du Département.

Monsieur Georges Demers à la Corporation

Le numéro du printemps 1962 annonçait le décès de monsieur Maurice Gérin, diplômé de 1920, qui était membre de la Corporation de l'École Polytechnique depuis 1947. Monsieur Gérin siégeait à la Corporation comme représentant des diplômés de Polytechnique depuis 1955. Il revenait donc à l'Association des Diplômés de combler la vacance, ce qu'elle faisait le 30 avril dernier en nommant comme successeur de monsieur Gérin, monsieur Georges Demers de la promotion 1935, ingénieur-conseil dont les bureaux d'affaires sont situés à Québec et à Montréal.

À la fin de ses études d'ingénieur, monsieur Demers s'est inscrit, à titre d'élève libre, à l'École Nationale des



Georges Demers

Ponts et Chaussées à Paris. À son retour, il entra au service du Ministère Provincial de la Voirie puis s'associa trois ans plus tard au bureau d'études de monsieur Zachée Langlais à Québec. En 1942, il fonda son propre bureau qu'il dirige encore aujourd'hui. Monsieur Demers enseigne à l'Université Laval depuis 1954.

Très actif dans les associations professionnelles, il est membre de :

Canadian Standards Association;
American Water Works Association;
Canadian Institute of Sewage and Sanitation;

L'Association Internationale des Ponts et Charpentiers;

La Société des Ingénieurs civils de France; et de plusieurs autres.

Il fut président de la section de Québec de l'Engineering Institute of Canada en 1952, de la Corporation des Ingénieurs professionnels de la province de Québec en 1954, de l'Association des Ingénieurs-conseils du Canada en 1955 et de l'Association des Diplômés de Polytechnique en 1960. C'est ce dernier groupement qui vient de le porter au poste de membre de la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal.

Fin d'année à Polytechnique

Lorsqu'on lira ces lignes, l'année académique 1961-62 sera du domaine du passé. Comme toutes les précédentes, elle s'est déroulée, de l'avis de tous, très rapidement.

Le grand nombre d'étudiants en fait une année record. Les inscriptions étaient en effet de 1,418 aux cours réguliers, dont 270 finissants. Ce sont là des chiffres éloquentes qui font un contraste frappant avec la situation dix ans auparavant. Polytechnique contri-

bue maintenant largement à accroître les effectifs de la profession au Canada. Les statistiques montrent, en effet, que, sur la base des quatre dernières années de notre cours (les provinces autres que Québec reçoivent les étudiants en génie pour un cours de quatre ans après Senior Matriculation), Polytechnique se classe deuxième en importance par le nombre de ses inscriptions et de ses finissants. Elle n'est en effet dépassée que par la faculté de Génie de l'université de Toronto.

On pourrait s'inquiéter à bon droit du placement de 270 diplômés. Le fait est que la situation est à ce point favorable que trouver des emplois à un tel nombre de jeunes ingénieurs ne crée nullement un problème insurmontable. Nous tenons à féliciter le Service de Placement de l'Université de Montréal, dont une section fonctionne à l'École Polytechnique, ainsi que les officiers du Ministère fédéral du Travail qui collaborent étroitement avec le Service de Placement.

Changements dans le personnel

Engagements

MM. Jacques Chagnon '49, Charles-A. Laberge '57 et Raymond Bourrelle '58, qui sont tous trois diplômés de Polytechnique, ont accepté de participer au travail de surveillance des projets de fin d'études au département de Génie civil. Ils sont ainsi tous les trois chargés de cours dans ce département.

Monsieur Gérald Gagnon, diplômé de la promotion 1954, fera partie du personnel enseignant à titre d'assistant professeur au département de Génie métallurgique dès cet été. Depuis la réception de son diplôme en 1954, monsieur Gagnon a été au service de la compagnie Noranda Copper and Brass à Montréal. Monsieur Gagnon a déjà entrepris des études de maîtrise en Métallurgie qu'il doit compléter prochainement.

Monsieur Paul Le Comte, diplômé de 1951 de l'option Mines-Géologie, a accepté le poste de chargé de cours en Géologie structurale. Monsieur Le Comte est membre du personnel du Service Géologique du Ministère des Mines et Relevés Techniques à Ottawa. Après l'obtention de son baccalauréat en 1951, monsieur Le Comte a poursuivi des études post-universitaires qu'il ont achevées jusqu'à l'obtention de son doctorat en géologie à l'Université Harvard.

Monsieur André Loisel, diplômé de Polytechnique en 1960 en Génie civil, fait maintenant partie du personnel de la Division des Travaux publics. Il est attaché à l'équipe qui s'occupe de la mécanique des sols. Après la réception de son baccalauréat en Sciences appliquées, il a poursuivi ses études de maîtrise en Génie civil comme gagnant de la bourse Franki. Le diplôme de maîtrise lui a été remis

lors de la collation des grades du 31 mai 1962. Il a le rang d'assistant dans le département de Génie civil.

Monsieur Pierre Marchal est un diplômé de l'École Polytechnique de Paris. Il a fait sa carrière dans l'enseignement français, émigrant au Canada il y a une dizaine d'années et continuant ici son rôle académique comme professeur au Collège Stanislas. Monsieur Marchal est maintenant chargé de cours à Polytechnique, participant à l'enseignement des mathématiques de première année.

Monsieur Jean Marien, comptable agréé, qui a fondé et dirige son propre bureau de vérification-comptable à Montréal, est maintenant chargé de cours en Comptabilité-finances. Il partage la charge de l'enseignement de ces matières avec son collègue monsieur Rodolphe Maheu.

Monsieur Gilles Marinier, diplômé de Polytechnique en 1957 et qui a obtenu par la suite une maîtrise en Génie sanitaire du M.I.T., est maintenant chargé de cours au laboratoire d'Hydraulique du département de Génie civil. Monsieur Gilles Marinier est membre du personnel du bureau d'études Surveyer, Nenniger et Chênevert.

Monsieur Norman McNeil, qui vient de terminer son cours en mai 1962, a été engagé comme assistant au laboratoire d'hydraulique. Il a terminé ses études en Génie mécanique.

Monsieur Roland Messerli est un ingénieur suisse diplômé en Génie électrique de l'École Supérieure Technique de Genève en 1957. Après l'obtention de ses diplômes, monsieur Messerli a poursuivi des études de mathématiques obtenant en 1960 la licence ès sciences-mathématiques de l'Université de Genève. En arrivant au Canada comme émigrant avec l'intention de poursuivre ses études, il a accepté un poste de chargé de cours au département de mathématiques à Polytechnique, s'inscrivant en même temps, à temps partiel, pour l'obtention du Ph.D. à la Faculté des sciences de l'Université de Montréal. Monsieur Messerli enseigne les mathématiques en première année.

Monsieur Alfio Seni, ingénieur civil et diplômé de l'École Polytechnique de Bucarest donne maintenant le cours de Ponts à titre de chargé de cours au département de Génie civil. M. Seni a au-delà de 25 ans d'expérience dans la préparation et l'exécution de projets de structures. Se spécialisant au cours des années en structures métalliques et en études des projets de ponts, il a pratiqué sa profession surtout en Roumanie, participant aux travaux des entreprises privées et de l'entreprise d'état. Depuis qu'il est au Canada, monsieur Seni est membre du personnel technique du bureau d'études Beaulieu, Trudeau et Associés.

Monsieur Charles-E. Tourigny, diplômé

de la promotion 1924, est maintenant attaché au personnel de l'administration. Il s'est joint à l'équipe de la direction s'occupant particulièrement de l'administration des diverses bourses offertes aux étudiants de Polytechnique. Il s'occupe aussi du placement des diplômés de Polytechnique en quête d'améliorer leur sort par des changements d'emploi. Monsieur Tourigny fut pendant de nombreuses années attaché au personnel de la Compagnie d'Électricité Shawinigan. Il fut pendant près de dix ans co-propriétaire d'une firme de buanderie qu'il administrait à titre de gérant général.

Départ

Monsieur Jean-Claude Caron, diplômé de Polytechnique en 1957, était assistant professeur au département de Mathématiques depuis trois ans. Il avait commencé sa carrière dans l'industrie minière et, durant son stage à Polytechnique, il a poursuivi ses études de maîtrise en traitement de minerais. Il obtenait son diplôme en 1960. Il vient d'abandonner l'enseignement pour retourner dans l'industrie minière au service de St. Lawrence Columbian à Oka.

Déplacements du personnel

Plusieurs membres du personnel voyageront cet été en Amérique et en Europe :

Monsieur Rémi Tougas, assistant professeur au département de génie Métallurgique fait un stage de cinq mois à l'Institut de Recherche de la Sidérurgie en banlieue de Paris. Il est, à cet effet, boursier du Service de Coopération Technique du gouvernement français.

Monsieur Raymond Boucher, Chef, Département du Génie Civil à l'École Polytechnique, a présidé une assemblée du Comité de l'Hydraulique des Marées (Committee on Tidal Hydraulics, Hydraulics Division) de l'American Society of Civil Engineers, à Washington, D.C., le 17 mai 1962. Les membres de ce comité sont les suivants : Raymond Boucher, Président; Dr C. L. Bretcheider, Membre, National Engineering Science Co., Washington, D.C.; C. P. Lindner, Membre, U.S. Army Engineer Division, South Atlantic, Atlanta, Georgia; William Shofnos, Membre, Coast and Geodetic Survey, Washington, D.C.; et Reuben J. Johnson, Membre, U.S. Army Engineer District, San Francisco, California.

Monsieur Jules Houde, qui est assistant à la division des Travaux publics du département de Génie civil est, lui aussi en France. Il prend contact durant une période de quatre mois avec les ingénieurs et les spécialistes du béton dans divers laboratoires spécialisés à Paris et en province. Monsieur Houde est aussi un boursier du Service de Coopération Technique du gouvernement français.

Le Dr J.-André Choquet, professeur agrégé au département de Résistance des matériaux, est un des représentants du Canada au congrès mondial de l'International Welding Society, qui se tient à Oslo. Monsieur Choquet profitera de son séjour en Europe pour visiter des laboratoires spécialisés dans le domaine de la Résistance des matériaux et de la soudure, en Angleterre, en France, en Allemagne et en Suisse. Il sera absent pendant environ cinq ou six semaines.

Monsieur Jean-L. Corneille, professeur agrégé au département de Génie chimique, doit prendre part à un séminaire de spécialistes du génie chimique, convoqué à Denver par l'American Society for Engineering Education. La réunion doit durer une semaine. Elle a pour but de faire un échange d'idées sur les programmes et la méthodologie de l'enseignement du Génie chimique. Cette réunion spéciale est convoquée une fois tous les sept ans et elle réunit des représentants de la grande majorité des universités de l'Amérique du Nord. À la suite de cette réunion, a lieu le congrès annuel de l'American Society of Chemical Engineers. Monsieur Corneille représentera l'École Polytechnique à ce congrès.

Monsieur Bernard Coupal, assistant au département de Génie chimique, suivra cet été un cours intensif offert par l'Université du Colorado, à Boulder dans l'état de Colorado. Ce cours intensif donné sous les auspices de National Science Foundation comprend des cours sur le contrôle des procédés sur l'industrie chimique et des cours de mathématiques applicables spécifiquement au génie chimique. Il sera absent pendant près de huit semaines. Il assistera ensuite au congrès annuel de l'American Institute of Chemical Engineers qui doit avoir lieu à Denver.

Nouvelles bourses

L'École Polytechnique a reçu dernièrement quelques nouvelles bourses; l'une a été offerte par la firme Sanguinet Automobile Ltée. Elle est attribuable à un étudiant de quatrième ou cinquième année dans les spécialités de génie civil, mécanique, électrique ou chimique. La bourse est d'une valeur de \$500., \$400. étant remis à l'étudiant et \$100. à l'École Polytechnique.

