

OCTOBRE 1965  
VOLUME 51 - No 207

# L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION



# DES GROUPES ÉLECTROGÈNES COMPLÈTENT UNE STATION HYDRO-ÉLECTRIQUE



La centrale électrique de l'Électricité de Mont-Laurier — une installation à turbines hydrauliques de 2200 KW — se trouva confrontée récemment par deux problèmes. Le premier, une demande croissante de courant électrique qui, en période de pointe, excédait la capacité de la station. Le second, pendant les périodes de basses eaux, la production de courant électrique était limitée bien en deçà de la capacité de la station.

Il fut décidé que l'installation supplémentaire de groupes électrogènes diesel apporterait la solution la plus économique aux deux problèmes mentionnés.

Cinq groupes électrogènes CATERPILLAR d'une puissance totale continue de 1550 KW furent installés dans la station principale et dans une sous-station. Ces groupes électrogènes CATERPILLAR apportent la marge de garantie requise et les périodes de pointe ne sont désormais plus un problème.



M. Aldège Trempe, le gérant, déclare : "Nous avons spécifié des moteurs CATERPILLAR parce que nous connaissons la réputation de qualité et de robustesse de CAT. Notre expérience avec ces moteurs nous a démontré que notre choix était le meilleur."

**Votre concessionnaire CATERPILLAR\* au Québec**

**MONTREAL** Tél. (514)-697-6911  
Route Trans-Canada Hwy., Pte Claire, P.Q.  
P.O./C.P. 1200, Montréal 3, P.Q.

**QUEBEC** Tél. (418)-529-1381  
1125, de la Canardière, Québec, Qué.  
**SEPT ILES** Tél. (418)-942-3848  
400, ave Laure, Sept Iles, Qué.

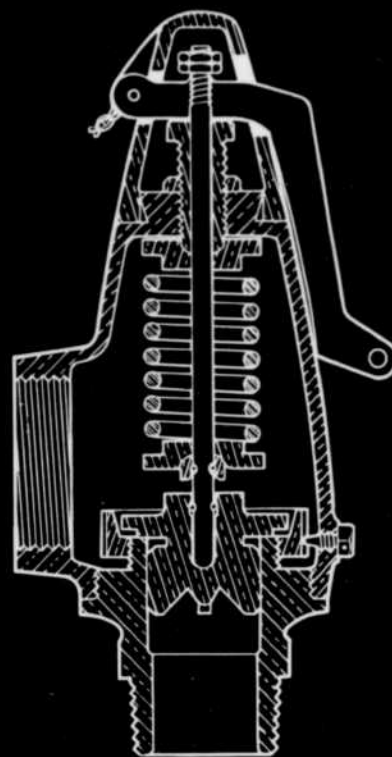
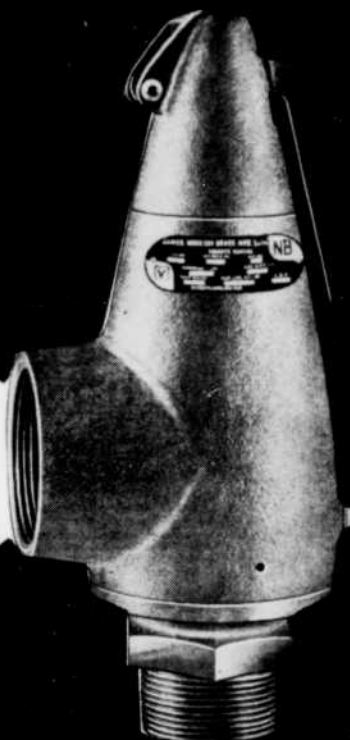
**VAL D'OR** Tél. (819)-824-2783  
400, boul. Lamaque, Val D'Or, Qué.  
**SHERBROOKE** Tél. (819)-569-8744  
R.R. #2, Bromptonville, Qué.

\* CAT et CATERPILLAR sont des marques déposées.

**Hewitt**  
Equipment Limited | Equipement Limitée

**ORIFICE  
D'ÉCHAPPEMENT  
DÉPLOYÉ**

**PROTÈGE  
L'ÉQUIPEMENT  
DISPENDIEUX**



Soupape de sûreté  
MORRISON BRASS en bronze  
standard A.S.M.E.

**contre les SURPRESSIONS dangereuses!**

Cette soupape de sûreté Morrison Brass en bronze allie l'entretien économique au rendement efficace. Son orifice d'échappement déployé permet une évacuation maximum en cas de surpression. Son installation se recommande sur les chaudières à vapeur, les vaisseaux sous pression non soumis au feu, les réservoirs d'air, les canalisations ou à tout autre endroit où un contrôle sûr de la vapeur ou d'air sous pression est requis. Voici la liste de ses caractéristiques :

- Fonctionnement efficace jusqu'à une température maximum de 450°F. à des pressions de vapeur ou d'air de 5 à 250 lb/po. ca.
- Chaque soupape Morrison est vérifiée selon les exigences de The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors, Columbus, Ohio.

- Anneau silencieux, disque, base ASTM-B-61 en bronze. Ressort d'acier plaqué au cadmium résistant à la corrosion. Levier de fer malléable. Toutes les autres pièces sont en bronze selon les spécifications ASTM.
- Pour installation à air (4400 B) ou à vapeur (4390 B).
- **LIVRAISON RAPIDE — Les soupapes standard Morrison sont livrées le jour même.**

Voyez votre fournisseur Morrison ou écrivez à :

**THE JAMES MORRISON BRASS MFG. CO. LIMITED**

1255, BOUL. LAIRD, VILLE MONT-ROYAL, MONTRÉAL 16, QUÉ.

Porte le symbole  
A.S.M.E.



Essai et étalonnage par  
The National Board of Boiler  
and Pressure Vessel Inspectors,  
Columbus, Ohio.



Pour une

**SONORISATION**

**PARFAITE**

employez les

**colonnes STENTOR**

#### PROPRIÉTÉS

Diffusion d'une nappe sonore de faible épaisseur concentrée sur les auditeurs au niveau de leurs oreilles :

Elimination de tout écho et réverbération du son, cette nappe sonore n'atteignant pas les surfaces réverbérantes des locaux :

Intelligibilité totale :

Effet de présence de l'orateur qui semble parler personnellement à chaque auditeur :

Niveau d'audition constant sur toute la portée de la colonne :

Esthétique s'harmonisant avec les divers styles :

Réduction du coût des installations (petit nombre de colonnes, faible puissance d'amplification; court métrage de câbles).

Prix et documentation  
sur demande

**PAYETTE  
RADIO  
LIMITÉE**

730 ouest, rue Saint-Jacques

Montréal 3

UN. 6-6681

# L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION

## SOMMAIRE

Vo. 51 - No 207  
OCTOBRE 1965

### ARTICLES TECHNIQUES

|  |    |
|--|----|
| L'APPORT DE L'INGÉNIEUR CIVIL AUX CENTRALES NUCLÉAIRES<br>par <i>Médéric Desrochers</i> .....  | 36 |
| LA MISE EN OEUVRE DE RÉALISATIONS ET L'ENGINEERING<br>par <i>J. Dubroeuq</i> .....   | 49 |
| LE RÔLE DE L'INGÉNIEUR DANS LES ÉTUDES DE CIRCULATION ROUTIÈRE<br>par <i>Jean Granger</i> .....  | 53 |
| MANICOUAGAN 5 POURVU DE PERTUIS DE RESTITUTION UNIQUES AU MONDE<br>par <i>Pierre Bacave, Ernest Pariset et Paul-Emile Drouin</i> ..... | 58 |
| L'ASSEMBLAGE MÉCANIQUE DES CANALISATIONS DE FLUIDES<br>par <i>E. Berriat</i> .....   | 64 |

### RUBRIQUES

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| COUP D'OEIL SUR LA TECHNOLOGIE ..... | 14 |
| TOUR D'HORIZON .....                 | 21 |
| SCIENCE-PROGRÈS .....                | 33 |
| ÉCHOS DE L'INDUSTRIE .....           | 74 |
| CARNET DES INGÉNIEURS .....          | 78 |
| BIBLIOGRAPHIE .....                  | 82 |
| AGENDA .....                         | 90 |
| INDEX DES ANNONCEURS .....           | 96 |

### PHOTO DE COUVERTURE

Vue aval des pertuis de restitution du barrage de Manicouagan 5 que l'on qualifie d'uniques au monde (voir article en page 58).

ADMINISTRATION ET RÉDACTION : 2500, avenue Marie-Guyard, Montréal 26, Tél. 739-2451.

PERSONNEL : Ernest Lavigne, secrétaire délégué; René Soulard, administrateur; Léo Gareau, trésorier; Louis Trudel, rédacteur en chef.

EDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, en collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal, la Faculté des Sciences de l'Université Laval et la Faculté des Sciences de l'Université de Sherbrooke, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada. Tél. 739-2451. Publication : février, avril, juin, août, octobre et décembre. — Imprimeur : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et États-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Le Ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de la deuxième classe de la présente publication.

DROITS D'AUTEURS : les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. Reproduction permise, avec mention de source; on voudra bien cependant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication dans laquelle paraîtront ces articles. — L'Engineering Index et Chemical Abstracts signalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR.

Tirage certifié : membre de la Canadian Circulation Audit Board **CCAB**



Pierre Bacave



M.-J. Desrochers



Paul-Émile Drouin

## Nos Collaborateurs

Monsieur PIERRE BACAWE, ingénieur hydraulicien, a obtenu de l'École Nationale d'Électricité et d'Hydraulique de Grenoble un diplôme d'ingénieur électrotechnicien et un certificat d'ingénieur topographe en 1956. Depuis 1959, il est chargé, chez les ingénieurs-conseils Surveyer, Nenniger & Chênevert, de recherches et études hydrauliques relativement aux aménagements des rivières Manicouagan et des Quinze ainsi que du Barrage Manicouagan 5. Il est membre de l'Association des Ingénieurs de la Houille Blanche (France), de la Corporation des Ingénieurs du Québec, de l'Institut Canadien des Ingénieurs et de l'International Association for Hydraulic Research.

Monsieur E. BERRIAT est spécialisé depuis 40 ans dans l'étude et l'application des assemblages pour canalisation de fluides.

Monsieur MÉDÉRIC J. DESROCHERS a obtenu son diplôme en génie civil de l'École Polytechnique en 1961 après des études au Collège Militaire Royal de St-Jean et au Royal Military College of Canada de Kingston où il avait reçu un brevet d'officier de marine en 1960. À l'emploi de l'étude Benoit, Boucher, Ducharme, Lapointe depuis 1963, il a fait un stage de spécialisation de 9 mois à l'Atomic Power Department de la Canadian General Electric à Peterborough. Depuis son retour, il travaille au calcul de structures de la Centrale Thermique de Gaspésie.

Monsieur PAUL-ÉMILE DROUIN, au service de l'Hydro-Québec depuis 1955 comme ingénieur à la division des Aménagements, section hydraulique, était nommé en 1960 ingénieur hydraulicien et il devenait chef du Service de l'Hydraulique à la Direction, Projets d'Aménagements hydro-électriques. Il détient un degré de Master of Engineering de l'Université McGill.

Monsieur JACQUES DUBROEUCQ reçut son diplôme d'ingénieur de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris en 1945. Il débuta à l'exploitation des mines du Nord de la France dont il dirigea plusieurs sièges qu'il fut chargé de regrouper. Il obtint le Prix National de productivité des Charbonnages de France en 1953. En 1958, il fut responsable des Études Générales à la Coordination d'un groupe d'une production de 10,000 tonnes/jour. Il entra à SOFRESID en 1960, participa à l'achèvement de l'Acierie d'USINOR à Dunkerque, et au titre d'ingénieur d'affaire, s'occupe de la coordination des études et du suivi de projets d'installations sidérurgiques.

Monsieur JEAN GRANGER est professeur agrégé dans le département du Génie Civil de l'École Polytechnique où il est responsable du cours de Voirie. Après avoir fait des études supérieures en génie civil, option mécanique des sols, à cette même école, il a travaillé pendant un an et demi au projet de la Voie Maritime du St-Laurent, section sols. Il s'est joint, depuis 1955, au personnel enseignant de l'École Polytechnique où il a enseigné la technologie des sols, des matériaux routiers et la Voirie. Boursier de l'Association Canadienne des Bonnes Routes, il a fait, en 1963, des études spécialisées en circulation routière à l'université de Purdue.

Monsieur ERNEST PARISSET, membre de l'Institut des Ingénieurs Canadiens et Directeur du Laboratoire d'Hydraulique LaSalle, a obtenu de l'Université de Grenoble un diplôme d'ingénieur électrotechnicien en 1946 et un diplôme d'ingénieur hydraulicien en 1947. M. Pariset a travaillé avec Sogréah de 1947 à 1956, d'abord comme ingénieur de recherche puis, à partir de 1952, comme chef du Service Hydroélectrique. En 1956, M. Pariset est venu à Montréal en qualité de Conseiller en hydraulique auprès de la Commission hydroélectrique de Québec et est devenu Directeur du Laboratoire d'Hydraulique LaSalle.



Jacques Dubroeuq



Jean Granger



Ernest Pariset



### Même à l'époque de Louis Riel... Fairbanks-Morse fabriquait des pompes!

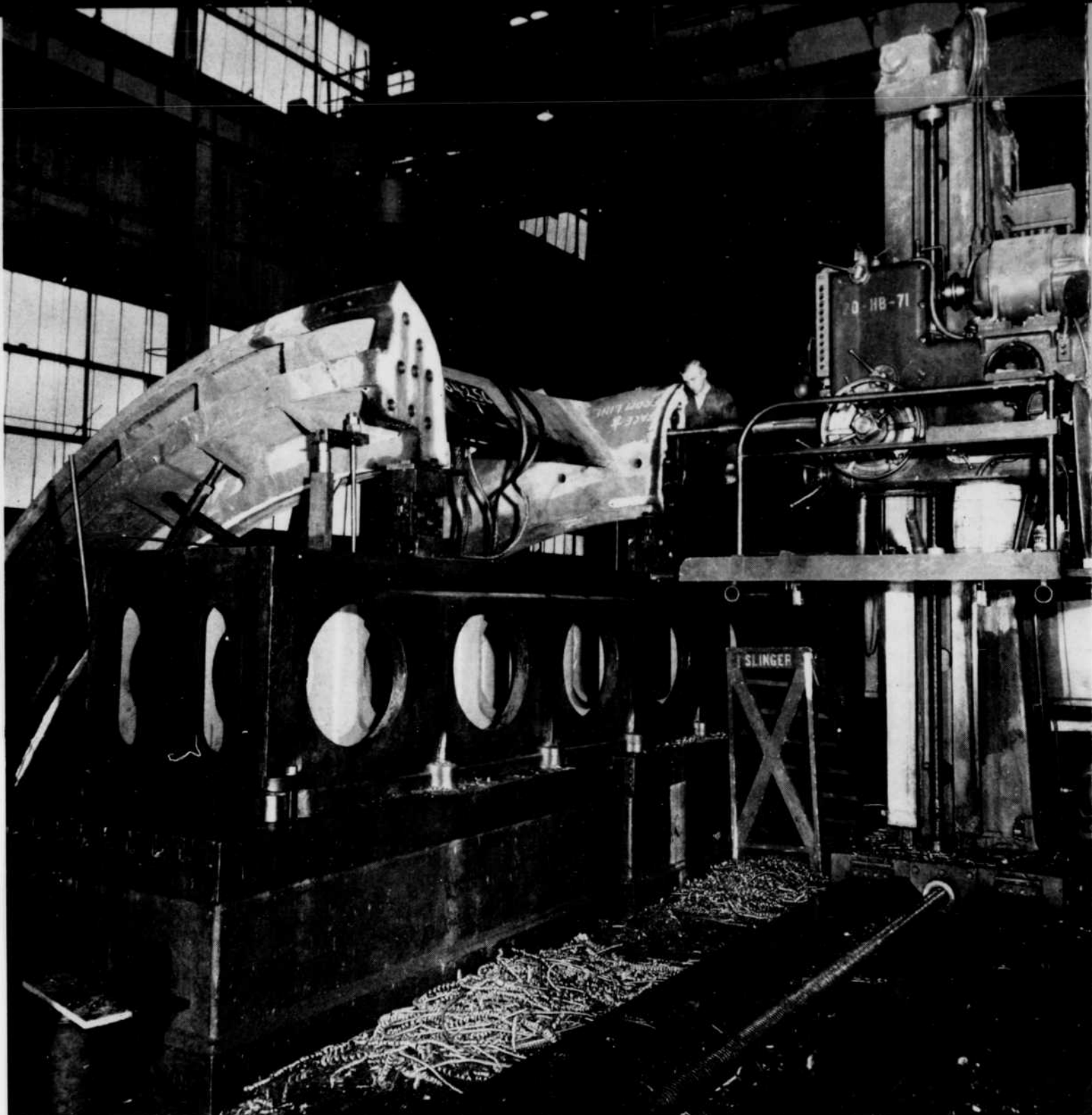
Depuis 1885 Fairbanks-Morse fabrique des pompes de tout genre et de toutes capacités imaginables. Des pompes pour systèmes d'eau, d'égouts; pour fabriques de pâte à papier; pour mines; pour raffineries de pétrole; pour municipalités; pour les services publics; et pour mille applications semblables. Canadian Locomotive fabriquera des pompes Fairbanks-Morse selon vos besoins ou vous livrera un des modèles réguliers de pompes verticales ou horizontales. Veuillez écrire aujourd'hui même pour renseignements complets, ou communiquer avec votre distributeur Fairbanks-Morse le plus près.

### LES POMPES FAIRBANKS-MORSE

FABRIQUÉES ET DISTRIBUÉES PAR  
CANADIAN LOCOMOTIVE COMPANY LTD.

REPRÉSENTANTS:  
HYDRO-DYNAMIQUE LTÉE  
3240, SARTÉLON  
MONTRÉAL 9, QUÉ. — TÉL. 748-8791

HYDRO MÉCANIQUE INC.  
1259, VINCENT MASSEY  
QUÉBEC 8, QUÉ. — TÉL. 681-7764  
399, BOUL. STE-MADELEINE  
CAP-DE-LA-MADELEINE, QUÉ.  
TÉL. 378-8571



## *Précision serrée à très grande échelle*

*Usinage d'un cercle entretoise de turbine Francis de 170,000 HP destiné à la tranche Manicouagan-2 (1,360,000 HP) de l'Hydro-Québec, qui doit démarrer en 1965.*



EQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE

**DOMINION  
ENGINEERING  
WORKS  
LIMITED**

B.P. 220, MONTRÉAL, CANADA  
Bureaux à: Toronto et Vancouver



# Ce câble PILC est un OUTIL DE RACE

Les améliorations constantes que nous y apportons depuis 1909 en font l'un des câbles électriques les plus fiables que l'on puisse se procurer. Cinquante-six ans d'étude et de recherche incessantes, sous le triple aspect matières premières, conception et fabrication, font de PILC un câble dont l'excellence surpasse les normes strictes imposées par la technique.

## Souplesse d'emploi

D'un prix fort accessible, ce câble est doté d'une forte ampacité et il se prête à toutes les applications en alimentation et transmission. On peut l'utiliser sous terre, enfoui directement dans le sol, dans des conduites et des galeries, et sous l'eau. Il peut être posé sur des supports et des gouttières, et dans le cas de lignes aériennes, sur fils porteurs.

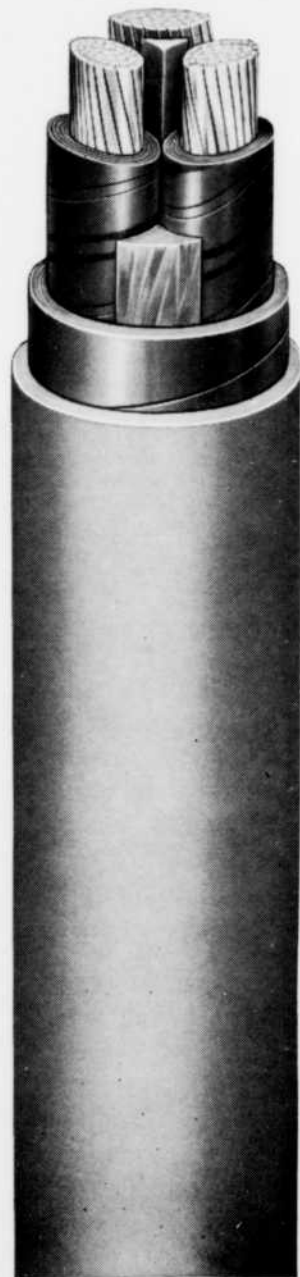
## Caractéristiques

Les câbles rigides PILC sont de types variés:  
à *conducteur unique*: pour courant jusqu'à 69kV, avec neutre à la terre, et jusqu'à 52kV, avec neutre non mis à la terre; à *conducteurs multiples*: ceinturés de papiers isolants pour courant jusqu'à 15 kV; à *conducteurs multiples protégés de type "H"*: pour circuits de courant jusqu'à 46kV avec neutre à la terre, ou jusqu'à 34 kV, avec neutre non mis à la terre. Ce genre de câble possède de hautes propriétés diélectriques que lui confère l'isolation protégée de chaque conducteur, ce qui assure un voltage uniforme et permet de répartir la tension également.

## L'anatomie du câble PILC

- a) ses conducteurs: ils sont généralement formés de fils de cuivre doux torsadés (dans certains cas, on se sert de conducteurs uniques jusqu'à 4/0 AWG).  
L'emploi de conducteurs d'aluminium est facultatif.
- b) son isolation: elle consiste en un ruban de papier à forte résistance électrique, enroulé en spirale autour du conducteur jusqu'à l'épaisseur voulue, et sous une tension rigoureusement contrôlée. Séché sous vide, ce papier est imprégné sous pression d'un composé isolant d'huile minérale à haute résistance diélectrique.
- c) son blindage: pour les travaux ordinaires, on recommande un alliage plomb et arsenic ou plomb et antimoine.

La Northern Electric met à votre disposition sa longue expérience, ses installations modernes et ses cinq laboratoires parfaitement équipés.



LA COMPAGNIE  
**Northern Electric**  
LIMITÉE

4065-5F

# Forme et utilisation nouvelles de l'ALUMINIUM REYNOLDS



*L'usine Security Window, Montréal, Qué. Conception: Reynolds, et Security Window Co. Entreprise: Security Window Co. Aluminium profilé: Reynolds Extrusion Company Ltd. Feuilles d'aluminium déployé: The Pedlar People, Oshawa, Ont. On boulonna à l'édifice une cornière de 3" x 6" avec pan de 3/8" d'épaisseur. Une rainure d'appui en aluminium profilé fut boulonnée à cette cornière. La feuille d'aluminium, épaisse de .051", fut coupée et déployée à 4' x 8' et fixée par vissage à la rainure d'appui. On posa ensuite le montant de finition en aluminium profilé et à enclenchement.*

Sa flexibilité d'emploi et son utilité particulière ont permis la création de milliers de formes et d'applications de l'aluminium dans l'architecture moderne. La plus récente: le revêtement en aluminium employé dans la rénovation de la façade de l'usine Security Window, vieille de 50 ans.

On fixa par vissage une feuille d'aluminium déployé à une charpente en aluminium profilé boulonnée à l'édifice. On y enclencha ensuite une bande de finition.

Parmi les avantages que présente ce genre de rénovation, se trouvent la facilité d'application et le bas coût. Aucune fenêtre n'est requise, car, de l'intérieur, la vue est libre.

Première du genre au Canada, cette utilisation de l'aluminium fut conçue par REYNOLDS, qui offre en plus une vaste gamme de suggestions originales touchant l'emploi architectural de l'aluminium.

Le nouveau catalogue REYNOLDS, de lecture facile, illustre des milliers de formes obtenues par profilement. Référez-y quand vous emploierez l'aluminium. Pour un exemplaire, voyez votre représentant REYNOLDS ou écrivez-nous:



**LA COMPAGNIE DE PROFILÉS REYNOLDS LIMITÉE**  
630 OUEST, BOUL. DORCHESTER, MONTRÉAL



## Voici un ordinateur à prix modique de grande capacité qui règle les problèmes là où ils se posent! IBM 1130.

Jusqu'à présent, la demande était forte pour un ordinateur à la mesure des besoins et du budget des bureaux d'ingénieurs ou des entreprises scientifiques plus modestes. L'écart est comblé. IBM a mis au point la 1130, un outil de grande capacité qui permet aux savants et aux ingénieurs de tirer un meilleur parti des renseignements disponibles et les aide à prendre des décisions difficiles.

Cet ordinateur peut passer au travers de 120.000 additions à la seconde... traiter plus d'un million de décisions logiques à la seconde.

La nouvelle IBM 1130 peut résoudre un fort volume de problèmes variés

scientifiques ou de génie... à peu de frais.

(aussi peu que \$819. par mois)

Cet ordinateur puissant, format pupitre, est rapide. Et il est souple! Il utilise deux langages de programmation: FORTRAN et un programme d'assemblage.

FORTRAN permet à l'utilisateur d'écrire ses propres instructions à l'ordinateur sous forme de formules mathématiques. Une gamme étendue de travaux commerciaux ou scientifiques peuvent être produits, tels que: sous-programmes mathématiques, programmation linéaire, tracé de cartes par méthode de surface numérique ou

hypsométrique, méthode de chemin critique (PERT), prospection de champs pétrolifères, techniques pétrolières et systèmes statistiques. Renseignez-vous aujourd'hui sur ce nouvel ordinateur IBM 1130 puissant et peu coûteux.

# IBM

International Business Machines Company Limited



1



2



3



4



5

# Les structures en béton fait de CIMENT

1. Appartements "Bathville Towers", Toronto, Ont. Architecte: E. I. Richmond. Ingénieurs-conseils (structure): Alex Tobias & Associates Ltd. Entrepreneur-général: Skopit & Sons Const. Co. Ltd. Fournisseur de béton préparé: Teskey Ready Mix Ltd.

2. Laboratoires, Université de Saskatchewan, Regina, Sask. Architecte: M. Yamasaki. Architectes et ingénieurs associés: Izumi, Arnott & Sugiyama, Regina. Entrepreneur-général: Poole Construction Co. Ltd. Fournisseurs de béton préparé: McCurdy-MacKenzie Supply Co. Ltd.

3. "Hudsons Bay Parkade", Edmonton, Alberta. Ingénieurs-conseils (structure): Stanley, Grimble, Roblin Ltd. Entrepreneurs-généraux: Christensen & Macdonald Ltd.

4. Immeuble "Le Montmorency", Québec, P.Q. Architecte: Ian Martin. Ingénieur-conseil (structure):

Irving S. Backler. Entrepreneurs-généraux: Ain & Zakuta Ltd. Fournisseur de béton préparé: Quebec Ready Mix Inc.

5. Église St-Luc, Chicoutimi Nord, P.Q. Architecte: Jacques Coutu. Entrepreneur-général: Léo Gravel. Fournisseur de béton préparé: Arvida Mix & Supply Co. Ltd.

6. Appartements, avenue Eglinton-est, Toronto, Ont. Architecte: Uno Prii. Ingénieurs-conseils (structure): Cooper Consultants Ltd. Entrepreneurs-généraux: Samuel & Marvin Dryer. Fournisseur de béton préparé: Richvale Ready Mix Ltd.