L'Association des Diplômés de Polytechnique offre, à partir de l'automne prochain, une bourse de \$300. à un étudiant finissant quelle que soit la spécialité où il est inscrit. Le choix du boursier tient compte de trois facteurs d'appréciation, soit le succès académique, les activités étudiantes et le besoin pécuniaire.

Le Canadian Institute of Mining & Metallurgy, section féminine, offre pour l'année 1962-63 une bourse de \$250. à un étudiant du cours régulier inscrit en Génie géologique, Génie minier ou

Génie métallurgique. Les facteurs d'appréciation des demandes de bourses sont le succès académique et le besoin pécuniaire des candidats. La bourse peut être renouvelée d'année en année si les fonds de la section féminine de l'Institut le permettent.

Bourse de l'Alliance

De nouveau cette année l'Alliance, Compagnie Mutuelle d'Assurance vie, a accordé à l'École Polytechnique une bourse de \$1,500. pour contribuer à son programme de perfectionnement de son personnel. Le gagnant de cette bourse l'année dernière était monsieur Roger Labonté qui est présentement au Massachusetts Institute of Technology où il poursuit un programme d'études devant le mener au diplôme d'ingénieur sanitaire du M.I.T.

Le boursier de la prochaine année académique de 1962-1963 est monsieur Jacques Godin, assistant-professeur au département de Génie mécanique. Monsieur Godin est inscrit au California Institute of Technology où il doit poursuivre dès la fin de cet été des études de perfectionnement vers la maîtrise en Génie mécanique, se spécialisant en thermodynamique et dynamique des fluides. Monsieur Godin sera absent durant la prochaine année académique.

Cours de perfectionnement

Monsieur Claude Dubeau, assistant-professeur au Département de Génie Chimique, va bientôt terminer un séjour d'un an d'études à l'Université Laval. Monsieur Dubeau est un diplômé de Laval de la promotion 1954. Il a fait partie du personnel enseignant de Polytechnique depuis lors et la Corporation lui accorda un congé avec solde l'année dernière, pour lui permettre de prendre sa Maîtrise en Génie chimique à son Alma Mater. Monsieur Dubeau sera de retour à son poste durant l'été.

Bourses Athlone

Quatre bourses Athlone ont été at-

tribuées à l'École Polytechnique cette année. Trois d'entre elles ont été accordées à des diplômés de cette année et la quatrième fait partie de la catégorie B, attribuée à un ingénieur déjà diplômé.

Michel Choquet termine ses études en Génie chimique. Il s'inscrira probablement à l'Université de Manchester pour parfaire ses connaissances dans le domaine du Génie chimique. Il compte obtenir sa Maîtrise et prendre de l'expérience dans l'industrie chimique des Iles Britanniques.

Monsieur Paul-André Collin termine ses études cette année en Génie civil. Il doit s'inscrire à l'Imperial College of Science and Technology à Londres pour y poursuivre ses études en structures en vue d'obtenir au moins la Maîtrise, sinon le Doctorat.

Monsieur Jean-Guy Lorrain est un finissant de 1962 en Génie mécanique. Il s'inscrit à l'Université de Birmingham pour y poursuivre des cours d'Organisation Industrielle. Il sera vraisemblablement attaché durant la première année de son séjour en Angleterre à diverses industries et entreprendra son cours à l'automne 1964.

Le boursier de la catégorie B est monsieur Jean Paradis, diplômé en 1957 de l'ancienne option Travaux Publics-Bâtiments. Il s'inscrira à l'Imperial College of Science and Technology à Londres pour y poursuivre ses études de Maîtrise en Technologie du Béton. Il compte pouvoir prendre au moins quelques mois d'expérience dans les bureaux d'études et avec les entreprises de construction au Royaume-Uni.

Bourse du Commonwealth

L'École Polytechnique compte cette année un boursier du Commonwealth. Il s'agit de monsieur Jean Saia qui vient de terminer brillamment son cours de Génie civil. Il s'inscrira pour deux ans à l'Imperial College of Science and Technology et poursuivra ses études pour le Doctorat en Technologie du béton et Mécanique des sols.

Médaille Barlow

La médaille Barlow est décernée cette année à un professeur de l'École Polytechnique.

Le Dr Roger-A. Brais, professeur de Géologie économique à l'École Polytechnique, a reçu la médaille commémorative Barlow, fondée par l'Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie. La remise eut lieu lors du Congrès annuel de l'Institut, tenu récemment à Ottawa. Monsieur Brais s'est mérité cet honneur conjointement avec messieurs John B. Stubbins et I. S. Zajac, tous deux de l'Iron Ore Company of Canada, pour la publication du meilleur ouvrage en Géologie économique. L'étude des trois lauréats traitait de l'origine des gisements de fer de la région de Schefferville.

Visiteurs

Parmi les visiteurs de marque qui sont venus à l'École Polytechnique dernièrement, nous désirons mentionner le passage du Dr Roger Grégoire, Conseiller d'état, conseiller à l'organisation de Coopération et de Développement économique, un des organismes internationaux auxquels le Canada participe. La venue du Dr Grégoire à l'École Polytechnique entre dans le cadre des activités du bureau du Canada français du Conseil Canadien de la Productivité. C'est dans un esprit de collaboration avec ce Conseil que l'École Polytechnique recevait le Dr Grégoire le 3 mai dernier. À l'occasion de sa visite, monsieur Grégoire a adressé la parole à un groupe de professeurs de l'École Polytechnique auquel s'étaient joints des ingénieurs de l'extérieur, représentant la Corporation des Ingénieurs Professionnels et l'Institut des Ingénieurs du Canada. Une trentaine de personnes ont participé à la réunion qui a pris la forme d'un forum de discussion sur les questions de productivité et d'expansion économique. On a particulièrement étudié le rôle de l'ingénieur dans la solution des problèmes qui se présentent dans l'évolution économique des nations.

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

OUVERTURE DES COURS

le deuxième mardi de septembre

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

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

Demandez notre prospectus

535 ave Viger, Montréal

NOUVELLES DES ASSOCIATIONS

Assemblées du Conseil

Depuis l'assemblée annuelle du 26 janvier dernier, le Conseil de l'Association s'est réuni deux fois.

Comme chaque année, les différents Comités permanents de l'Association furent formés dès la première réunion du nouveau Conseil, le 26 février 1962, à savoir :

a) Comité de Placement : reste sous la direction du secrétaire-trésorier de l'Association, M. Charles-E. Tourigny.

b) Comité de recrutement : présidé par le 2^e vice-président de l'Association, M. Maurice Bourget, M.P.

c) Comité de publication de la Liste des Diplômés : responsabilité du secrétaire exécutif de l'Association, M. Léo Gareau.

d) Comité de la revue L'Ingénieur : présidé par le président sortant de l'Association, M. Charles-René Laberge.

e) Comité du Prêt d'Honneur des Diplômés : MM. Emilien Dagenais, Henri Gaudetroy, Jacques Laurence, Ernest Lavigne et Charles-E. Tourigny, qui élisent leurs officiers.

f) Comité des Activités Sociales : présidé par le 1^{er} vice-président de l'Association, M. Paul-M. Bégin.

g) Un nouveau Comité, composé de MM. R. Loïselle et G. Meunier est formé et a pour mission d'assurer des rapports plus intimes entre les diplômés des "jeunes" promotions et le Conseil de l'Association.

À son assemblée du 30 avril, le Conseil approuve d'abord, à l'unanimité, le choix de M. Georges Demers, comme représentant de l'Association à la Corporation de l'École Polytechnique.

Il est ensuite décidé à l'unanimité qu'il n'y aura pas de bal des diplômés cette année, et un Comité spécial est chargé de s'enquérir des possibilités de remplacer ce bal, auquel à peine une cinquantaine de diplômés assistaient, par une manifestation qui saurait intéresser une forte proportion des membres de l'Association.

Le Conseil décide, enfin, de prolonger d'une année la campagne de souscription au Prêt d'Honneur et charge le Comité à cet effet d'organiser la campagne de façon à ce que tous les diplômés qui n'ont pas été approchés en 1961 le soient cette année.

Délégués de promotions

Les Délégués de promotions se réunirent le 30 avril 1962, sous la présidence de M. Emilien Dagenais, président de l'Association des Diplômés.

Entre autres questions discutées, au cours de la réunion, les délégués présents s'accordèrent sur trois recommandations principales à être soumises au Conseil de l'Association, à savoir :

1 — que des efforts particuliers et constants doivent être faits pour resserrer les liens de fraternité entre les jeunes diplômés et les "moins jeunes", aussi bien que pour consolider l'attachement des diplômés à l'Alma Mater;

2 — que le rôle des délégués de promotions, et des officiers de promotion, à cette fin, est de primordiale importance;

3 — qu'il y aurait avantage pour tous les intérêts concernés, que le Conseil voie à remplacer par des représentants dynamiques, conscients de leur importance et de leur responsabilité, les délégués qui se désintéressent des affaires de l'Association au point de ne pas même se donner la peine de se trouver un remplaçant, quand ils sont empêchés d'assister aux assemblées de délégués de promotions.

À POLYTECHNIQUE LES ANCIENS RESTENT AMIS

De toutes les facultés de l'Université de Montréal et probablement de toutes les universités du Canada "Polytechnique" semble être celle où l'amitié est la plus profonde parmi les anciens. En effet, un groupe de "Polytechniciens", amis depuis leur jeunesse étudiante et dont 15 d'entre eux survivent, continuent de se réunir chaque année depuis plus de 50 ans.

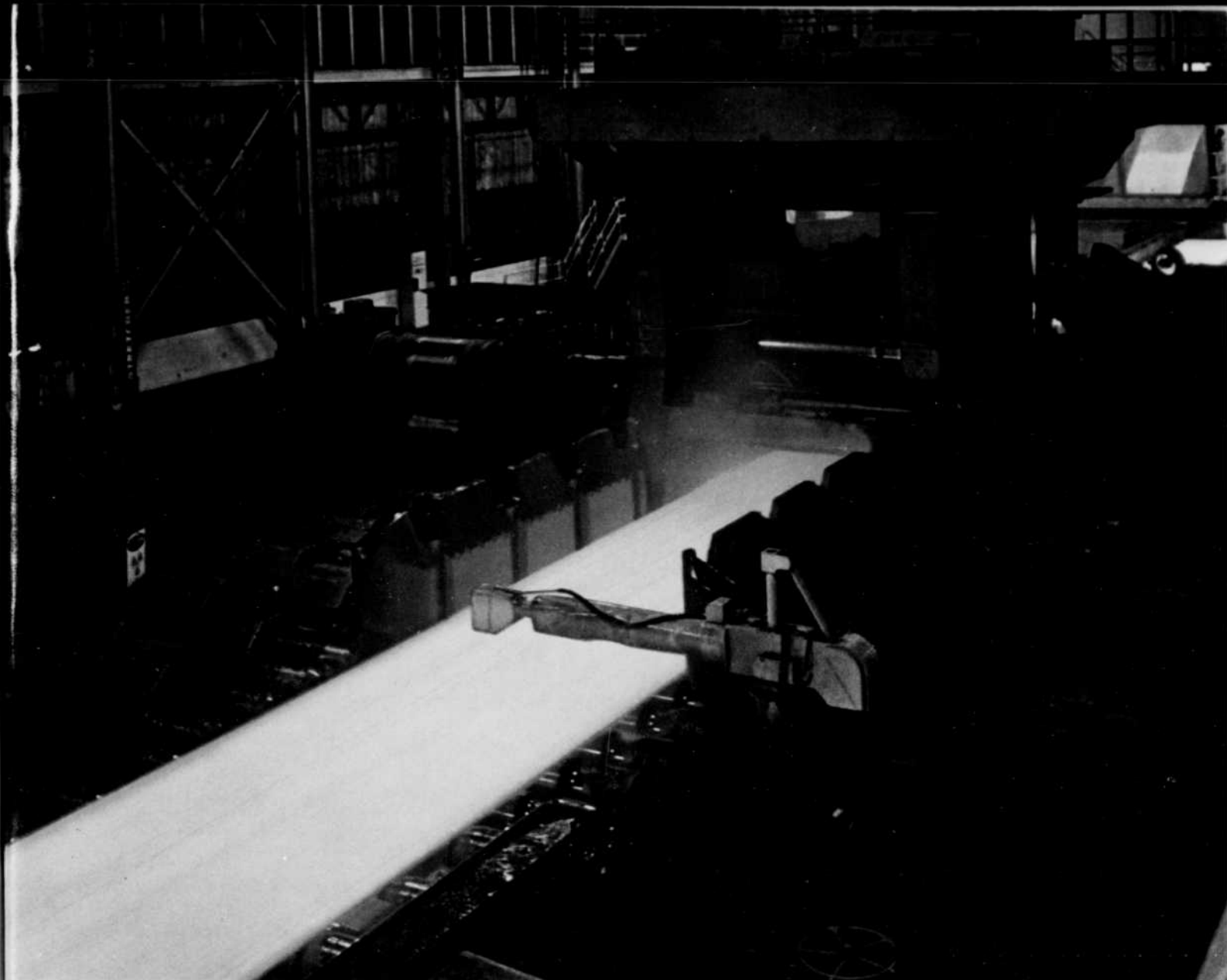
Nous croyons que le fait, unique dans les annales universitaires, mérite d'être signalé.