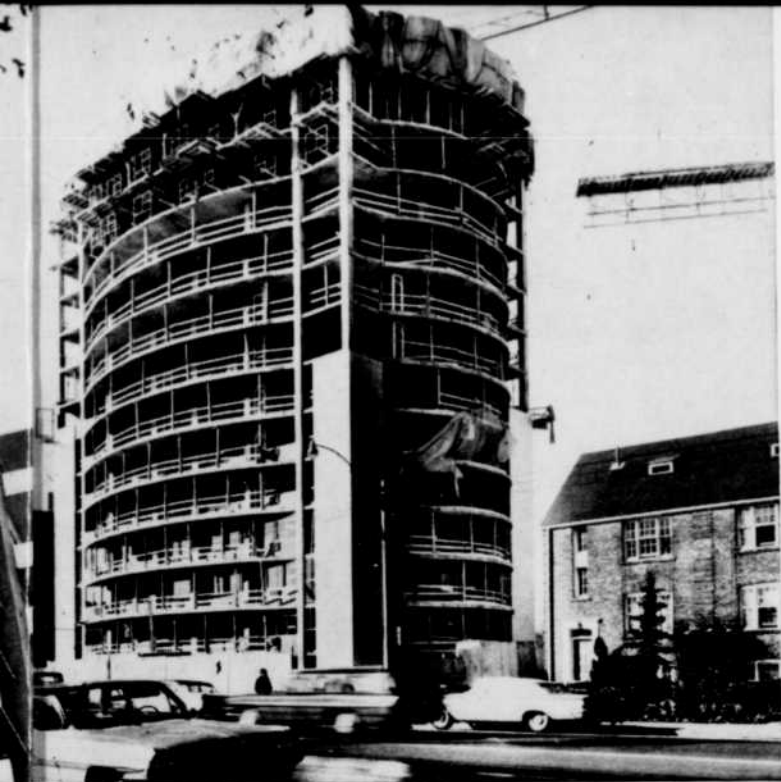
7. Édifice Commémoratif des Pères de la Confédération, Charlottetown, I.-P.-E. Architectes: Affleck, Desbarats, Dimakopoulos, Lebensold & Sise, en collaboration

avec Norbert Schoenauer, urbaniste. Ingénieurs-conseils (structure): Adjeleian & Associates, Ottawa. Entrepreneur-général: Pigott Construction Co. Ltd. Fournisseur de béton préparé: M. F. Schurman Co. Ltd.

8. Appartements Summerhill, Montréal. Architecte: Charles Grenier. Ingénieurs-conseils (structure): Blauer Horvath Taylor Associates. Entrepreneur-général: Bernard Boire Cie Ltée. Fournisseur de béton préparé: Mount Royal Paving & Supplies Ltd.

9. Island Lodge (foyer pour vieillards) Ottawa, Ont. Architectes: Burgess, McLean & MacPhadyen. S. A. Gitterman & J. S. LeFort. Entrepreneurs-généraux: Ron Engineering & Construction Ltd. Fournisseurs de béton préparé: Dominion Building Materials & Ottawa Pre-Mixed Concrete, Ltd.

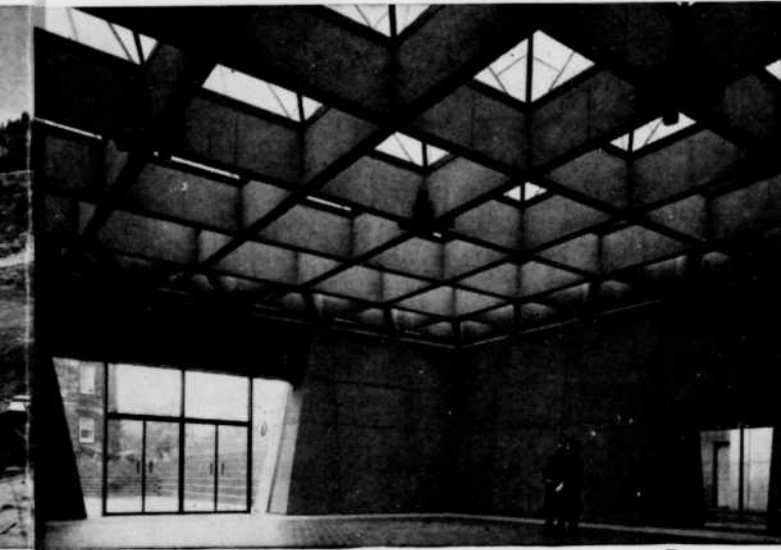




6



8



7



9

# "CANADA" – massives ou élancées – elles sont toujours harmonieuses

Seul le béton peut se prêter à la réalisation de conceptions aussi diverses, aussi audacieuses. Clocher svelte qui s'élance vers le ciel . . . larges colonnes de béton armé supportant le poids d'un immeuble . . . surface lisse d'un béton léger . . . aspect rugueux d'un fini bouchardé . . . impression de force qui se dégage d'une masse de béton monolithique. Voici quelques possibilités réalisées avec le béton, matériau économique, durable, aux utilisations sans nombre.

Les membres de notre service technique sont toujours à votre disposition pour vous renseigner sur les plus nouveaux développements se rapportant à tout genre de construction en béton. Veuillez utiliser le coupon détachable et vous recevrez une documentation à date traitant de ces nouvelles techniques.

## Canada Cement Company, Limited

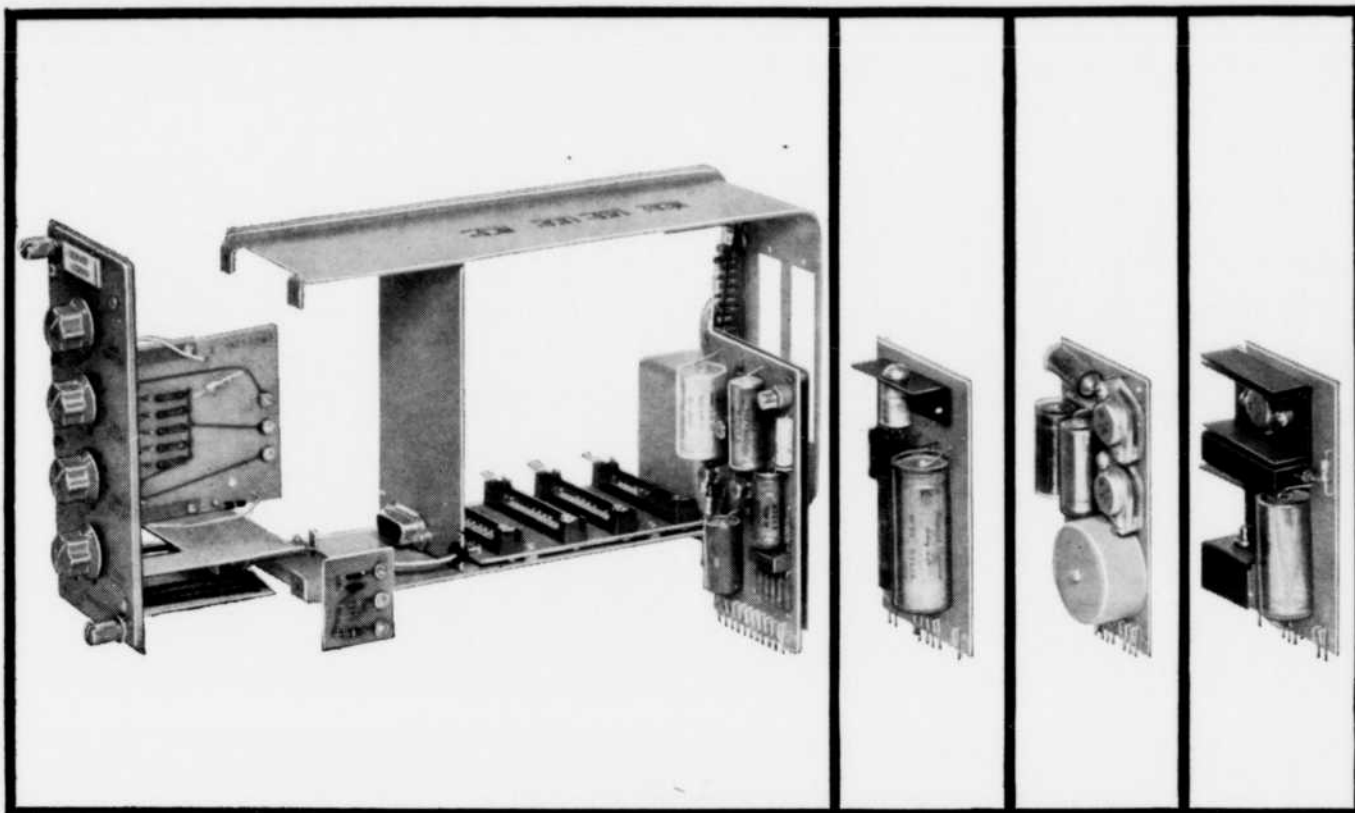
IMMEUBLE CANADA CEMENT • PLACE PHILLIPS • MONTRÉAL  
 BUREAUX DES VENTES: Moncton • Québec • Montréal • Ottawa • Toronto  
 Winnipeg • Regina • Saskatoon • Calgary • Edmonton

Veuillez indiquer par un crochet les brochures requises:

- Dosage et Contrôle des Mélanges du Béton
- Roofs with a New Dimension
- Curvilinear Forms in Architecture
- Continuity in Concrete Building Frames
- Reinforced Concrete Floor Systems
- Concrete Profiles for Industry

(Malheureusement, toutes ces brochures ne sont pas disponibles en français pour le moment.)

Détachez ce coupon et postez-le-nous avec un de vos en-têtes de lettres.



## DE TOUT REPOS!

La compagnie **Bailey Meter**, avec son usine à Montréal et ses succursales au Québec et à travers le Canada, fournit à l'industrie canadienne, depuis 1921, l'instrumentation et les systèmes de commande de tout repos pour les centrales thermiques, les génératrices à vapeur pour l'industrie et les édifices publics et institutionnels, les procédés des pâtes et papiers, les usines municipales d'épuration et de traitement des eaux, ainsi que les centrales nucléaires et d'autres.

Les activités de la compagnie Bailey Meter s'étendent au fur et à mesure que de nouvelles installations de ses systèmes de commande électroniques et de calculateurs analogiques et numériques sont mis en service. Le principe de construction modulaire permet de simplifier les systèmes, faciliter leur entretien et assurer un fonctionnement de tout repos. Le module transistorisé illustré ci-dessus est composé de plaques-circuits, pré-vérifiées, et à embranchement facile. Ce module, une fois monté dans une des armoires du système tel qu'illustré à droite, peut fonctionner comme dispositif totalisateur à quatre signaux électroniques.



Un système de commande Bailey 721 soumis à un dernier contrôle avant l'expédition.

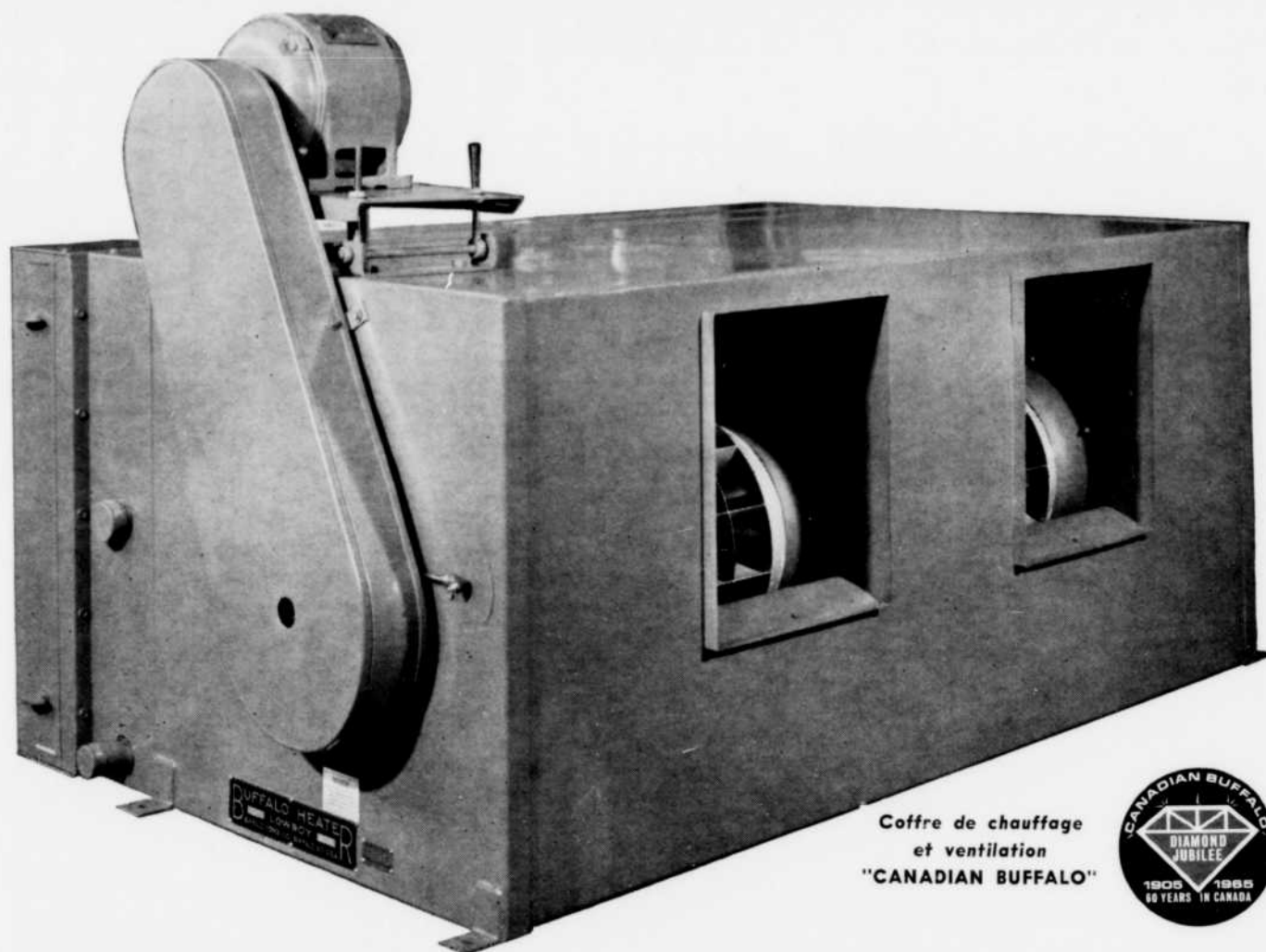
**SYSTÈMES DE COMMANDE ET CALCULATEURS**



BAILEY METER COMPANY LIMITED, 5010 OUEST, RUE STE-CATHERINE, MONTRÉAL 6, P.Q.