Ce même groupe de confrères des promotions de 1909 à 1914, actifs dans leurs sphères respectives des affaires et des sciences, mettent de côté leurs occupations ordinaires pendant quelques jours tous les ans, pour se réunir dans différentes localités depuis au delà d'un demi-siècle.

La photo ci-bas de quelques uns d'entre eux, prise au Lac Jacques-Cartier dans le Parc National des Laurentides lors de la dernière réunion tenue au mois de septembre dernier, nous montre Messieurs : — A. O. DUFRESNE, D.Sc.A., M.Sc., Ing.P., ancien Sous-ministre des Mines de Québec, CHARLES DAVID, D.Sc.A., F.R.A.I.C., Architecte; CHARLES E. GÉLINAS, Ing.P., ancien Dir.-Adj. Travaux Publics Ville de Montréal; RAOUL L. PAINCHAUD, Ing.Ch., Ing.P., Dir.-gérant Montpelier Construction Ltée; HUET MASSUE, D.Sc.A., Ing. P., Gérant-général, A.P.P.G. & B.St.L.; ROBERT BLAIS, Ing.P., ancien Ing. en chef Travaux Publics Féd. Ottawa; AIMÉ COUSINEAU, D.Sc.A., Ing.P., ancien Directeur d'Urbanisme Ville de Montréal; GUSTAVE J. PAPINEAU, Ing.P., A.G., Ingénieur-Conseil; GEORGES LA MOTHE, Capt. 22^e Regt., C.M., Ing.P., Professeur Univ. Laval, Québec; ERNEST DENONCOURT, B.A.A., Architecte.

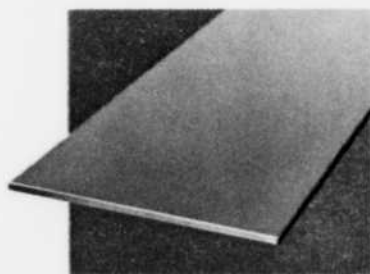
Messieur ARTHUR DUPERRON, D.Sc.-A., Ing.P., ancien prés. C.T.M., ARTHUR FOURNIER, Ing.P., ROMÉO GAUVREAU, Ing.P., J. ANTONIO LALONDE, D.Sc.A., Ing.P., et PAUL E. POITRAS, Ing.P., n'apparaissent pas sur la photo.





ALGOMA FABRIQUE MAINTENANT DE LA TÔLE CISAILLÉE ET LAMINÉE AYANT JUSQU'À 115" DE LARGEUR

La tôle laminée et cisailée Algoma est fabriquée dans divers types d'acier au carbone—dont le CSA G40.8—ainsi que des aciers spéciaux au carbone et des alliages d'acier. Le laminoir à lopins et à tôles ci-dessus (sans pareil en Amérique du Nord) transforme d'énormes lingots en lopins et en brames et fabrique également des plaques d'acier de haute qualité ayant jusqu'à 115" de largeur.



THE ALGOMA STEEL
CORPORATION, LIMITED

Sault Ste. Marie, Ontario

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

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

ÉCOLE D'INGÉNIEURS — FONDÉE EN 1873



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

GÉNIE CIVIL • GÉNIE ÉLECTRIQUE • GÉNIE MÉTALLURGIQUE

GÉNIE MÉCANIQUE • GÉNIE CHIMIQUE • GÉNIE MINIER

GÉNIE GÉOLOGIQUE • GÉNIE PHYSIQUE

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

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

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

CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES

Prospectus et renseignements sur demande



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

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

Nouvelles des Ingénieurs

Archambault, Jean-H., Poly '41 a récemment été promu gérant général des ventes, à la Corporation de Gaz Naturel du Québec.

Archambault, Pierre, Poly '58 autrefois à l'emploi de B & H Metal Industries Co. Ltd., est rendu au service de l'Hydro-Québec, depuis la fin de mars dernier.

Baribeau, Benoit, Poly '43, autrefois adjoint au président de la Defence Construction (1951) Ltd., à Ottawa, est depuis le 1er juin, Directeur général du génie, à l'Hydro-Québec.

Barrette, Jacques, Poly '57, autrefois à l'emploi de B & H Metal Industries Co. Ltd., est depuis le début de mai, associé à la firme de construction McNamara (Québec) Ltd., à Montréal.

Barrière, Jacques, Poly '50, occupe toujours le poste de directeur adjoint au Service de la Circulation de la Cité de Montréal. La nouvelle que nous donnions dans notre édition précédente au sujet de sa nomination comme conseiller technique en signalisation routière, au Ministère provinciale de la Voirie, pouvait laisser croire qu'il avait quitté le poste qu'il occupait déjà.

Bégin, Paul, Laval '53, ingénieur en charge du service de Promotion des Ventes, à la Cie de Pouvoir du Bas St-Laurent, à Rimouski, a été élu au conseil de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, à l'assemblée annuelle du 7 avril 1962.

Béique, Henri F., Mc G. '36, autrefois vice-président et directeur général de la Quebec Power Co., en a été élu, au début de l'année, président et directeur général.

Belhumeur, Georges, Poly '55, autrefois de la maison Bédard & Girard Ltée est maintenant à l'emploi de Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs-conseils.

Blain, Guy-L., Poly '49, vient d'être nommé au poste de Directeur du service de transport à la Commission de Transport de Montréal.

Blais, Roger-A., Laval '49, professeur de géologie économique à Polytechnique, a reçu la médaille commémorative Barlow, à l'occasion du congrès de l'Institut canadien de mines et métallurgie, tenu à Ottawa, au cours du mois d'avril dernier.

Blouin, Alfred, Laval '51, autrefois au service de Hewitt Equipment Co., est maintenant Directeur technique des Ventes, au nouveau bureau ouvert par

Canadian Allis-Chalmers Ltd., à Québec, pour desservir les régions de Québec, Lac St-Jean, Côte Nord, Gaspésie, Rivière du Loup, Beauce et Cantons de l'Est.

Boisvert, Roch, Laval '48, autrefois surintendant général de la Saguenay Power Co., a été promu au poste d'adjoint du directeur de l'exploitation de la Compagnie.

Bonin, Jacques, Poly '62, est depuis la fin d'avril rendu en Abitibi, où il occupe le poste d'assistant-ingénieur de la Cité de Noranda, à Noranda, P.Q.

Bonneville, J.P., Queens '41, gérant de Sullivan Consolidated Mines Ltd., s'est vu attribuer en 1961, pour la mine qu'il dirige, le trophée John T. Ryan, pour exploitation pendant une année entière, sans accident résultant en perte de temps de plus que six jours.

Bourgon, Jean-Paul, Poly '50, autrefois ingénieur des ventes au bureau de Montréal de l'Alcan, est présentement en stage d'études en Europe, pour le compte de cette compagnie. Il ouvrira bientôt un bureau de l'Alcan à Madrid, en Espagne, et à Porto, au Portugal.

Bournival, Pierre, Laval '48, a été élu vice-président pour la région de Maisonneuve de l'Association des Anciens de Laval, pour l'année 1962.

Bousquet, Paul, Poly '41, a été nommé dernièrement Gérant du Port de Québec. Il succède, à ce poste, à **Louis Beaudry, Poly '21**, maintenant retraité.

Brochu, Gilles, Laval '54, autrefois à l'emploi de Jean-Yves Bernier, ingénieur conseil, est maintenant au service de la firme Alary & Tanguay.

Carmel, Guy, Poly '31, présidait le Comité de divertissement, lors du 44e congrès de la Canadian Construction Association, tenu à Montréal en février.

Caron, Lucien, Poly '49, autrefois de l'Arborite Co. Ltd., Division de Dominion Tar & Chemical Co. Ltd., est maintenant au service de l'étude Surveyer, Nenniger et Chênevert.

Carrier, Robert, Poly '48, a été élu Directeur de la section de Lévis, des Anciens de l'Université Laval, pour l'année 1962.

Chadillon, André-J., Poly '55 autrefois à l'emploi de l'étude Desjardins & Sauriol, ingénieurs-conseils, est maintenant Assistant Surintendant de la Quebec Lithium Corporation à Barraute, Abitibi.

Champagne, Hervé, Poly '59, est depuis la fin d'avril, associé à l'étude de McMillan & Martinowicz, ingénieurs-conseil, à Montréal.

Cholette, Albert, Mc G. '42, a été choisi, au début de l'année, pour représenter la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, auprès du corps étudiant de la Faculté des Sciences de l'Université Laval. Il succède au Dr Gérard Letendre, Mc G. '32.

Côté, Bernard, Poly '48, vient d'être promu ingénieur en chef, chez Hupp Canada (1961) Ltd., à l'Assomption, Québec.

Côté, Georges-P., Mc G. '49, ingénieur-conseil à l'étude Côté, LeClair & Langlois de Sherbrooke, a été, en février dernier, élu représentant régional auprès du conseil de la Corporation des Ingénieurs professionnels de Québec.

Cyr, P.-René, Poly '56, autrefois ingénieur municipal de la Cité de Rouyn est, depuis avril dernier, à l'emploi de la Coopérative d'Habitation de Montréal, dont le siège social est à Cité Jacques-Cartier.

Daigneault, Laurence, Mc G. '34, a été élu président de Dufresne, Mc Lagan, Daigneault Inc., dont il était auparavant vice-président et ingénieur-en-chef.

Decary, Albert R., Poly 1899, fondateur et premier président de la Corporation des ingénieurs professionnels de Québec a été honoré, avec tous les présidents qui lui ont succédé à la tête de cet organisme, lors du banquet annuel de la Corporation. Parmi ces derniers, on remarquait entre autres: le docteur A.O. Dufresne, Poly '11; Paul-Emile Poitras, Poly '15; le docteur Ernest Lavigne, Poly '16; le docteur Antonio Lalonde, Poly '12; le docteur Adrien Pouliot, Poly '19; Georges Demers, Poly '35; Léo Roy, Poly '30; le docteur Guillaume Piette, Poly '39; Arthur Piché, Poly '30.

De Guise, Yvon, Poly '37, autrefois ingénieur en chef adjoint de la Division de l'exploitation régionale, est depuis le 1er juin, Directeur général de l'exploitation et des ventes, à l'Hydro-Québec.

Demers, Georges, Poly '35, ingénieur-conseil, a été nommé comme représentant des Diplômés, à la Corporation de l'École Polytechnique, à la dernière assemblée du Conseil de l'Association.

Demers, Pierre, Mc G. '52, ingénieur à la Sperry Gyroscope Co. Ltd., a été réélu au conseil de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, à l'assemblée annuelle du 7 avril 1962.

Dion, J.-Edgar, Mc G. '26, a été élu président de l'Association des Ingénieurs Conseils du Canada pour l'année 1962.

Douville, Gérard, Poly '47, autrefois ingénieur du district Centre, a récemment été promu Directeur-adjoint du Service de la Voie Publique, à Montréal.

Drouin, Paul-Emile, Poly '47, ingénieur hydraulicien à l'Hydro-Québec, a été réélu conseiller de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, à l'assemblée annuelle du 7 avril 1962.

Duranceau, Charles-Arthur, Mc G. '37, présida le déjeuner d'ouverture du congrès de la Canadian Construction Association, tenu à Montréal en février.

Ferland, Germain, Poly '48, vient d'être promu au poste de gérant-adjoint à l'usine, chez Hupp Canada (1961) Ltd., à l'Assomption, Québec.

Fortier, Pierre, Poly '57, a laissé la Compagnie Dominion Bridge pour entrer au Département des centrales thermiques à la Shawinigan Engineering Company.

Fournier, Gaston, Laval '44, vient d'être nommé au poste de directeur de Superior Window Co. Ltd. Monsieur Fournier est aussi directeur des recherches à The Acton Rubber Ltd.

Gagné, Gilles, Poly '59, autrefois au service d'Alcoa, à Arvida, est rendu aux Trois-Rivières, depuis le début de mai, à titre d'ingénieur des recherches à la Canada Iron Foundries Ltd.

Gagnon, Henri, Laval '41, surintendant de la Bell Asbestos Mine Ltd., a été élu vice-président de la section de Thetford Mines, des Anciens de l'Université Laval, pour l'année 1962.



Jacques Gauvin

Gauvin, C.-Jacques, Poly '54, autrefois géologue en chef de Steep Rock

Iron Mines Ltd., est, depuis quelque temps, géologue en chef des mines de fer de Liberian-American-Swedish Minerals Company (Lamco) au mont Nimba, Libérie.

Gilbert, J.-E., Laval, '41, a été récemment nommé au poste de Directeur des services miniers, au ministère des Richesses naturelles de la province de Québec.

Gingras, René, Poly '51, Vice-président de South Shore Construction Inc., et gérant de Québec Asphalt Que., a récemment été élu directeur et gérant-général de O. Beaudry & Fils Ltée., société engagée dans l'industrie du béton préparé (ready-mix) excavations, carrières, etc.

Isabelle, Henri L., Poly '50, a, au début de l'année, été promu adjoint de l'ingénieur en chef, au service des ventes de Canada Cement Co. Ltd.

Janson, Jacques, Poly, '61 autrefois de l'étude de C.E. Gravel, ingénieur-conseil, est depuis le 15 avril dernier ingénieur de la Ville de Chambly.

Lafontaine, D.J., Queen's '35, autrefois à la société Jumper Limited, a été nommé vice-président et directeur général de la Division mécanique, à la Canada Iron Foundries Limited.

Lapierre, Marcel-L., Poly '50, gérant-adjoint au Service des ventes, à l'Hydro-Québec, a été chargé de donner des cours sur les notions fondamentales de l'éclairage, dans la série organisée conjointement par l'Hydro et l'Illuminating Engineers Society.

Lavigueur, J.-Bernard, Poly '41, qui était auparavant vice-président exécutif et directeur-général de la société Sicard Inc., en a été élu président, à la dernière assemblée annuelle de la compagnie.

Léger, Fernand-J., Mc G. '51, ingénieur conseil, se fit l'interprète des ingénieurs professionnels, lors d'un dîner conjoint qui eut lieu en février dernier, avec les représentants de la Corporation des Maîtres Electriciens, pour discuter des meilleures dispositions à prendre pour assurer une collaboration étroite entre les deux groupements professionnels.

Léger, Jean-Marc, Poly '48, autrefois à l'emploi de Canadian General Electric Company, occupe maintenant le poste d'ingénieur responsable du développement des produits, chez Hupp Canada (1961) Ltd. (autrefois les Industries E. Roy Limitée), à l'Assomption, Québec.

Lemieux, Henri-Julien, Poly '39, a vendu ses intérêts dans le bureau qui portait son nom, à Alma, pour consacrer tout son temps à l'étude Lemieux & Tétrault, ingénieurs conseils, dont les bureaux sont à Montréal, Laprairie et Longueuil.

Mailhot, Fernand, Poly '44, autrefois directeur général de la Baie Comeau Company, a été, à la fin d'avril, nommé Adjoint du vice-président, Conten-

tiens et Relations extérieures, à la Quebec North Shore Paper Co.

Mondello, Roméo, Poly '30, L.S.P. (U. de M. — 1934), L. Ph. (U. de M. — 1944), M.S. (Harvard — 1948), LL.B. (U. de M. — 1951), a assumé la direction du nouveau Service des Permis et Inspection de la Cité de Montréal, lors de la réorganisation effectuée par le Conseil municipal, il y a quelque temps.

Morissette, Paul-Emile, Poly '31, faisait, avec plusieurs ingénieurs spécialistes en transport urbain, entre autres Jules Archambault, Mc G. '26, Lucien Lallier, Mc G. '35, Claude Robillard, Mc G. '35, etc., partie du "panel" d'experts appelés à exprimer leurs vues, lors d'un congrès de deux jours sur le Transport Urbain, tenu à Montréal les 22 et 23 mars dernier.

Paquette, André, Poly '60, autrefois au service de Price Bros, Co. Ltd., à Riverbend, Lac St-Jean, est maintenant à l'emploi de la Quebec Iron and Titanium Co., à Sorel.

Perreault, Charles-Hubert, Mc G. '43, a été nommé au Conseil d'Orientation du Québec, au début de l'année.

Perron, Georges-Henri, Poly '49, représentait l'Association des constructeurs du Saguenay-Lac St-Jean, dont il est président, au congrès de la Canadian Construction Association, tenu à Montréal en février.

Prévost, Edouard, Poly '21, de la Division des aménagements à l'Hydro-Québec, a été promu au poste d'ingénieur-projeteur, avec le statut d'officier.

Prud'homme, L.-André, Poly '44, autrefois ingénieur surintendant de l'entretien, Division de l'exploitation régionale, est depuis le 1er juin, Directeur général de l'approvisionnement, à l'Hydro-Québec.

Riel, Jean-Pierre, Poly '60, autrefois chez Gagnon & Horvath, ingénieurs-conseils, est maintenant associé à l'étude de Claude Lanthier (Poly '56), ingénieur-conseil, à Montréal.

Robillard, Claude, Mc G. '35, autrefois Directeur du Service des Parcs, a été nommé Directeur du nouveau Service d'Urbanisme de la Cité de Montréal, lors de la réorganisation effectuée par le Conseil municipal, il y a quelque temps.

Roy, Léo, Poly '30, autrefois Directeur général, est depuis le 1er juin, Assistant exécutif du président, à l'Hydro-Québec.

St-Amant, Aimé, Poly '61, autrefois au service de "Les Développements Lafrenière & Fils Ltée", poursuit présentement des études de charpente métallique en France, comme boursier du gouvernement français.

Sarault, Gilles, Mc G. '34, ingénieur-conseil, a été élu président de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec, à l'assemblée annuelle de la Corporation, le 7 avril 1962. Il débuta dans la carrière au service de la



Plan du Fort York, Haut-Canada (tel qu'il était en 1816), reproduit sur le nouveau Film-Contact Kodak à Base Estar. L'original est aux Archives publiques du Canada, Ottawa.

Nouvelle façon de rénover les vieux dessins!

Le nouveau Film-Contact Kodagraph à Base Estar transforme les vieux dessins et les dessins sales ou aux lignes peu marquées en copies intermédiaires de qualité supérieure qui résisteront à l'usage le plus rude dans les tireuses d'épreuves et sur les planches à dessin.

Le nouveau Film-Contact Kodagraph vous permet de réaliser avec une nouvelle facilité des copies intermédiaires de même format. Exposez-le simplement avec du papier négatif peu coûteux (ou un film négatif) dans une tireuse contact standard. Traitez-le avec du révélateur pour papier ou litho. Sa latitude exceptionnelle évite pour ainsi dire d'avoir à refaire des tirages.

Voyez ce nouveau Film Kodagraph—ainsi que les autres films de la nouvelle gamme à Base Estar: le Film Kodagraph Autopositif et le Film-Projection Kodagraph. Ils sont tous très translucides et ont une grande stabilité dimensionnelle, ainsi qu'une excellente sur-

face mate des deux côtés, permettant de dessiner facilement dessus.

Disponibles en formats de feuilles de papier à dessin standard et en rouleaux ayant jusqu'à 52 pouces de large. Appelez le détaillant Kodagraph de votre localité, ou écrivez à Canadian Kodak Co., Limited, Toronto 15, Ontario.

DU NOUVEAU!

Kodagraph

FILMS POUR REPRODUCTION

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

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

Northern Electric Co., puis, trois ans plus tard, passa à la Société Radio-Canada. De là, il devint professeur à la faculté de génie de l'université Laval où éventuellement, il devint Chef du département d'électricité. Présentement, il dirige dans les villes de Québec et Montréal, des bureaux d'ingénieurs-conseils spécialisés en électricité et mécanique.

Scharry, Léo, Poly '46, s'associait, au début de l'année, avec le bureau J.U. Moreau et Associés, des Trois-Rivières, pour exercer le génie-conseil en mécanique et électricité, sous le nom de Moreau & Scharry, ingénieurs-conseils.

Vigneux, Bernard, Sherbrooke '62, a remporté une bourse Athlone qui lui permettra de faire deux ans d'études post-universitaires au Collège impérial de Londres.

Wagner, Carol, Poly '52, autrefois ingénieur résident de Defence Construction (1951) Ltd., à la construction de la base Bomarc à La Macaza, a quitté cette société de la Couronne pour prendre la gérance de l'usine "Béton Moderne Ltée", à St-Hyacinthe.

NÉCROLOGIE

Léon-A. Duchastel de Montrouge, Poly '27, est décédé le 21 mars 1962.

Né à Montréal le 22 juillet 1905, il fit ses études secondaires à l'Académie Querbes et son cours d'ingénieur à Polytechnique. Pendant les vacances d'été, durant son cours, il fit tour à tour de l'arpentage en Abitibi avec la Commission des Eaux Courantes, de la construction de routes pour la Voirie Provinciale et, enfin, de la surveillance sur le chantier de construction du Canal Welland, pour le Département fédéral des Chemins de Fer et Canaux. Reçu ingénieur, il entra immédiatement au service de la Shawinigan. De 1927 à 1935, il s'occupa des projets de centrales hydro-électriques, sous-stations et réseaux à haute tension. En 1935, il passa au Service des Ventes d'Energie à titre d'ingénieur d'abord, puis de gérant en 1942. Quatre ans plus tard, il devint chef du Service d'embauchage et enfin, il était Directeur du personnel depuis 1960 jusqu'au moment de son décès. Il fut toujours très actif dans les sociétés professionnelles, en particulier à l'Engineering Institute dont il fut président de la Section Junior, puis Secrétaire du chapitre Montréalais durant plusieurs années, et à l'Illuminating Engineers' Society dont il fut président durant un an. En 1940-41, il était officier commandant (Major) du C.O.T.C. Jean de Brébeuf.