10—OCTOBRE 1965

L'INGÉNIEUR



Coffre de chauffage  
et ventilation  
"CANADIAN BUFFALO"



## "Créez" vos propres ensembles de chauffage et ventilation avec des pièces typifiées

Vous pouvez maintenant "créer" vos propres ensembles de chauffage et ventilation avec la gamme complète de pièces typifiées "Canadian Buffalo". Obtenez le degré exact de chauffage, de ventilation et d'humidité dans les projets qui n'exigent pas l'entière climatisation d'été.

Montés à l'usine selon vos devis, ces solides et compacts ensembles peuvent être placés verticalement ou horizontalement, fixés au plancher ou suspendus au plafond.

Les pièces typifiées comprennent un choix de ventilateurs en aluminium résistant à la corrosion (de 12" à 27" de diamètre) avec des pales courbées à rebours, des serpentins chauffés à la

vapeur ou à l'eau chaude et des arbres creux au-dessus des dimensions moyennes, des coussinets montés à l'extérieur, des boîtes de filtre en coin ou plates, des chambres de carburation, des humidificateurs, des amortisseurs, des auvents et des coudes.

Les ensembles à un, deux ou trois ventilateurs donnent une ventilation à basse vitesse d'un volume de 1,000 à 42,000 pieds cubes par minute jusqu'à 2 1/2 PS.

Le représentant de Canadian Buffalo le plus proche sera heureux de vous fournir tous les renseignements que vous désirez. Vous pouvez aussi nous demander par écrit le Bulletin UH-130.



**CANADIAN BLOWER & FORGE COMPANY LIMITED**

AFFILIÉ À CANADA PUMPS LIMITED • BUREAU-CHEF: KITCHENER, ONTARIO  
Bureaux des ventes avec service d'ingénieur: Montréal • Toronto • Hamilton • Sarnia • Ottawa • London • St. John • Winnipeg • Edmonton • Vancouver



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



Machines-outils "Canadian Buffalo" pour perforation industrielle et fins d'entretien.



Pompes centrifuges "Canadian Buffalo" pour le traitement de la plupart des liquides et des boues.

Représenté par LÉO LISI LIMITÉE, Québec, Qué.

POUR RÉPONDRE À L'ESSOR INDUSTRIEL DU QUÉBEC...

# LES CIMENTS DU ST-LAURENT

— À L'OCCASION DE LEUR 10<sup>e</sup> ANNIVERSAIRE —  
ONT DOUBLÉ LA CAPACITÉ DE PRODUCTION  
DE L'USINE DE VILLENEUVE, QUÉBEC



La capacité de production de l'usine des Ciments du St-Laurent de Villeneuve, Québec, a été portée de 2,200,000 barils à 4,500,000 barils par année.

Cette réalisation des Ciments du St-Laurent témoigne du désir primordial d'assurer à leurs produits une qualité insurpassable et un service prompt et efficace.

- 1953: début des travaux de construction de l'usine.
- 1955: l'usine commence à produire (capacité annuelle: 2,200,000 barils).
- 1963: les travaux d'expansion de l'usine sont annoncés en septembre 1963.
- 1965: les travaux sont complétés et l'usine produit à une capacité annuelle de 4,500,000 barils.

## CIMENTS DU ST-LAURENT



## Un autre projet FORM-LOK

### Bassins de la Voie Maritime du St-Laurent à Valleyfield, Qué.

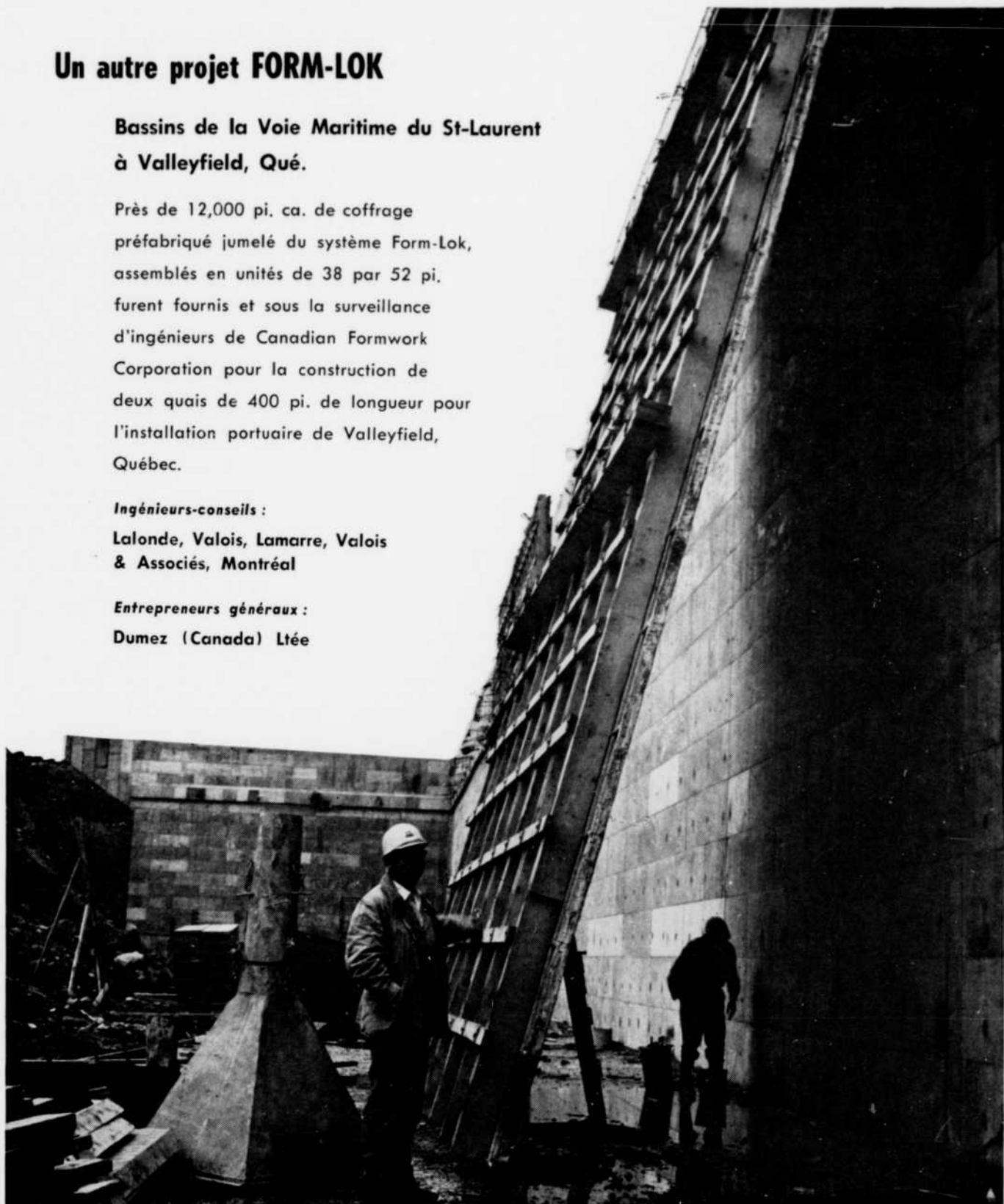
Près de 12,000 pi. ca. de coffrage  
préfabriqué jumelé du système Form-Lok,  
assemblés en unités de 38 par 52 pi.  
furent fournis et sous la surveillance  
d'ingénieurs de Canadian Formwork  
Corporation pour la construction de  
deux quais de 400 pi. de longueur pour  
l'installation portuaire de Valleyfield,  
Québec.

**Ingénieurs-conseils :**

Lalonde, Valois, Lamarre, Valois  
& Associés, Montréal

**Entrepreneurs généraux :**

Dumez (Canada) Ltée



À L'ŒUVRE AU QUÉBEC

CANADIAN

**FORMWORK**

CORPORATION

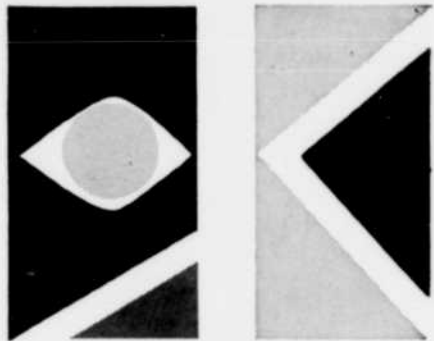
*Englobant Canadian Formwork Limitée  
et Francis Hughes & Associates Inc.*

2185 Avenue Francis Hughes, Parc Industriel de Chomedey, Chomedey, P.Q.

**VENTE OU LOCATION :** Système de panneaux "FORM-LOK" / Coffrages spéciaux / Barres d'attache / Ancrages • *Écrivez pour documentation*

L'INGÉNIEUR

OCTOBRE 1965 — 13



## COUP D'OEIL SUR LA TECHNOLOGIE

### LE SOUDAGE PAR FAISCEAUX

Neuf ans seulement après la mise en oeuvre, pour les besoins du Commissariat de l'Énergie Atomique de France, du premier appareil de soudage par faisceaux électroniques, l'industrie toute entière commence à exploiter ce procédé avec avantage. Elle emboîte ainsi le pas aux industries nucléaire, spatiale et aéronautique qui exploitent déjà cette technique avec succès. Seul le prix élevé de ce procédé l'empêche de devenir d'utilité encore plus courante. Toutefois, à cause des performances obtenues et des conditions particulières d'utilisation, cette technique devrait continuer à se développer rapidement.

#### Les caractéristiques du procédé

Parce que la soudure se fait sous vide, l'atmosphère environnante est pure. En fait le niveau d'impureté de l'atmosphère ambiante équivaut au niveau d'impureté d'un gaz inerte, à la pression atmosphérique, d'une partie par 76 millions. La pureté atomique de l'opération a un effet bénéfique indéniable sur la qualité du joint notamment sur sa ductilité.

Parce que les nouveaux appareils disponibles ont une puissance spécifique très élevée, un minimum d'énergie est transférée à la pièce par unité de longueur de joint soudé. Conséquemment, on obtient des soudures étroites, une pénétration profonde, très peu de retassure et un minimum de distortion. Quelques chiffres suffiront à fixer les idées au sujet de l'apport d'énergie. Par le procédé MIG (soudage à l'arc sous atmosphère inerte avec électrode consommable), pour souder bout à bout deux plaques d'acier inoxydable épaisses d'un demi-pouce on consomme 362 kcal/pouce, pour souder deux pièces semblables à l'aide d'un faisceau à électrons on dépense 36 kcal/pouce, 10 fois moins.

Parce que le faisceau d'électrons est facile à diriger on peut l'orienter dans

toutes les directions et par conséquent on peut souder dans n'importe quelles positions (même à l'intérieur d'un volume fermé), à des distances variables du canon à électrons.

#### Le principe

Le principe de soudage par faisceau d'électrons est le suivant. Dans une chambre à vide ( $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  mm Hg), on fait émettre par une cathode (pastille de tungstène ou ruban de tantale) un faisceau d'électrons que l'on focalise, à l'aide d'un champ électrostatique ou électromagnétique, sur les pièces à souder. L'énergie incidente transmise est suffisante pour fondre les métaux réfractaires tels que le tungstène, le molybdène, le columbium ou le titane. La tension d'accélération est de l'ordre de 15 à 30 kv pour une puissance du canon de l'ordre de 7 kw. A l'exception des faisceaux de lumière cohérente, obtenue par des lasers, le bombardement électronique, contrôlé par les méthodes de l'optique électronique, constitue une source de chaleur qui surclasse largement toutes celles que nous connaissons jusqu'à maintenant, tant par sa forte densité énergétique que par l'extrême précision du positionnement de celle-ci.

#### Les limitations

Parce que les pièces à souder doivent être logées dans une chambre à vide

— la dimension des pièces est subordonnée aux dimensions de la chambre. Les plus grandes chambres à être construites jusqu'à ce jour ont 9 pieds de long, 5 pieds de large, 7½ pieds de haut.

— le procédé de soudage doit être automatisé. Ce dernier point influence grandement la conception du travail. Les principaux paramètres à établir sont :

la vitesse de soudage, la distance canon-pièces à souder, la tension d'accélération et la concentration du faisceau. Ces paramètres doivent être soigneusement contrôlés et régularisés durant l'opération.

#### Une solution d'avenir, le soudage hors-vide

Ce n'est que très récemment (1964) que la méthode du soudage par faisceaux électroniques a été affranchie de la servitude de souder sous vide. Le faisceau électronique est toujours produit sous vide, mais après avoir traversé des chambres ayant un vide décroissant, indépendantes de la chambre de production du faisceau, il est dirigé vers l'extérieur, c'est-à-dire dans l'atmosphère normale. Grâce à cette mise au point, la technique est destinée à un développement rapide. Il est dorénavant permis de prévoir une fabrication en série, faisant appel à ce procédé, pour soudage automatique de pièces de toutes dimensions.

Michel Rigaud

#### Bibliographie

— Proceedings of the 1st, 2nd and 3rd Symposiums on Electron Beam Technology — Editeur R. Bakish, Boston 1959, 1960 et 1961.

— Introduction à la technologie du soudage par faisceaux d'électrons — S. S. White et R. Bakish — Wiley 1962.

— Electron Beam Cutting Technics for Electronics Applications, par F. R. Schollhammer, I.E.E.E. — Transactions on Product Engineering and Production, vol. 7, no. 2, avril 1963.

— Le matériel de soudage par bombardement électronique disponible aux États-Unis et ses possibilités d'emploi, par T. B. Correy — Soudage et techniques connexes, sept/oct 1964, p. 391.

— An Experimental Universal Type of Industrial Apparatus for Electron Beam Welding, par D. K. Nazarenko — Automatic Welding, p. 74, oct. 1964. — Traduction anglaise de la revue russe du même nom.

— New Developments in Electron Beam Technology, par J. W. Meier — Welding Journal, nov. 1964, p. 925.

— Non vacuum Electron Beam Welding, by R. F. Duhamel — Welding Journal, juin 1965, p. 465.