Henri Ortiz, Poly '07, est décédé à Coteau-du-Lac, le 23 mars 1962, à l'âge de 79 ans. Il avait fait ses débuts dans la profession au service du Département des Travaux Publics (Fédéral), département pour lequel il avait travaillé pendant les vacances, durant son cours à Polytechnique. On lui confia d'abord le soin de faire les relevés hydrographiques du Lac des Deux Montagnes et du fleuve St-Laurent. Ensuite, de 1911 à 1913, il fut Assistant de l'Ingénieur responsable du District de Québec. De 1913 à 1917, il construisit la Section No 1 du canal Welland, à titre d'ingénieur en chef de la Dominion Dredging Co., Ltd. Il passa les trois années suivantes à l'emploi de la Cité de Montréal, d'abord comme ingénieur de la Division ouest, puis au bureau des Arpentages et Relevés Techniques et, enfin, comme Surintendant-adjoint du Département de la Voirie. En 1920, il devint gérant de la Cité de Grand-Mère. Délaissant le génie municipal après quelques années, il s'occupa de systèmes d'aqueducs et on le retrouve tour à tour à Paris, à la Cie Layne-France, à Port d'Espagne en Trinidad, à la Universal Pump Co., et enfin au Mexique, à la société Layne Hispano America, où il résida durant plusieurs années. Il était à sa retraite depuis quelques années déjà, au moment de son décès.

Calcul des dalles armées évidées (Suite de la page 14)

Le moment de résistance de la dalle sera donné soit par M_s ou par M_c

$$M_s = A_s f_s (\alpha + \gamma - d')$$

La méthode de calcul utilisée est la suivante :

a) Pour des valeurs déterminées de " α " " b " " r " " f_s " " f_c " " n " " d " on calcule la valeur minimum de " c " par la formule (2).

b) On introduit cette valeur de " c " dans la formule pour déterminer " A_s ".

c) On calcule γ par la formule (5)

d) A l'aide de la formule (6) on détermine la valeur correspondante de M_s .

e) On augmente " c " de " $1/2$ " et on répète l'opération.

f) A la fin de chaque étape, on recommence avec de nouvelles valeurs des paramètres.

Les courbes ainsi obtenues donnent directement la valeur de A_s (pour $f_s = 20000$) en fonction de

M_s pour les différentes valeurs des paramètres " α " " b " " r " et " d ".

Méthode d'utilisation des courbes

Considérons la courbe marquée $\alpha=6.0$ $r=4.5$ sur le graphique II.

Cette courbe fournit les valeurs pour une dalle de 12.0" d'épaisseur, évidée à l'aide de "Sonotubes" de 9" de diamètre, placés à 12" c/c à 13" c/c ou à 14" c/c. La valeur limite du moment de résistance de la section (sans armature de compression) est indiquée par un trait perpendiculaire à la courbe et marqué $b=6.0$ pour des "Sonotubes" à 12.0" c/c, $b=6.5$ (13" c/c) et $b=7.0$ (14" c/c).

Si le diamètre des "Sonotubes" utilisés est de 10 pouces, la pente de la courbe est légèrement plus faible et les valeurs extrêmes du cas précédent sont indiquées par une croix marquée $r=5.0$.

Il n'a pas semblé nécessaire de dépasser une épaisseur de dalle de 24 pouces et un diamètre de "Sonotubes" de 18.7 pouces.

Béton

fait de **CIMENT CANADA**
pour réservoir à eau et
conduites d'égouts



Le béton précontraint a permis la construction de réservoirs remarquables pour leur durabilité et le peu d'entretien qu'ils exigent. Qu'ils soient souterrains, surélevés ou au niveau du sol, garnis ou non d'un revêtement intérieur, avec dôme spécial ou standard, les réservoirs en *béton précontraint* résistent aux pires conditions atmosphériques telles que le passage brusque et fréquent du temps humide au temps sec, du gel au dégel. Ce matériau est idéal pour les constructions abritant des appareils à action physique et chimique pour la décantation et l'épuration de l'eau.

Le béton préfabriqué sous forme de tuyaux est employé dans l'installation de conduites d'égouts. Les tuyaux peuvent être fabriqués localement ou tout près du chantier. La qualité du *béton* employé peut être contrôlée en vue d'obtenir la résistance désirée, grâce à l'emploi de liants appropriés et convenablement dosés, d'un outillage moderne, et au moyen d'un traitement de durcissement adéquat. De plus, la résistance du *béton* augmente avec le temps. La durabilité de ces conduites d'égouts, leur coût minime initial et d'entretien se traduisent par un bas prix de revient annuel, facteur essentiel d'économie.

CIMENT CANADA

CANADA CEMENT COMPANY, LIMITED

Immeuble Canada Cement, square Phillips, Montréal, P.Q.

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



CI-DESSUS:
Réservoir à eau de 125 pi. de diamètre, pour la ville de Preston, Ontario. C'est le plus grand réservoir en béton précontraint construit dans cette province. Gérant des services publics de Preston: **M. J. A. Gurnham.** Ingénieurs-conseils: **Proctor & Redfern.** Construit selon le système "Preload" par: **Canada Gunito Co. Ltd.,** (Section ontarienne).

CI-DESSOUS:
Conduite d'égout en béton de 96" de diamètre fabriquée par **Pressure Pipe Co. Ltd.,** pour la Commission métropolitaine de Montréal, pour projet à Pte-aux-Trembles. Ingénieurs-conseils: **Lalonde, Girouard et Letendre.** Entrepreneurs généraux: **Canit Construction Ltd.**



Veillez m'envoyer les brochures suivantes (en anglais seulement)

- 1. Prestressed Concrete
- 2. Design of Prestressed concrete
- 3. Concrete-Lined Reservoirs
- 4. Concrete Sewers
- 5. Concrete Sewer Pipe for economy and service
- 6. Use Concrete Pipe for Better Culverts

Si vous désirez recevoir l'une ou plusieurs des brochures ci-dessus, veuillez détacher ce coin, y joindre un de vos en-têtes de lettres et adresser le tout à: CANADA CEMENT COMPANY, LIMITED, Immeuble Canada Cement, square Phillips, Montréal, P.Q.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TIRAGES À PART SPÉCIAUX

Hermann & Cie, Paris - Nicola Zanichelli, Bologna - Atlas Publ. & Distr. Co. Ltd., London - Stechert-Hafner, Inc., New York - H. Bouvier u. Co., Bonn a/Rh. - Gerold & Co., Wien - Librairie Payot, S.A., Lausanne - F. Stuyck, Madrid - F. Machado, & Cia, Porto - The Maruzen Co., Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue Internationale de Synthèse Scientifique

UNE REVUE QUI TRAITE DE TOUTES LES SCIENCES — (1960) — cinquante-quatrième année

Directeur : P. BONETTI

Comité Scientifique : G. ABETTI - R. ALMAGIA' - L. CALIFANO - L. CANESTRELLI - G. COLONNETTI
- B. de FINETTI - F. GIORDANI - M. GORTANI - G. LEVI DELLA VIDA - G. MONTALENTI - E. PADOA
E. PERSICO - F. SEVERI - S. TONZIG.

"SCIENTIA" est la seule Revue de son genre qui : ait une diffusion mondiale * traite les problèmes les plus récents et les plus fondamentaux de chaque branche du savoir * puisse se flatter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier * publie les articles dans la langue originale de leurs Auteurs (français, italien, anglais, allemand espagnol). * Chaque fascicule contient en Supplément la traduction française intégrale de tous les articles publiés dans le texte dans une langue autre que le français. *

C'est pourquoi "SCIENTIA" offre le plus grand intérêt à tous ceux qui, dans tous les pays, recherchent le savoir.

Des renseignements, prospectus et un spécimen gratuit, ancien, vous seront expédiés contre envoi à

"SCIENTIA" — ASSO (Como, Italie)

de 100 FF (ou somme équivalente en autre monnaie) en timbres-poste de votre Pays, préférablement de la poste aérienne pour remboursement des frais d'expédition et d'affranchissement.

ABONNEMENTS : U.S. DOLLARS 14.00 (ou somme équivalente en autre monnaie)

Pour un fascicule de l'année en cours, veuillez envoyer FF 500, qui seront déduits du prix de l'abonnement.

ALLÉGEZ VOS CONSTRUCTIONS ET VOS PRIX DE REVIENT

AVEC LES
PANNEAUX NERVURÉS



"LORDECK"

On emploie de plus en plus les panneaux nervurés "Lordeck" dans la construction de couverture et de planchers.

Les panneaux nervurés "Lordeck" fabriqués en acier galvanisé s'emboîtent facilement les uns dans les autres et donnent le maximum de solidité.

Les panneaux "Lordeck" sont fabriqués d'après vos longueurs spécifiées.

LORD & COMPAGNIE LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : J. H. Lord, Ing.P.

4700 Iberville, Montréal — LA. 4-4038

JEAN DOUCET, Ing. P.
Secrétaire-trésorier

AUGUSTE DOUCET
Président

DOUCET & DOUCET LTÉE

ENTREPRENEURS
CHAUFFAGE — PLOMBERIE

1640 ave North, coin Rockland

MONTRÉAL

CR. 4-5426

APPAREILS D'ÉPREUVES
SOLS • BÉTON • ASPHALTE

Pour utilisation sur le chantier ou en laboratoire

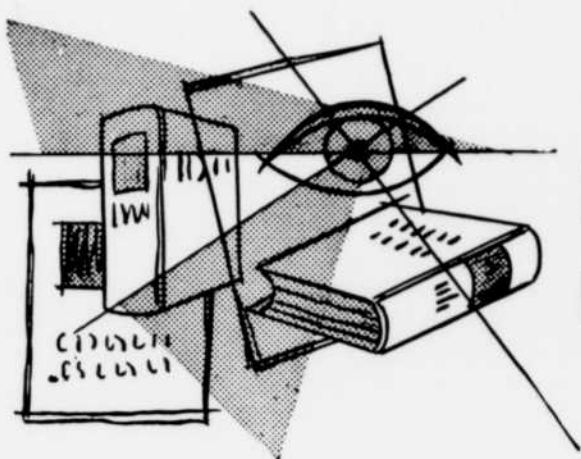
DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL

M & L TESTING EQUIPMENT Co. Ltd.

2288, avenue Girouard

Montréal

Tél. 488-9108



Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

Les applications industrielles des radioéléments, sous la direction de PIERRE LÉVÊQUE. Un volume, éd. 1962, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 355 pages, 99 figures et abaques, 19 tableaux et 1 dépliant de 16 pages, relié : 43NF. Paris, Éditions Eyrolles-Gauthier-Villars.

Les radioéléments ont pénétré maintenant dans la plupart des industries, soit comme moyen de contrôle, soit comme moyen de recherche. Il est donc nécessaire que l'ingénieur se familiarise avec cette nouvelle technique.

Devant le manque d'ouvrages spécialisés en langue française sur ce sujet, l'Association Nationale de la Recherche Technique a pris l'initiative d'éditer le présent ouvrage. Elle était particulièrement apte à le faire puisque, l'une de ses commissions consacrant son activité aux applications industrielles des radioéléments, elle réunit ainsi des spécialistes venant d'industries très différentes. C'est ce qui explique d'ailleurs la division de l'ouvrage, dont certains chapitres sont consacrés à des applications dans un groupe bien déterminé d'industries.