— Electron and Ion Beam Science and Technology — Editeur R. Bakish, John Wiley 1965.

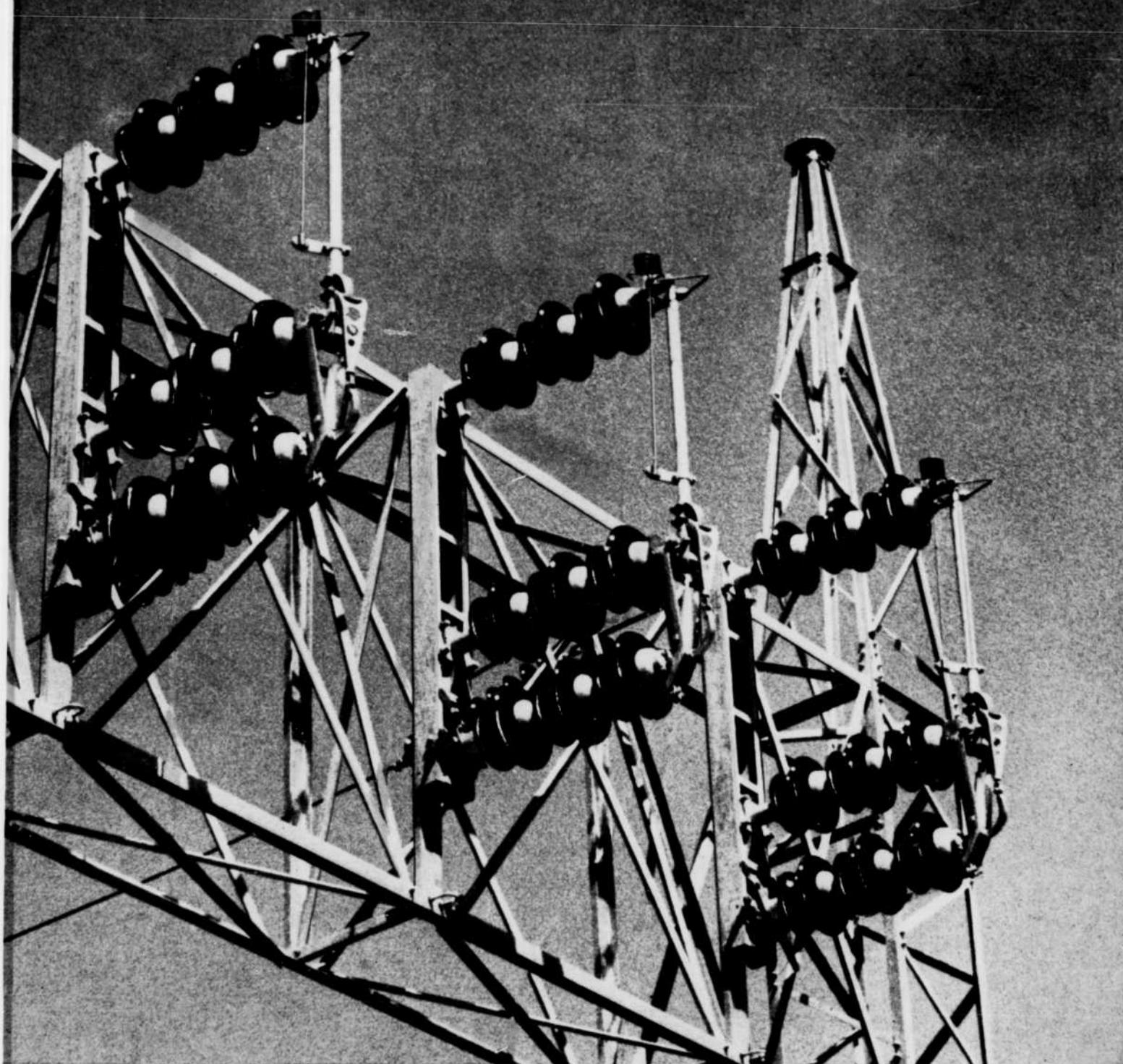


ILLUSTRATION: INTERRUPTEURS TTR-70 115KV INSTALLÉS DANS L'OUEST CANADIEN

## Le TTR-70\* assure un meilleur fonctionnement du commutateur!

(\*Un interrupteur en aluminium de conception entièrement nouvelle)

Les nouveaux interrupteurs à rupture verticale TTR-70 d'I-T-E, 115-161KV, ont toutes leurs pièces sous tension en alliage d'aluminium de première qualité—exactement de la même composition que ceux qui sont utilisés dans les commutateurs à très haut voltage jusqu'à 750KV. La réduction du poids sur ces pièces diminue le travail imposé aux commutateurs et aux coussinets; cet avantage est surtout évident sur les commutateurs montés verticalement, tels qu'illustrés ci-dessus.

Le contrôle du mouvement pendant tout le déplacement des lames élimine les pertes de mouvement et simplifie l'ajustement.

Les coussinets en acier inoxydable, scellés et non graissés, suppriment les problèmes posés ordinairement par la poussière, la saleté ou les basses températures.

Les formes arrondies et les larges espacements laissés entre les pièces mobiles assurent une grande facilité d'opération sous les froids les plus rigoureux.

Comparez point par point cette nouvelle gamme d'interrupteurs I-T-E aux autres marques. Vous découvrirez pourquoi vous pouvez être certain d'obtenir un meilleur fonctionnement de vos commutateurs, quelles que soient les conditions, lorsque vous choisissez le nouveau TTR-70 en aluminium.



**I-T-E CIRCUIT BREAKER (CANADA) LIMITED**

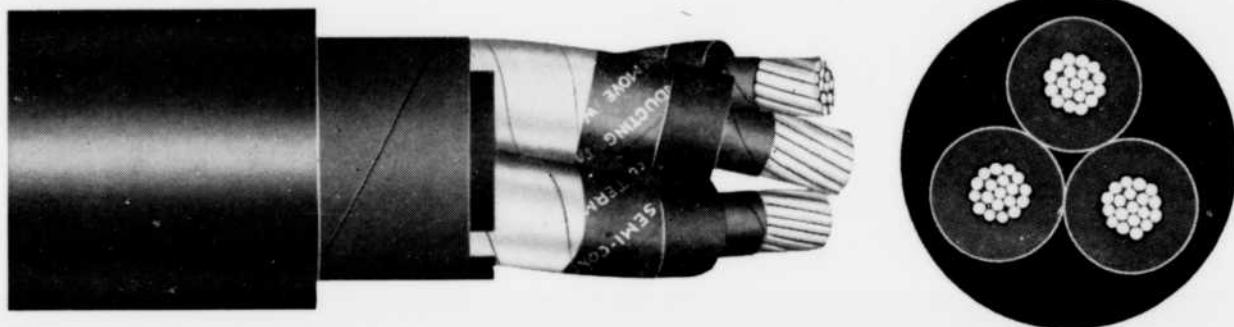
EASTERN POWER DEVICES DIVISION

2401 DIXIE ROAD,  
PORT CREDIT, ONTARIO

Norzone  
Norprene  
RINJ

## ... si la fiabilité et la durabilité sont des facteurs essentiels...

ce câble RINJ d'une solidité à toute épreuve supportera l'usure du temps, les changements de température, la moisissure. Il résistera aux acides et aux alcalis, ainsi qu'à nombre d'autres corrosifs chimiques, et son installation vous coûtera moins cher à l'ampère.



Les câbles Norzone-Norprene sont du type courant employé d'ordinaire dans les circuits d'éclairage, de transmission ou de distribution d'énergie, pour la signalisation et les réseaux avertisseurs, pour la régulation et bien d'autres systèmes spéciaux. Ils peuvent être suspendus, placés dans des canalisations ou des conduits, ou être enfouis dans le sol.

**Conçus pour un usage intensif:** les câbles Norzone-Norprene sont étudiés pour un fonctionnement continu, aux voltages et aux températures de conducteurs suivants: 90°C - 5,000 volts et au-dessous, 85°C - de 5,001 à 15,000 volts, 80°C - de 15,001 à 28,000 volts. Jusqu'à 5,000 volts les câbles répondent aux spécifications CSA, C22,2 no 38. Au-dessus de 5,000 volts, comme il n'y a pas de spécifications CSA, les câbles se conforment aux directives données par l'IPCEA pub. no S-19-811.

**Conducteurs:** les fils conducteurs dans les câbles Norzone-Norprene sont habituellement en cuivre, mais ils existent aussi en aluminium. Les sections supérieures à 8AWG sont généralement faites de fils torsadés. Les conducteurs de cuivre isolés au Norzone sont complètement recuits et enduits, alors que les conducteurs d'aluminium

sont semi-recuits et non enduits. Disponibles en 1 conducteur et conducteurs multiples.

**Isolation:** mise au point par Northern Electric, Norzone est une composition isolante à base butylique que l'ozone ne peut altérer. Résiste à la chaleur, à la moisissure et à l'usure du temps de façon exceptionnelle, elle a démontré sa stabilité en haute tension.

**Gaine:** composition isolante robuste à base de néoprene, Norprene permet un gainage extrêmement flexible qui rebute la combustion, résiste à la moisissure, à la chaleur, au soleil, au naphte, aux alcalis et aux abrasifs.

**Blindage:** lorsqu'il s'avère nécessaire d'arrêter certains rayonnements extérieurs, on applique d'abord une couche semi-conductrice par-dessus l'isolant, puis un enroulement spiralé de ruban métallique ou de tresse.

**Utilisations:** il est impossible de donner en quelques mots tous les emplois auxquels les câbles Norzone-Norprene peuvent se plier, mais ils peuvent être utilisés avec avantage dans la plupart des cas.

4065-4F

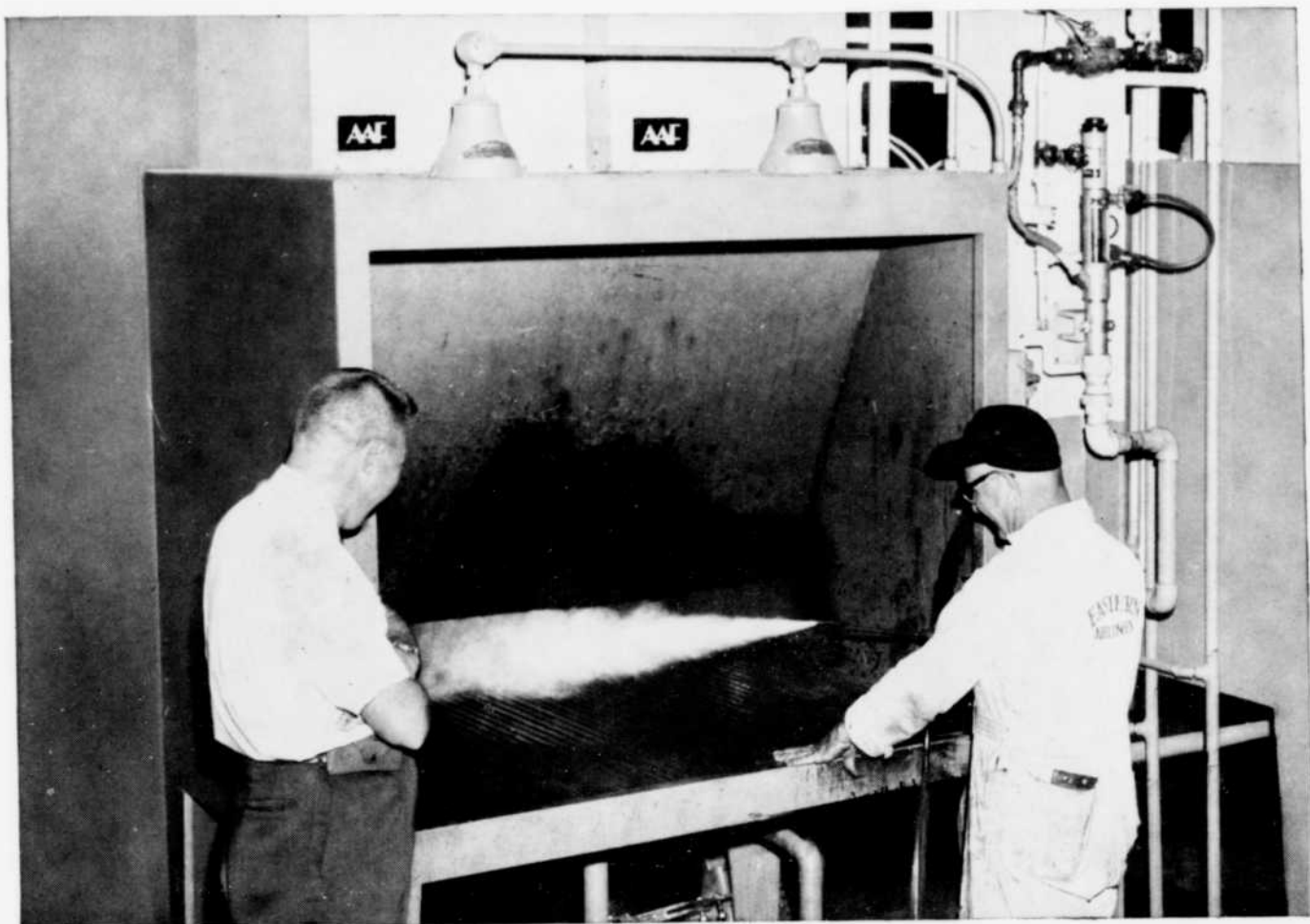
LA COMPAGNIE

**Northern Electric**

LIMITÉE



## Autre utilisation des systèmes AAF



# AAF permet le nettoyage des pièces de réacteurs sans dispersion des particules d'huile

### EASTERN AIR LINES UTILISE DES COLLECTEURS DE BROUILLARDS D'HUILE

Enlever la graisse et le cambouis des pièces de réacteurs n'est pas un problème pour les techniciens de la base d'entretien d'Eastern Air Lines, à Miami. Les collecteurs de brouillards d'huile AAF aspirent les particules d'huile dès leur formation.

Installés d'abord à un seul poste de nettoyage, ces collecteurs se sont révélés tellement efficaces que tous les nouveaux postes (sept en tout) en sont maintenant pourvus. Ce collecteur AAF, élimine fumées, émanations et brouillards aussi efficacement que les appareils de précipitation électrostatique, *et coûte deux fois moins cher.*

Pour tous renseignements au sujet des collecteurs

de brouillards d'huile AAF, appelez le représentant local AAF ou demandez le bulletin 265-A en écrivant à American Air Filter of Canada Ltd., 400 boul. Stinson, Montréal 9 (P.Q.)



### CHANGEMENT DE FILTRE RAPIDE ET SIMPLE...

*Il faut moins de 5 minutes pour changer de filtre. Faire glisser le vieux filtre, puis le neuf à sa place.*



**American Air Filter**  
OF Canada LTD.

Usine et bureau principal: 400, boul. Stinson, Montréal 9.

6514-F

OCTOBRE 1965 — 17

Le développement d'Algoma va de pair avec les besoins d'acier d'un pays en plein essor

## LE LAMINOIR À FROID POUR BANDES LARGES

L'entrée en service de ce nouveau laminoir à froid pour bandes larges, s'ajoutant au laminoir à chaud pour bandes larges construit en 1963 et au train de décapage terminé en 1964, permet à Algoma de répondre à peu près à toutes les exigences dans le domaine de l'acier laminé. La production des feuillards et bandes Algoma laminées à chaud et à froid est soumise au

plus rigoureux contrôle de la qualité et à des tolérances très précises. Ce nouveau progrès de l'industrie sidérurgique est une autre preuve tangible de notre confiance en l'avenir du Canada. Il marque une autre date importante dans notre programme d'expansion et reflète notre intention d'offrir une gamme sans cesse plus étendue de produits d'acier de fabrication canadienne.

La photographie montre le laminage à froid en cours d'exécution.



1 Feuille de  
capé d  
capé p  
superfici

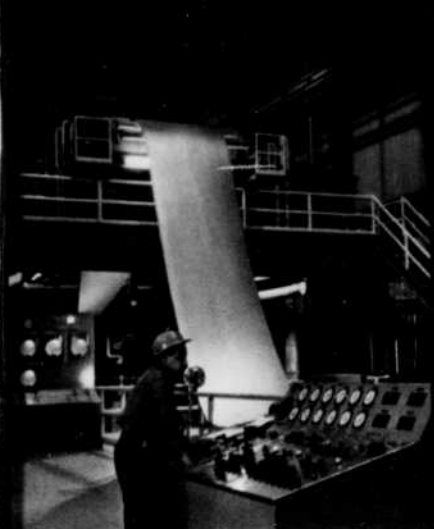
2 Après c  
subira c  
découp

3 Découp  
tions d

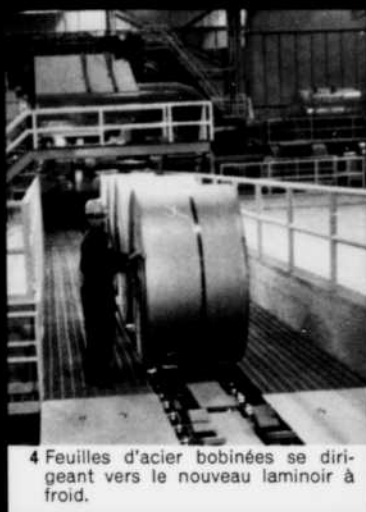
## Reliure serrée

# USINE PLUS RÉCENT DU CANADA

*Des tôles et bandes  
d'acier laminées à froid  
mesurant jusqu'à  
74" de large.*



1 Feuille d'acier sortant du nouveau train à découper de 100". L'acier laminé à chaud est découpé pour le débarrasser de l'oxydation superficielle avant le laminage à froid.



4 Feuilles d'acier bobinées se dirigeant vers le nouveau laminoir à froid.



7 Après le recuit, les bobines vont au train d'écroissage.



2 Après découpage, la feuille d'acier rebobinée subira d'autres opérations: laminage à froid, découpage en long ou en travers.



5 Feuille d'acier dans le nouveau laminoir à froid.



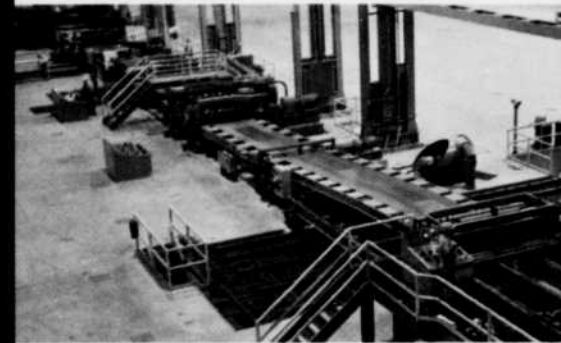
8 L'acier est soumis à l'écroissage pour acquérir des propriétés physiques, le poli de surface et la planéité convenables.



3 Découpage en long d'après les prescriptions du client.



6 Après le laminage à froid, les feuilles d'acier passent au four de recuit. Le recuit comporte des opérations de réchauffage et de refroidissement pour améliorer la malléabilité.



9 Cisaille coupant les bandes en longueurs précises. Le poste d'expédition se voit au fond.



**THE ALGOMA STEEL  
CORPORATION, LIMITED**

SAULT STE MARIE (ONTARIO) BUREAUX COMMERCIAUX RÉGIONAUX SAINT JEAN,  
MONTREAL, TORONTO, HAMILTON, WINDSOR, WINNIPEG, VANCOUVER

UN AVENIR MEILLEUR ET PLUS BRILLANT POUR LES CANADIENS

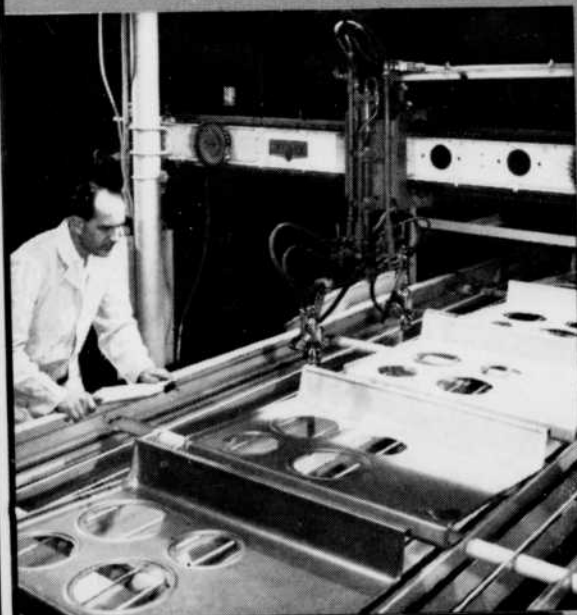


## Comment être sûr avant d'acheter!

Nous pouvons simuler votre cycle de production afin de vous donner des réponses précises à toutes vos questions avant que vous n'achetiez des nouvelles machines de vaporisation pour les finis.

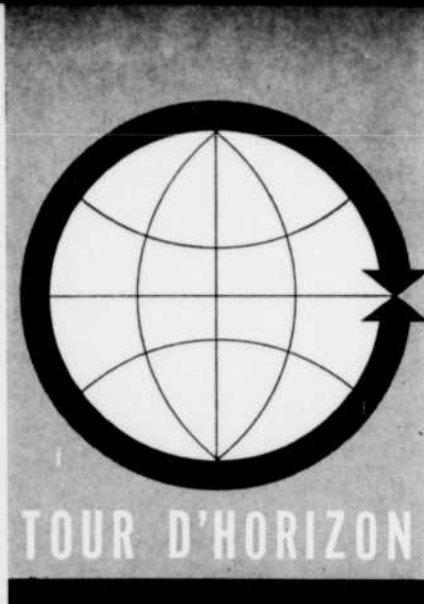
Voilà le genre de questions auxquelles nous répondons le plus souvent: Quelle est la méthode d'application de fini qui sera la plus profitable pour mes produits? (Ordinaire, automatique, vaporisation, à chaud, à vide, électrostatique, etc.) Quels seront mes profits sur cet investissement? Quels sont les taux de production? Les caractéristiques et la qualité des finis? Les économies de main-d'oeuvre? Toutes ces questions et beaucoup d'autres peuvent trouver réponse à nos frais.

Avez-vous d'autres questions? Posez-les simplement à votre représentant DeVilbiss. Il est entièrement qualifié pour répondre à toutes vos questions sur les appareils de vaporisation pour fini et sur leurs applications. (Mais, pour plus de sûreté, nous pouvons vérifier ses réponses avec un test sur vos produits.) Pourquoi ne pas appeler dès maintenant? DeVilbiss (Canada) Limited, Barrie, Ontario. Succursales à Montréal, Toronto, Windsor, Vancouver.



**DEVILBISS**





L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL PREND PLACE  
PARMI LES INSTITUTIONS D'ENSEIGNEMENT MEMBRES  
DEPUIS CINQUANTE ANS  
DE L'AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS



Le docteur Julien Dubuc (troisième de gauche), directeur de la division de mécanique appliquée du département de génie mécanique, reçoit, au nom de l'École Polytechnique de Montréal, le certificat d'honneur de l'American Society for Testing and Materials. C'est au cours de la 68<sup>ème</sup> assemblée annuelle de l'American Society for Testing and Materials, le 16 juin dernier, à l'Université Purdue, Lafayette, Ind., U.S.A., qu'un hommage tout spécial fut rendu aux membres de la Société en faisant partie depuis cinquante ans. Ce groupe de membres comprend les personnes et les institutions suivantes :

Personnes : Julius Alder, Hyman Bornstein, Irving H. Cowdrey, James E. Heckel, A. E. Legg et Fred B. Seely.

Institutions : The University of Akron, Alpha Portland Cement Company, Babcock & Wilcox Co., Forest Products Laboratories of Canada, Certain-Teed Products Corporation, Country Roads Board, Deere & Company, École Polytechnique, Fay, Spofford & Thorndike, Inc., The Glens Falls Portland Cement Co., A division of The Flintkote Company, Moody Engineering Co., Natco Corporation, The New York Public Library, Nicolet Industries, Inc., Rhode Island Department of Public Works, Division of Roads and Bridges, Scott Testers, Inc., U. S. Metals Refining Co. Près de 4000 ingénieurs et savants assistaient à cette réunion qui dura du 13 au 18 juin dernier et au cours de laquelle les idées les plus avancées et les transformations en cours touchant les matériaux relevant du génie, furent étudiées en regard de l'utilisation de ces matériaux soit en milieu aérien, soit en milieu hydraulique.

## Colloque sur l'épuration

Ingénieurs, administrateurs et techniciens dont les responsabilités incluent une phase ou l'autre de l'épuration des eaux usées ne manqueront pas d'être intéressés par le thème de ce colloque. On se propose de passer en revue les modes de traitement qui se prêtent davantage à des industries, à de petites municipalités ou à des institutions, collèges ou hôpitaux, qui doivent faire face isolément au problème de l'épuration.

Dans le contexte particulier du Québec où un nombre considérable de petites agglomérations possèdent déjà des postes d'épuration ou sont sur le point d'épurer leurs eaux usées, ce colloque répond à un besoin. Il permettra de grouper des hommes qui ont en commun les mêmes intérêts et les mêmes problèmes. Des discussions sont prévues de même qu'une visite à la station expérimentale d'épuration de la Cité des Jeunes, à Vaudreuil, Québec.

Les conférenciers invités représentent un large éventail de participation. En plus de conférenciers Québécois, des conférenciers américains bien connus tels que le Dr. Clair N. Sawyer et le professeur W. W. Eckenfelder nous ont assuré leur participation ainsi que MM. A. J. Harris et F. Guillaume de l'Ontario Water Resources Commission.

L'utilisation de la traduction simultanée de l'anglais au français et du français à l'anglais va permettre à chaque participant de s'exprimer dans la langue qui lui est la plus familière et d'écouter plus à son aise. La traduction nous est apparue comme un facteur d'efficacité et un sujet de courtoisie envers ceux qui ne partagent pas la même langue mais qui partagent les mêmes intérêts.

Ce colloque, le premier organisé par la Division du Génie Sanitaire de l'École Polytechnique, est appuyé par l'Association Québécoise des Techniques de l'Eau.

## Journée d'études sur les systèmes d'entraînement à vitesses variables

Une journée d'études est prévue le 25 octobre 1965, à Montréal, pour les ingénieurs qui se servent de systèmes d'entraînement à vitesses variables ou qui les utilisent dans des systèmes. Il y aura une séance générale le matin et deux séances parallèles l'après-midi, dont voici le programme :

### Séance du matin "A" — Généralités

1. Selection and Application of Electric Drives by N. R. Spencer — Canadian General Electric Co. Ltd.

2. Selection and Application of Non-Electrical Variable Speed Drives by D. Z. Dvork — Pratt & Whitney Machine Tool Co.

3. Variable Speed Drives in Control Systems by Dr. G. L. d'Ombrain — McGill University.

### Séance de l'après-midi "B" — Systèmes électriques

4. Variable Speed A. C. Commutator Motor Drives by Dr. T. H. Barton — McGill University.

5. Modern Developments in D. C. Drives by D. J. Tamblin — Dominion M. I. Co. Ltd.

6. Variable Frequency Drive systems by A. G. Carter — Canadian Westinghouse Co. Ltd.

### Séance de l'après-midi "C" — Systèmes non électriques

7. Hydraulic Drives — Positive Displacement Type by F. H. Rousseau — Rousseau Controls Ltd.

8. Eddy-Current Couplings by G. Spencer — Bechtel and Co. Ltd.

9. Mechanical Variable Speed Drives by Dr. J. Cherna — McGill University.

En complément, une exposition de systèmes d'entraînement électrique et non électrique sera présentée par les fabricants.

Ces séances d'études sont sous le patronage des associations suivantes :

*Engineering Institute of Canada,*  
les sections montréalaises de :

*Fluid Power Society,*

*Institute of Electrical and Electronics Engineers,*

*Instrument Society of Canada.*

Elles auront lieu à l'hôtel Skyline, 6050 Côte de Liesse, Montréal.