Cependant, il était nécessaire de rappeler les notions fondamentales et les techniques communes à toutes les applications; c'est ce qui a été fait au début de l'ouvrage.

Enfin, certaines applications, en raison de leur caractère général, sont traitées à part; c'est le cas, par exemple, des jauges d'épaisseur.

Ce livre n'est certes pas une encyclopédie des applications industrielles des radioéléments; mais, à partir des exemples donnés, il sera possible d'imaginer et de réaliser de nouvelles applications. Ce sont là les limites de son objet.

Les constructions industrielles : Le complexe usinier tome I conception et gros oeuvre, par A. HUGON et R. TRAVERSE. Un volume, éd. 1962, 11 x 8 $\frac{1}{4}$, 300 pages, 162 photographies, 92 schémas et 48 tableaux, relié : 78NF. Paris, Éditions Eyrolles.

C'est à la connaissance des éléments intéressant l'organisation interne et l'articulation fonctionnelle des installations industrielles que les auteurs — un ingénieur et un architecte — se sont attachés.

Ils ont voulu faire de cet important ouvrage un guide qui fasse ressortir la variété et l'importance réciproques des techniques que la réalisation d'un ensemble industriel met en oeuvre.

Contenant, outre les idées générales, de nombreux détails pratiques et abondamment illustré, l'ouvrage s'adresse à tous ceux qui, industriels, architectes et ingénieurs, ont à collaborer pour concevoir ou transformer ce que la technique moderne conduit à appeler un "complexe usinier".

Les Constructions industrielles. Le complexe usinier tome II : L'équipement industriel, par ANDRÉ HUGON, et ROLAND TRAVERSE. Un volume, éd. 1962, 10 $\frac{3}{4}$ x 8 $\frac{1}{2}$, 542 pages, 284 photographies, 195 figures, 102 tableaux, 1 dépliant, relié : 135NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Dans ce tome II sont examinés les grandes lignes de ce qui caractérise le complexe usinier : d'une part, la technique et ses exigences (fluides, chaufferies, manutention, stockages); d'autre part, le personnel et ses exigences propres (climat, lumière, couleur, aération, conditionnement de l'air, hygiène et sécurité).

Contenant de nombreux détails pratiques, et abondamment illustré, cet ouvrage est un guide pour tous ceux qui, industriels, ingénieurs et architectes, ont à collaborer pour la réalisation d'un "complexe usinier" moderne.

Comme rien ne fait mieux saisir que des exemples la variété des réalisations et la diversité des objectifs qui peuvent être proposés aux hommes de l'art, un troisième tome, en préparation, contiendra une série de monographies d'ensembles industriels ou d'éléments importants d'usine, dans lesquels apparaîtront les incidences réciproques de la technique et de l'humain.

Dictionnaire pour les travaux publics, le bâtiment et l'équipement des chantiers de construction (français-anglais), par H. BUCKSCH. Un volume, éd. 1962, 6 $\frac{3}{4}$ x 5, 548 pages, relié : 48NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Les termes contenus dans ce nouveau dictionnaire se rapportent aux sujets suivants : construction de routes et aéroports, constructions fluviales et maritimes, tunnels, mécanique du sol, assainissement et irrigations, forages de puits de pétrole, évacuation des eaux d'égouts, terrassements, construction des ports, de barrages, des bâtiments, éléments préfabriqués, béton précontraint, géologie, minéralogie, matériels et matériaux de construction. Une place importante a été réservée au matériel de chantier.

Étude théorique et pratique de l'état solide, par MAURICE J. SINNOTT. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{2}$, 584 pages, 238 figures, relié : 82NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Le but de cet ouvrage est de faire connaître, à l'ingénieur et à l'étudiant, les principes fondamentaux sur les-



DEMANDEZ
LA RÈGLE À CALCULS



Jet-log™

DUPLEX DECITRIG®

ou la

LOG LOG DUPLEX

decitrig®

KEUFFEL & ESSER OF CANADA LTD.

679 ouest, rue St-Jacques

MONTREAL

CIMENT FONDU

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

Demandez notre brochure
gratuite de 12 pages :

"QUELQUES IDÉES PRATIQUES"

LA SALLE
BUILDERS SUPPLY LIMITEE

159 ouest, Jean-Talon, Montréal

CR. 3-1781

325 de l'Espinay, Québec

LA. 4-2478

NE DITES PAS
"COLONNE"
MAIS EXIGEZ:

"STENTOR"

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

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

PAYETTE RADIO

730 ouest, St-Jacques

MONTREAL 3

canlab

Pour votre

LABORATOIRE

- Appareils
- Verreries
- Réactifs

Adressez-vous à

**CANADIAN LABORATORY
SUPPLIES LIMITED**

8655, Delmeade Road

Montreal, P.Q.

80 Jutland St.

Toronto, Ont.

288, William St., Winnipeg, Man.

8540 - 109th St., Edmonton, Alta.

quels reposent les propriétés de l'état solide et d'en déduire les renseignements pratiques, en vue du choix des matériaux, suivant l'usage auquel on les destine.

L'auteur expose la structure de l'atome, les lois de la cristallographie, la contribution apportée par la diffraction des rayons X et de l'électron à l'étude de la constitution de la matière et rappelle l'essentiel sur les liaisons métalliques, ioniques, covalentes et moléculaires. Deux chapitres importants sont ensuite consacrés, l'un à la théorie des dislocations, l'autre à celle de la zone. L'explication de certains phénomènes fait souvent appel à des notations tensorielles ou vectorielles et à des notions de mécanique ondulatoire qui nécessitent la culture mathématique et physique de l'ingénieur moderne.

Cette présentation est destinée à faciliter l'assimilation du reste de l'ouvrage qui traite des conducteurs et semi-conducteurs, ainsi que des propriétés mécaniques, thermiques, électroniques, magnétiques, diélectriques, photoélectriques, piezoélectriques de la matière solide et les phénomènes de surface.

Manuel d'anticorrosion tome II. Applications des techniques d'anticorrosion, par ALEXANDRE J. MAURIN. Un volume, éd. 1962, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 320 pages, 265 figures, broché : 43NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Alors que dans le premier tome du "Manuel d'anticorrosion", M. Maurin traitait principalement de la théorie de la corrosion et de quelques problèmes généraux, dans ce second volume il est question de la technique proprement dite, envisagée sous son aspect pratique.

Le plan du tome II est le suivant :

- 1) Corrosion sans interventions d'efforts et de tensions internes, et cela dans le cas de différents "électrolytes", l'eau, le sol, le béton, etc.
- 2) Corrosion sous tension, corrosion et efforts simultanés, usure.
- 3) Résistance des matériaux aux températures élevées.
- 4) Résistances des matériaux aux produits chimiques usuels.
- 5) L'atome et la corrosion.
- 6) Les cas controversés.
- 7) La métallographie et la corrosion.
- 8) Problèmes inhabituels.

Le lecteur y trouvera, par exemple, le problème de la corrosion des tanks des pétroliers et ceux qui se posent dans l'industrie du pétrole.

En rédigeant cet ouvrage, fruit de son expérience personnelle, l'auteur a voulu réunir tout ce dont le technicien de l'anticorrosion doit se souvenir : de-

puis les données fondamentales simplifiées jusqu'aux formules empiriques.

M. MAURIN livre ses abaques personnels, reproduit des rapports, signale des erreurs vécues, et enrichit son texte de photographies et de croquis.

Physique électronique des solides à l'usage des ingénieurs, par GÉRARD FOURNET. Un volume, éd. 1962, 9 $\frac{3}{4}$ x 6, 336 pages, 158 figures et 19 tableaux, broché : 47NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Depuis 1940, et surtout 1950, la plupart des nouveautés qui ont paru dans le domaine de l'électronique sont liées à la création ou au perfectionnement de substances solides telles que les semi-conducteurs et les ferrites en vue d'applications déjà bien connues (cryotrons, matériaux pour masers, lasers ou mavers) ou d'applications encore à leur début. Ces divers matériaux interviennent de plus en plus dans les différentes branches de la technique : commutation, transmission, réception, amplification, machines à calculer... Aussi peut-on dire que la tendance actuelle de l'électronique est non pas dans le perfectionnement de l'agencement des éléments de circuits, mais bien dans le développement de nouveaux éléments.

C'est pour permettre aux ingénieurs de suivre ces développements que le présent ouvrage a été écrit. Il est toutefois limité aux deux classes de corps actuellement les plus importantes : les *semi-conducteurs* et les *corps magnétiques*.

Technique de l'emploi des relais dans les machines automatiques, par CLAUDE POLGAR. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 337 pages, 564 figures, relié : 62NF. Paris, Éditions Eyrolles.

La réalisation des schémas de relais traduisant des conditions très variées était, il y a encore quelques années, une opération difficile pour le technicien non spécialiste. Depuis la dernière guerre, se sont développés des procédés qui apportent une aide considérable aux électriciens, ce sont :

- la représentation sous forme de "schémas développés";
- l'emploi de l'algèbre logique.

Ces procédés ne sont d'ailleurs que les deux aspects d'une même technique; technique qui forme aujourd'hui un ensemble très cohérent.

Rédigé à l'origine dans le but de former à ces techniques nouvelles des dessinateurs en schémas électriques, le livre de M. POLGAR est essentiellement

pratique. C'est ainsi, par exemple, que, si l'exposé des formules de l'algèbre logique s'appuie sur des démonstrations rigoureuses, ces démonstrations sont toujours immédiatement concrétisées sous forme de circuits électriques. Cela permet son utilisation par des techniciens ne possédant que des connaissances de base élémentaires en mathématiques et en électricité.

Ce livre est destiné à tous les techniciens ayant à utiliser des circuits électriques : ingénieurs de bureau d'études, ingénieurs de recherche, techniciens d'entretien. Il les aidera à imaginer des dispositifs de sécurité, de commande, d'alerte de contrôle, de régulation.

Les traitements de surface et la finition de l'aluminium et de ses alliages, par S. WERNICK et R. PINNER. Un volume, éd. 1962, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 600 pages, 158 figures, relié : 89NF. Paris, Éditions Eyrolles.

L'ouvrage de MM. WERNICK et PINNER, dont une traduction est maintenant offerte aux lecteurs de langue française, est une contribution de valeur à la bibliothèque de tout technicien intéressé par la préparation de la surface des métaux.

Il concerne les procédés actuellement connus de traitement de l'aluminium et dont certains sont encore en exclusivité.

Certaines parties du livre sont traitées d'une façon plus poussée que d'autres. C'est ainsi que, au chapitre du traitement par réaction chimique les auteurs ont insisté sur les procédés récents au phosphate. Une place importante a été accordée à divers procédés industriels tels que : le polissage des matériaux à base d'aluminium, par électrolyse, par procédés chimiques et par des méthodes électrolytiques utilisées en décoration et dans l'industrie. Par contre, certaines théories anciennes des procédés d'anodisation, déjà développées dans d'autres ouvrages, n'ont pas été traitées en détail. Un chapitre a été rédigé sur la façon de recouvrir l'aluminium d'un revêtement métallique au pistolet. À signaler, notamment, parmi les autres questions traitées : le revêtement en chrome dur ou d'anodisation dure.

Application de l'algèbre moderne à quelques problèmes de physique classique, par MAURICE PARODI. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{1}{2}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 350 pages, broché : Paris, Gauthier-Villars.

Éléments de mécanique rationnelle à l'usage des électriciens, par FRANZ BULTOT. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 280 pages, broché : 35NF. Paris, Gauthier-Villars.