Pour plus de renseignements, veuillez écrire à Symposium on Variable Speed Drives, c/o Engineering Institute of Canada, 2050 Mansfield, Montréal 2, Québec, Canada, ou téléphoner au numéro 514-739-1941.

### Concours de l'industrie sidérurgique

Sept aciéries canadiennes ont lancé un concours où seront primés des produits sidérurgiques nouveaux remarquables.

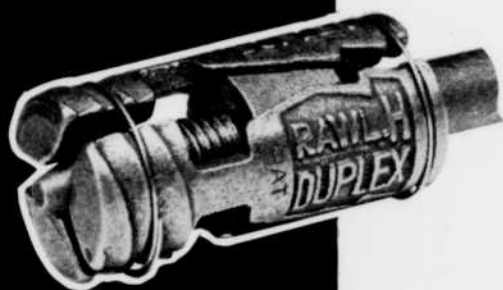
Le Conseil national de l'esthétique industrielle aura la direction du concours en collaboration avec le ministère de l'Industrie.

Les compagnies en question sont : The Algoma Steel Corporation Ltd., Atlas Steel Co., Dominion Foundries and Steel Ltd., Dosco Steel Ltd., Lake Ontario Steel Co. Ltd., Burlington Steel Co., The Steel Co. of Canada Ltd.

Les prix prendront la forme de subventions en espèces contribuant à amortir le coût de réalisation des prototypes des nouveaux produits d'acier destinés à la fabrication commerciale.

POUR VOS TRAVAUX

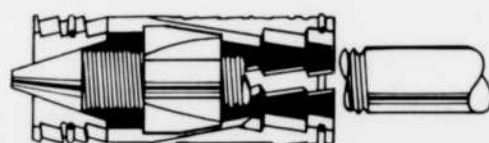
**RAWL DUPLEX\***



cheville à double dispositif  
d'expansion — scellements exceptionnels  
des boulons mécaniques et des goujons

5 tailles standard pour montages ultra-résistants

\*marque déposée



#### DESCRIPTION:

Les chevilles Rawl Duplex se composent de trois segments en fonte malléable entourant deux cônes indépendants. Le serrage du goujon donne des résultats exceptionnels: la cheville s'étend radialement, c'est-à-dire également en tous points, par déplacement en sens contraire des deux cônes. Il n'y a pas de concentrations de charges (dangereuses dans les matériaux de résistance moyenne). Les segments sont bloqués sur toute leur longueur, donnant une résistance énorme. Scellements en toutes profondeurs.

#### EMPLOIS:

scellements sur roc, béton, brique, etc.

#### APPLICATIONS:

mines, tunnels, fouilles; lourdes enseignes, appareils d'éclairage et de chauffage, lorsqu'on désire soutenir les pièces avant serrage définitif; consoles de câbles sur murs inégaux; suspentes de faux-plafonds; murs-rideaux, etc.

#### DÉTAILS TECHNIQUES:

idéale pour scellements dans les trous trop grands, sous les matériaux tendres de surface, ou derrière les vides d'air de constructions creuses. Possibilité de réduire le nombre de points de fixation (résistance exceptionnelle). La Duplex ne rompt pas.

Pour tous renseignements:

**RAWLPLUG PRODUCTS (CANADA) LIMITED**

7320, chemin Upper Lachine, Montréal 28 (P.Q.)  
Bureaux à Toronto, Winnipeg, Calgary, Vancouver  
Distribution dans tout le pays

RAWLPLUG — PREMIER FABRICANT MONDIAL DE FIXATIONS

- COMMANDES À BOUTONS-POUSOIRS
- DÉBIT PLUS RAPIDE
- PLUS GRANDE SOUPLESSE D'EMPLOI
- GRANDE NETTÉTÉ
- ENCOMBREMENT MINIMUM



## NOUVELLE MACHINE À MICRO-DOSSIERS RECORDAK MODÈLE MRG

Le nouveau modèle MRG est le plus perfectionné des appareils à microfilmer de grande précision introduits sur le marché. Ses commandes entièrement automatiques en facilitent l'emploi et en accélèrent le rendement. Ses qualités photographiques sont insurpassables. Ses caractéristiques comprennent:

Porte-films interchangeables, taux de réduction de 12X à 36X, et la possibilité de recevoir des documents mesurant jusqu'à 45" x 63" en une seule prise. La

qualité de l'image est égale ou supérieure aux normes imposées par le gouvernement canadien.

Bien que la hauteur hors-tout ne soit plus que de 116½", la table a été portée à une hauteur confortable de 34". Toutes les commandes sont réunies sur un panneau à portée de la main. La mise au point est automatique. Le temps de pose est déterminé par une photocellule à bouton-poussoir. L'éclairage à voltage contrôlé supprime la nécessité de transformateurs supplémentaires.

RECORDAK of Canada Ltd., 4988 Place de la Savane, Montréal, P.Q. L-10-65  
 Veuillez me faire parvenir tous détails sur la machine pour micro-dossiers modèle MRG

Nom \_\_\_\_\_  
 Firme \_\_\_\_\_  
 Adresse \_\_\_\_\_  
 Ville \_\_\_\_\_ Zone \_\_\_\_\_ Prov. \_\_\_\_\_

**RECORDAK**<sup>®</sup>  
 of Canada Ltd.

(Filiale de la Eastman Kodak Company)

Halifax • Québec • Montréal • Ottawa  
 Toronto • Hamilton • London • Sudbury  
 Winnipeg • Regina • Edmonton • Vancouver

Bureaux de vente et d'entretien—consultez les PAGES JAUNES de l'annuaire à l'article "MICROFILMS" pour obtenir l'adresse et le numéro de téléphone.



# Le Roofmate FR Tout Plastique met Fin aux Travaux de Remplacement des Toitures

Les architectes, les ingénieurs et les couvreurs savent très bien que l'eau constitue le plus grand ennemi des toitures. Dans la plupart des cas, les détériorations sont causées par des isolants hygroscopiques qui absorbent l'eau par le haut et la vapeur et l'humidité par le bas. Cette humidité fait gonfler la toiture, provoque des fuites et amène la détérioration complète du matériau isolant lui-même. Lorsqu'un tel cas se produit, la seule solution consiste à retirer tous les matériaux de recouvrement jusqu'au faux comble... puis à installer une nouvelle isolation et une nouvelle toiture.

Le matériau isolant toujours sec Roofmate\* FR, en mousse tout plastique, offre des avantages multiples en ce qui concerne l'installation, les qualités isolantes, la durabilité et l'entretien. Et pourtant, le prix de revient se compare avantageusement aux prix actuels! Conçu spécialement pour être installé sous les toitures, le Roofmate FR est constitué de polystyrène étendu, avec des millions de minuscules alvéoles ne communiquant pas

entre elles. Ceci donne au Roofmate FR des propriétés de résistance à l'eau qui suppriment la nécessité d'une barrière anti-vapeur sous la plupart des conditions normales. Ce matériau léger et toujours sec ne risque pas de se boursouffler et de provoquer des fuites dans la toiture. Les factures d'entretien et de réparation sont ainsi réduites au minimum. Il présente une excellente résistance aux chocs et à l'écrasement et son enveloppe à haute densité fournit une base lisse et ferme pour les toitures d'asphalte. En raison de sa construction à alvéoles fermées, le Roofmate FR offre des qualités isolantes exceptionnelles, une résistance complète au passage de l'eau et de la vapeur et une efficacité permanente.

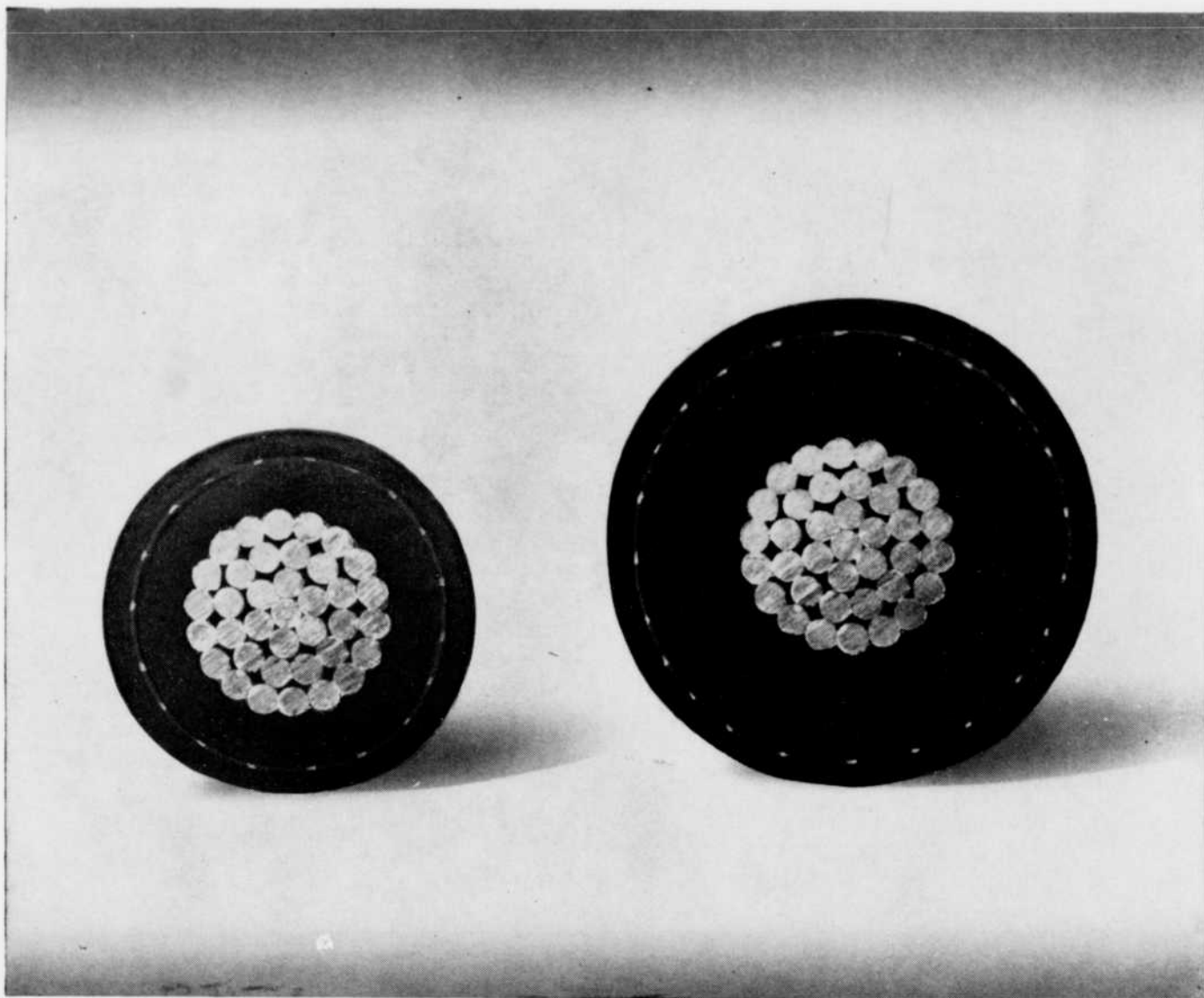
Des données complètes et autres détails techniques concernant le Roofmate FR, ainsi que des modes d'installation détaillés, peuvent être obtenus de Dow Chemical of Canada, Limited, Vancouver, Calgary, Winnipeg, Sarnia, Toronto, Montréal, Saint-Jean (N.B.).

\*MARQUE DÉPOSÉE

**De couleur bleue pour faciliter l'identification, le Roofmate FR résistant aux flammes est fabriqué seulement par Dow Chemical of Canada, Limited.**







( Dans la photo ci-dessus, les câbles sont grossis d'environ une fois et demie. )

## Lequel de ces câbles est évalué à 15kV ?

Tous les deux sont évalués à 15kV avec ligne neutre non mise à la terre. Celui de gauche est le nouveau câble CGE de transport de courant de 500 MCM, isolé au Vulkene\*. Celui de droite est un câble ordinaire de transport de courant de 500 MCM, isolé au butyle. Les qualités électriques et mécaniques supérieures du Vulkene permettent de réduire l'épaisseur de la paroi isolante.

Le Vulkene, qui représente le progrès le plus important dans l'isolation des câbles réalisé depuis 10 ans, offre encore les autres avantages suivants :

- Longue durée • Facilité de manipulation grâce

\*Marque déposée.

- au faible diamètre et à la légèreté des câbles • Grande capacité de transport de courant (évaluée à 90 au capacimètre) • Capacité supérieure de résistance aux surcharges et aux courts-circuits • Facilité d'épissure et de finition au bout • Pour tensions allant jusqu'à 15 kV.

Le Vulkene est approuvé par la C.S.A. en dimensions de 14AWG et plus à 600 V, comme le modèle "R-90 X-Link". Pour vous renseigner sur le Vulkene, demandez la brochure descriptive No 3346 en écrivant à : Power Apparatus Department, Canadian General Electric, Peterborough, Ontario.

9204-7431F



# CANADIAN GENERAL ELECTRIC



CATÉGORIE "U"

unicon

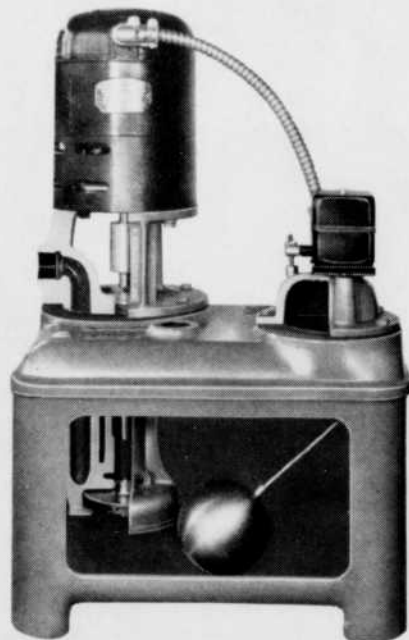
**CAPACITÉS  
ACCRUES...  
PRESSIONS  
DE DÉBIT  
SUPÉRIEURES...**

Une nouvelle d'intérêt de Darling à propos de ses pompes de retour de condensation "Unicon" munies de réservoir et dont la variété a été grandement augmentée. Darling Brothers vous offre maintenant des pompes dont la capacité va jusqu'à 40,000 pi. ca. de E.R.D. et la pression de débit jusqu'à 40 lb/po. ca. sur les deux modèles—Simplex et Duplex. Ces pompes sont conçues pour se poser aisément et pour fonctionner de façon sûre et durable à très peu de frais—telles sont les raisons pour lesquelles les pompes "Unicon" de Darling figurent si souvent aux devis des installations domestiques et industrielles. Les pompes "Unicon" avec réservoir incorporent plus de 70 années d'expérience et de service Darling.