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

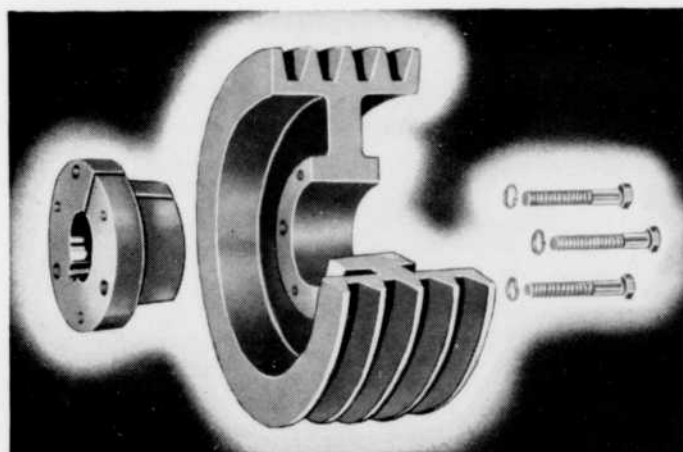
**DISJONCTEUR
DANS L'AIR
"STOP'ARC"
600 A. 7.5 & 15 KV. 3P.**

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



MONTMAGNY
C.P. 1300
Tél. 235 & 236

MONTREAL
170 Dorchester est
Tél. 861-7445



Maintenant en stock

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

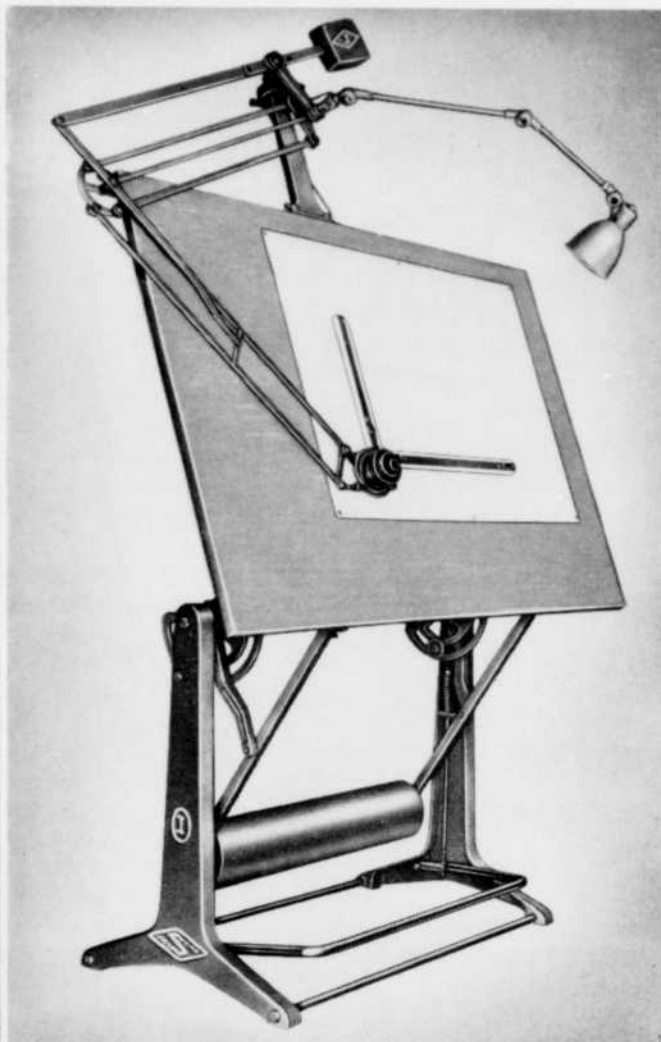
L'emploi de moyeux coniques détachables permet à une poulie d'être remplacée par une autre de diamètre différent, souvent en utilisant le même moyeu.

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

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



GARANTIE DE 10 ANS



**Garantie
de
10 ans**

Cette garantie s'applique aux pièces, au rendement et à la précision de toute la table dans des conditions normales de travail pour une période complète de dix ans.

**Aucune autre table à dessin n'offre
une telle garantie.**

Deux modèles de têtes de rapporteur disponibles.

Modèle K — Tête d'un rayon visible de 360 degrés avec indicateur sur billes et ajustement de micromètre.

Modèle KB — Tel que le précédent, sauf avec retour-zéro automatique pour les dessins de plusieurs systèmes d'axes.

Pour plus amples détails

**Carsen Instruments
LIMITED**

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



*L'un
des importants
fournisseurs
de Ciments
au Barrage Carillon*

- CEMENTS
MIRON
- BÉTON
PRÉPARÉ

Compagnie

MIRON Ltée

2201 est, rue Jarry
Montréal 38
RAYmond 7-2811

M. F. Bultot a voulu faire oeuvre nouvelle. Si assurément pour lui comme pour quiconque, les lois générales de la mécanique restent les mêmes, il a voulu donner à son ouvrage une orientation bien déterminée. Il a écrit un cours de mécanique rationnelle pour futurs électroniciens. Il a pris ses nombreux exemples et applications — sans lesquels la mécanique rationnelle ne serait qu'une science très abstraite et assez aride — parmi ceux qui directement ou indirectement, ont rapport avec l'électronique. C'est en effet en réfléchissant à ce que l'électronique attend de la mécanique rationnelle que son ouvrage est né. Et avant d'être publié, son contenu a été enseigné pendant plusieurs années, de sorte que l'on peut être assuré qu'en même temps que la solidité du fond, l'ouvrage se recommande par ses qualités pédagogiques. Désireux toutefois de ne pas être trop unilatéral, M. F. Bultot a eu la sagesse d'élargir son horizon, de telle sorte que son livre présente un intérêt certain, non seulement pour les futurs électroniciens, mais aussi pour tous les futurs ingénieurs et techniciens de formation élevée.

Exploitation des relevés expérimentaux. par GENEVIÈVE COULMY. Manuels des calculs techniques, vol. IV. Collection dirigée par LOUIS COUFFIGNAL. Un volume, éd. 1962, 8¼ x 5¼, 186 pages, broché : 20NF. Paris, Gauthier-Villars & Eyrolles éditeurs.

On trouvera exposé dans cet ouvrage un ensemble de méthodes réalisant les différentes opérations possibles sur les courbes expérimentales, méthodes qui, ne présumant rien, a priori, tant de la répartition des erreurs que de l'allure générale du phénomène, permettent d'interpréter celui-ci sans lui conférer de particularités artificielles.

Ces méthodes portent sur le lissage des courbes expérimentales, son extension à différents problèmes tels que l'interpolation, l'extrapolation et le lissage à plusieurs dimensions; enfin sur la différenciation et l'intégration numériques.

Elles sont toutes d'un emploi très aisé et très rapide, faisant d'elles un instrument solide, recommandable tant aux savants qu'aux techniciens de tous les domaines de la Science.

Relativité généralisée, gravitation, fascicule I. Principes généraux; équations d'Einstein. Dynamique et opti-

que. Repérages non einsteiniens, par HENRI ARZELIÈS. Un volume, éd. 1961, 10 x 6½, 377 pages, broché : 65NF. Paris, Gauthier-Villars.

Ce fascicule contient le résultat de certaines recherches personnelles, par exemple une généralisation du principe d'Einstein, un exposé axiomatique. Une préface, de caractère épistémologique, traite certains aspects du concept de vérité. L'ouvrage complet comprendra deux autres fascicules.

Spectroscopie infrarouge. Partie I. Vibrations moléculaires. par P. BARCHEWITZ (Collection "Monographie de chimie physique"). Un volume, éd. 1961, 9¾ x 6¼, 234 pages, illustrations, relié : 42NF. Paris, Gauthier-Villars.

ABC du graissage. par J. L. E. GROFF. Un volume, éd. 1961, 2e édition, 9¾ x 7¼, 474 pages, relié : 66NF. Paris, Éditions Technip.

Une documentation à la fois complète et pratique en matière d'huiles de graissage et de lubrification, qui s'adresse aux industriels, aux techniciens, aux commerçants et aux étudiants auxquels se posent ces problèmes dans ces domaines.

Les connaissances élémentaires qui sont utiles à la compréhension de la plupart des problèmes de graissage des machines sont développées.

Un ouvrage à la portée de tous et où sont exposées les acquisitions les plus récentes d'une technique en constante évolution.

Les boues de forage. Un volume, éd. 1961. Collection pratique du pétrole no 2, 7½ x 5¼, 125 pages, relié. Paris, Éditions Technip.

L'utilisation des boues de forage pose, sur le chantier, des problèmes nombreux et variés.

Le plus grand nombre possible de données pratiques concernant les boues, mêmes les plus récentes, ont été réunies dans cet ouvrage; elles pourront servir de guide pour la résolution des difficultés journalières, et de base aux études effectuées au laboratoire.

Un certain nombre de renseignements sur les ciments pour sondages et sur le matériel de forage ont été ajoutés en raison de leur utilité pour le technicien.

REgent 1-8521

BEAUCHEMIN, BEATON, LAPOINTE

Ingénieurs conseils

J.-A. BEAUCHEMIN
W. H. BEATON
H. LAPOINTE
R.-O. BEAUCHEMIN
PAUL BEAUCHEMIN

6655, Côte des Neiges (suite 410) Montréal 25

REgent 3-8264

LEBLANC & MONTPETIT

Ingénieurs Conseils

Spécialistes : PLANS et DEVIS
Electricité, Plomberie, Chauffage, Ventilation
Electrification rurale, Air climatisé.
Egouts et Aqueducs Municipaux

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

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs conseils

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

Tél. : AV. 8-1246-7

LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

LABRECQUE, GAGNON & NEUGEBAUER

Ingénieurs conseils

10 ouest, rue St-Jacques
MONTRÉAL

UN. 6-7721

Surveyer, Nenniger & Chênevert

Ingénieurs conseils

E. NENNIGER, Ing. P.
J. TURCKE, Ing. P.
R. PROVOST, Ing. P.
J.-G. CHÉNEVERT, Ing. P.
J. HAHN, Ing. P.
C.-A. DAGENAIS, Ing. P.

ÉDIFICE KEEFER, Chambre 1012
MONTRÉAL

ÉTUDE C.-E. GRAVEL

Ingénieurs Conseil

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

TRAVAUX MUNICIPAUX

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

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

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

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

BEAULIEU, TRUDEAU & ASSOCIÉS

Ingénieurs conseils

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

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

Collet Frères, Limitée

Entrepreneurs généraux

1978 rue Parthenais,
MONTRÉAL, QUÉ.

Formulaire du foreur. Un volume, éd. 1961. Collection pratique du pétrole no 1, 7½ x 5¼, p.v. relié : 26NF. Paris, Édition Technip.

Cet ouvrage contient la plupart des renseignements nécessaires à la conduite d'un appareil de forage pour la recherche du pétrole. Il s'agit, bien entendu, de renseignements généraux pouvant s'appliquer dans tous les cas.

Mécanique de l'ingénieur, par S. TIMOSHENKO et D. H. YOUNG. Un volume, éd. 1962, 4e édition, 9½ x 6½, 512 pages, 905 figures, relié : 85NF. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

Cette quatrième édition a été entièrement révisée.

En la faisant, les auteurs ont simplifié le texte proprement dit, donné une présentation améliorée de la matière traitée, diminué l'importance accordée au traitement algébrique des problèmes.

Presque tous les problèmes contenus dans ce volume sont maintenant présentés avec des données numériques et des réponses numériques. En outre,

les séries de problèmes ont été complètement révisées et elles contiennent un pourcentage élevé de problèmes nouveaux.

Technique des travaux, traité de pratique des travaux : constructions, bétons, travaux publics, tome I, par MAX JACOBSON. Un volume, éd. 1962, 2e édition, 10¾ x 7¼, 940 pages, 900 figures, 200 tableaux, relié : 160NF. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

Couche limite sur paroi plane poreuse avec aspiration, par A. FAVRE, R. DUMAS, E. VEROLLET. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : no 377. Un volume, éd. 1961, 10½ x 7, 26 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Étude expérimentale de la diffusion au sein d'un écoulement turbulent (chaleur, matière, quantité de mouvement), par CHARLES BORY, JEAN GOSSE, LÉO de PERETTI. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : notes techniques 101. Un volume, éd. 1961, 10½ x 7, 42 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Étude mathématique de l'influence des dimensions finies de la veine d'air autour d'un modèle, dans les souffleries, pour le domaine de l'écoulement compressible subsonique, par ROLAND FUCHSHUBER. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : no 376. Un volume, éd. 1961, 10½ x 7, 33 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Étude de la stabilité de la passivité des aciers inoxydables en solution sulfurique, par J.-PHILIPPE BERGE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : notes techniques 103. Un volume, éd. 1961, 10½ x 7, 53 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique.

Recherches sur l'hydrodynamique, par PIERRE DUHEM. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : numéro hors série. Un volume, éd. 1961, 9½ x 6¼, 396 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Sur la mise en évidence de la compétition entre les phénomènes de polymérisation et de recristallisation, par JEAN MONTUELLE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : Notes techniques 100. Un volume, éd. 1961, 10½ x 7, 56 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Sur la structure de l'interface fer — oxyde de fer et sur l'insolubilité de l'oxygène dans le fer de haute pureté, par RAYMOND SIFFERLEN. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air : notes techniques 104. Un volume, éd. 1961, 10½ x 7, 61 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Thermocinétique générale, par PIERRE VERNOTTE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 379. Un volume, éd. 1961, 10¾ x 7, 78 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

À VOTRE SERVICE

BANQUE

CANADIENNE

NATIONALE

POUR

Des sondages bien faits

EXIGEZ

NATIONAL BORING AND SOUNDING INC.

615 rue Belmont, Montréal 3

Spécialistes en étude des sols depuis 25 ans

▶ TRAVAUX DE SONDAGES SOUS LA DIRECTION D'INGÉNIEURS SPÉCIALISÉS ET D'UN PERSONNEL BIEN ENTRAÎNÉ.
RAPPORTS SUR LA NATURE ET LES PROPRIÉTÉS DU SOL POUVANT ÊTRE FACILEMENT INTERPRÉTÉS PAR LES PROPRIÉTAIRES, ARCHITECTES, INGÉNIEURS ET CONSTRUCTEURS.

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

DESLAURIERS & MERCIER

Ingénieurs conseils

ÉDIFICE MEDICO DENTAL

Montréal 25

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

LALONDE & VALOIS

INGÉNIEURS - CONSEILS

615, rue Belmont
Montréal 3

DESJARDINS & SAURIOL

INGÉNIEURS-CONSEILS

- TRAVAUX PUBLICS
- BÂTIMENTS
- TRAVAUX MUNICIPAUX

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

Ingénieurs adjoints :

PHIL. LEMIEUX - JACQUES ROY

Geo. Demers

Ingénieur conseil

845 ouest, rue St-Cyrille Québec

Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés

Ingénieurs-Conseils

366, ave Lafleur, Lasalle

Montreal 32, P.Q. DOrnic 6-2870

BÉLANGER & BOURGET

Marie-Albert Bourget, A.G.I.F.

J. Adrien Chalifour, A.G.

Gabriel Cloutier, A.G.I.F.M.F.

Gilbert Simard, A.G.I.F.

86, Côte de la Montagne Québec 2

LEMIEUX & TÉTREULT

Ingénieurs-Conseils — Arpenteurs-Géomètres

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

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

DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

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

Index des Annonceurs

Algoma Steel Corporation Ltd.	49	Demers Geo.	65	Lalonde, Girouard & Letendre	63
Allied Chemical Canada Ltd.	11	Dominion Steel & Coal Ltd.	12	Lalonde & Valois	65
Ames Crosta Mills (Canada) Ltd.	66	Doucet & Doucet Ltée	57	LaSalle Builders Supply Ltée	59
Atlas Steels Ltd.	8-9	Desjardins & Sauriol	65	Leblanc & Montpetit	63
•		Deslauriers & Mercier	65	Lemieux & Tétreault	65
Banque Canadienne Nationale	64	•		Lord & Cie	57
Beauchemin, Beaton, Lapointe	63	École des Hautes Études		•	
Beaulieu, Trudeau & Associés	63	Commerciales	47	M & L Testing Equipment Co. Ltd.	57
Bélanger & Bourget	65	École Polytechnique de Montréal	50	Miron Ltée, Compagnie	62
•		Electrical Mfg. Co. Ltd.	61	•	
Canada Cement Co. Ltd.	55	•		National Boring & Sounding Inc.	64
Canadian Allis-Chalmers Ltd.	4	Forano Ltée	61	•	
Canadian Formwork Ltd.	2	•		Payette Radio Ltée	59
Canadian General Electric		•		•	
Co. Ltd.	Couv. 3	Gravel C.E.	63	Recordak of Canada Ltd.	3
Canadian Industries Ltd.	6-7	•		Rockwell Mfg. Co. of Canada Ltd.	5
Canadian Kodak Co. Ltd.	55	Imperial Oil Ltd.	10	•	
Canadian Laboratory Supplies Ltd.	59	Ingénieurs Associés, Les	63	•	
Carson Instruments Ltd.	61	•		Surveyer, Nenniger & Chênevert	63
Cartier, Côté, Piette, Boulva,		•		•	
Wermenlinger & Associés	65	Keuffel & Esser of Canada Ltd.	59	Volcano Ltée	Couv. 2
Collet & Frères Ltée	63				
Cusson Ltée, Chs.	Couv. 4				



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

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

AMES CROSTA MILLS (CANADA) LTD.

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

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

AÉRATION MÉCANIQUE, EN SURFACE SIMPLEX

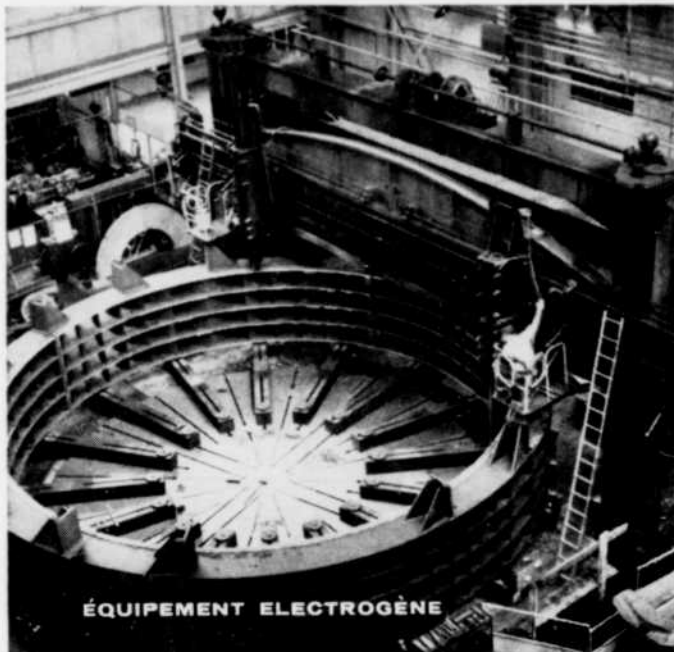
UN PRODUIT DE



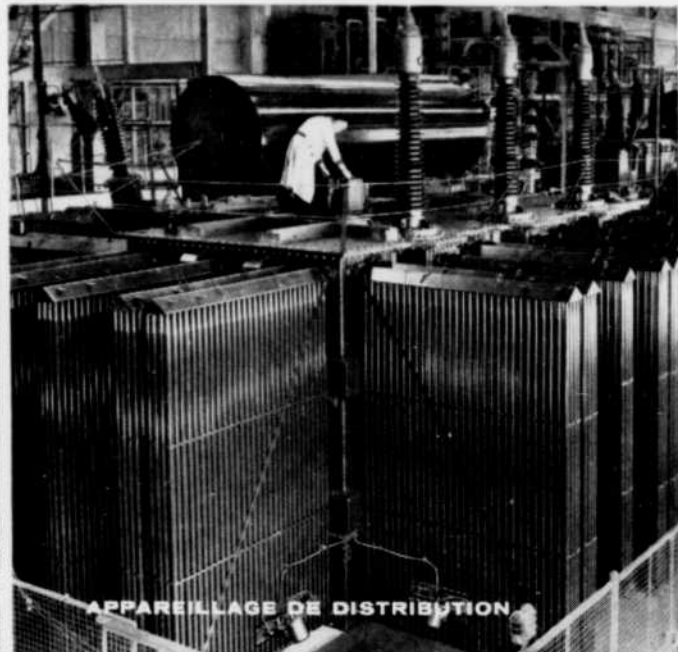
Le Cone H.I. Simplex produit un équilibre idéal d'intense aération en surface et de circulation rapide pour soutenir les fortes concentrations de riches boues activées et par le fait même accomplir rapidement l'oxydation biologique des eaux d'égout.

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

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



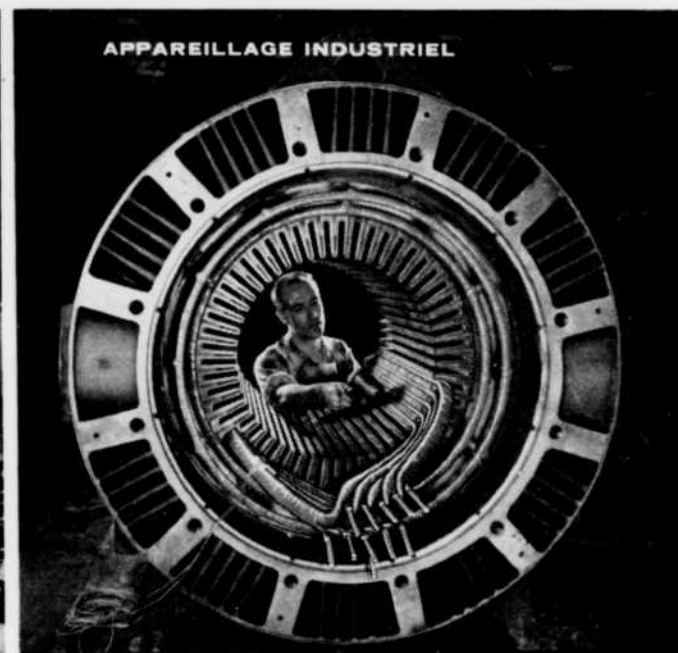
ÉQUIPEMENT ELECTROGÈNE



APPAREILLAGE DE DISTRIBUTION



APPAREILS ÉLECTRO-MÉNAGERS



APPAREILLAGE INDUSTRIEL

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



CANADIAN GENERAL ELECTRIC
COMPANY LIMITED

Le progrès est notre plus important produit

Pour défoncer ou creuser... les machines
WARNER & SWASEY
sont les plus actives sur tous chantiers !



Construction lourde ou excavation légères... il existe une pelle Gradall ou Hopto répondant à vos besoins. Fournie en plusieurs modèles et tailles sur chenilles ou pneus... et entièrement hydraulique pour un travail rapide et régulier.

Le concessionnaire Warner & Swasey vous fournira tous détails sur le modèle adapté à vos besoins... ou mieux encore, faites-en l'essai sur votre chantier.



WARNER & SWASEY

Gradall
CLEVELAND 3, OHIO

Hopto

Chas Cusson Limitée

2100 Cote de Liesse, MONTREAL

ROUYN

JONQUIÈRE

QUÉBEC

RIMOUSKI

SEPT-ÎLES