Demandez par écrit le bulletin no 100-49B



Groupe Duplex avec alternateur mécanique  
Grosseurs: 10UD25 et plus.



Vue en coupe du groupe Simplex avec  
commutateur à flotteur  
Grosseurs: 3U20, 6U20 et 10U20.

**DARLING BROTHERS LIMITED**

140 rue Prince, Montréal, Qué.

Succursales et représentants par tout le Canada.

# EXIGEZ-VOUS LA PERFECTION ...



MÉDECINE



GÉNIE



ÉCLAIRAGE

## ALORS RECHERCHER L'EMBLÈME D'UN SPÉCIALISTE

Au Canada, seul SYLVANIA se spécialise exclusivement dans la fabrication des lampes. Les lampes sont le souci prédominant de ses ingénieurs en recherche et de son personnel technique d'une compétence indiscutable qui travaillent sans cesse à vous offrir un produit d'une qualité exceptionnelle.

SYLVANIA dispose d'une variété presque illimitée de lampes à incandescence, fluorescentes

et à vapeur de mercure, sans oublier les lampes pour la photographie, les lampes électroniques et certaines lampes d'utilisation spéciale. Elles sont toutes fabriquées à son usine de Drummondville, (Québec) la plus moderne du genre au Canada.

Dans le domaine de l'éclairage, recherchez l'emblème de SYLVANIA synonyme de qualité et de perfection.

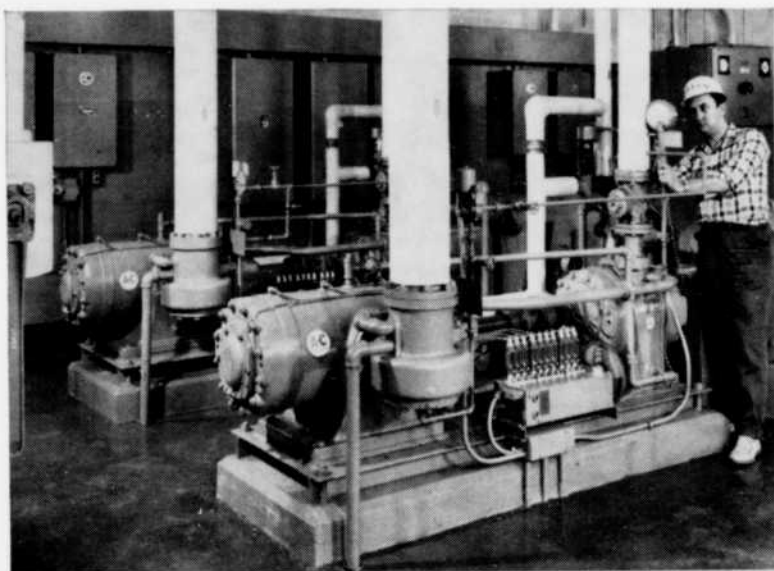


 **SYLVANIA**  
ELECTRIC (CANADA) LIMITED

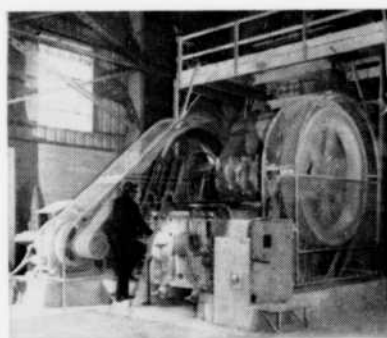
Siège Social: Montréal, Québec • Usine: Drummondville, Québec  
Bureaux de ventes et entrepôts d'un océan à l'autre.

# L'essor industriel au Québec:

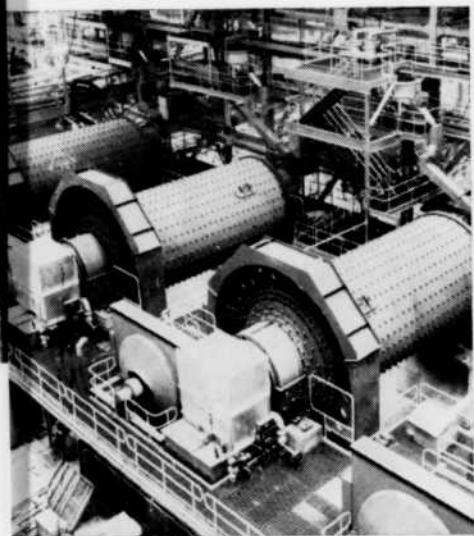
un but auquel nous contribuons par tous nos efforts



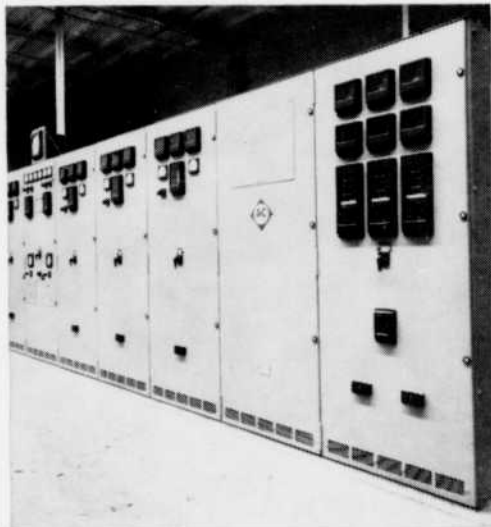
Compresseurs rotatifs. Montréal.



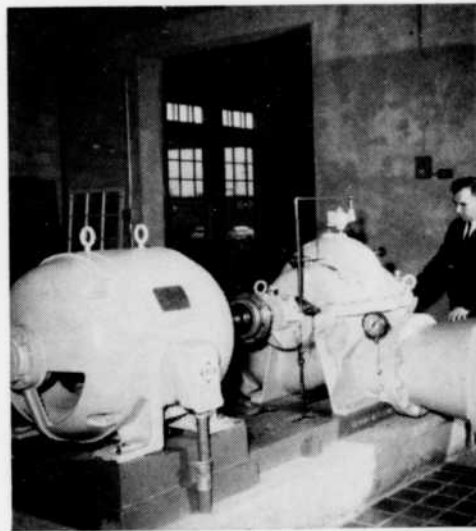
Pileur de minerai et courroie en V  
"Texrope". Thetford Mines.



Broyeurs. Sept-Iles.



Contrôle électrique. Valleyfield.



Pompes hydrauliques  
municipales. St-Jean.

*La marque de confiance...*



**CANADIAN  
ALLIS-CHALMERS**

C.P. 37, Montréal, P.Q.

**LIMITED**

Accouplements  
Courroies en "V"  
Concasseurs  
Compresseurs  
Tamis vibrateurs  
Turbines  
Contrôle électrique  
Vannes  
Pompes  
Fours rotatifs.

64CF4R

# L'ACIER, MATÉRIAU D'AVANT-GARDE...

tient la vedette au nouveau siège social de Dofasco

## Pilotis en acier

L'édifice devant s'élever sur un terrain remblayé, on l'a bâti sur pilotis. 136 cylindres d'acier ont été enfoncés à 70 pieds environ, jusqu'au roc, et remplis de béton. Les pilotis en acier s'enfoncent aisément et il est facile d'en vérifier la rectitude par simple visée à l'intérieur du cylindre.



## Poutres en tôle forte d'acier

Les poutres de 42 pouces de hauteur, en tôle d'acier, sont perforées de manière à recevoir les conduites de chauffage et les canalisations d'eau et d'électricité. L'épaisseur du plancher est réduite au minimum.



## Planchers mixtes à plate-forme en acier cellulaire

La plate-forme en acier cellulaire a été soudée aux poutres au moyen de goujons Nelson. Une dalle de trois pouces de béton a été coulée par-dessus. La charge du plancher repose sur la plate-forme d'acier. La couche de béton agit comme membrure de compression.



## Murs-rideaux en acier

Ces murs-rideaux sont émaillés sur chaque face et englobent un isolant thermique. Les panneaux d'allèges sont en tôle d'acier revêtu d'émail porcelaine du côté extérieur, et d'émail cuit du côté intérieur. Les deux pouces d'isolant compris entre les deux parois équivalent à peu près à 10 pouces de maçonnerie. L'épaisseur relativement faible de ce mur (seulement 3 1/2 pouces) permet de gagner de l'espace à l'intérieur. D'autre part, un mur-rideau de ce genre ne pesant que 12 livres par pied carré, on a pu réduire l'importance de la charpente et des fondations.



## Revêtement extérieur en acier

Les murs du rez-de-chaussée sont en blocs de béton recouverts de panneaux en acier à revêtement en émail porcelaine. Les panneaux de 4'4" x 9'8" sont stratifiés sur un contre-plaqué de 3/4" doublé lui-même d'acier galvanisé. Ces panneaux ont un très bel aspect. Ils sont fixés dans le béton par attaches en acier inoxydable.



## Blocs de béton à revêtement d'acier

Avant ou après la pose des blocs, ceux-ci reçoivent des parements en acier préfabriqués, collés. Certains parements d'acier reçoivent un revêtement d'émail cuit avant d'être posés, d'autres sont peints sur place. On peut obtenir une variété infinie de couleurs et de finis. Le revêtement d'acier est particulièrement résistant et l'ensemble est moins coûteux que les blocs vernissés ou les carreaux vitrifiés.





- POUTRES PERFORÉES EN ACIER
- FAÇADE-RIDEAU EN ACIER AVEC ISOLANT
- BLOCS DE CIMENT À REVÊTEMENT D'ACIER
- INNOVATIONS DANS L'EMPLOI DE L'ACIER

#### Plafonds en acier

On trouve dans l'édifice Dofasco les plus grands panneaux en acier perforé jamais fabriqués: ils mesurent 4'8" x 4'8". Les appareils d'éclairage et de climatisation sont logés sous ces plafonds suspendus. Ce type d'installation permet une réduction sensible des frais d'entretien; les panneaux étant articulés donnent libre accès aux appareils.



#### Cloisons en acier

L'aménagement pratique de l'intérieur et sa division en bureaux ont été assurés grâce à des cloisons préfabriquées en acier. Ces éléments de cloison, correspondant à des modules standard de construction, sont interchangeables selon toutes les nécessités. Dans les bureaux du personnel, les cloisons préfabriquées ont reçu un revêtement d'émail cuit, n'exigeant presque pas d'entretien. Dans les bureaux de la direction, les cloisons sont revêtues de matériaux divers.



#### Mobilier de bureaux en acier

Par leurs avantages pratiques et leur pureté de lignes, les meubles en acier s'intègrent à merveille dans l'ensemble de la construction. De plus, ils assurent un long service avec un minimum d'entretien.



#### L'acier, matériau adaptable entre tous

L'écran en acier ouvragé qui décore le hall des bureaux de direction illustre de manière saisissante la vaste diversité d'emplois auxquels se prête l'acier. Sans rival pour la résistance, il ajoute une incontestable note d'élégance au nouveau siège social de Dofasco.



**Le nouveau siège social de Dofasco** est l'un des immeubles les plus modernes existant actuellement. Ses avantages fonctionnels et sa sobre beauté proviennent en grande partie de l'emploi judicieux de l'acier. Cet édifice est mieux encore que le centre nerveux d'un complexe sidérurgique en plein essor: il constitue une démonstration pratique de tout ce que l'architecture moderne peut attendre de l'acier. Ecrivez-nous pour recevoir notre brochure en couleurs de 32 pages décrivant plus en détail les nouvelles techniques auxquelles l'acier se prête.

**DOFASCO**  
DE HAMILTON

# RAIL EN BÉTON POUR LE MÉTRO DE MONTRÉAL

**MIRON**

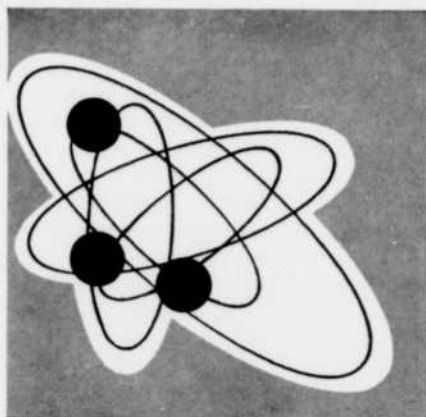
COMPAGNIE MIRON LTÉE  
MONTRÉAL

Vingt mille pièces de roulement, en béton pré-moulé sont fabriquées aux usines de Miron et livrées aux divers chantiers du Métro.

La voie double et les pistes de roulement du réseau auront une longueur de plus de 15 milles.



*Chargement de pièces de roulement à bord d'un train de service du métro*



## SCIENCE-PROGRÈS

### Les fils électriques se réparent tout seuls

Les fils auront bientôt la même propriété que la peau humaine de se réparer eux-mêmes. En effet, la firme américaine Minneapolis Honeywell Regulator Company vient de mettre au point des fils électriques qui ont la curieuse qualité de s'autoréparer. Ces fils sont destinés aux véhicules spatiaux où de nombreux dommages sont causés aux fils électriques tant par les radiations que par les vibrations ou bien encore par les soudains changements de température. L'on voit donc l'utilité que peuvent présenter ces fils dont le cœur est fait d'un alliage d'étain, de magnésium et d'aluminium. Lorsque le fil se casse, des filaments de métal surgissent des deux extrémités de la coupure. En quelques jours, des filaments se développent et atteignent une longueur d'environ un millimètre. Le fil peut ainsi se reformer.

Les ingénieurs de la même firme ont également résolu le problème des coupures de circuits. Un fil est revêtu d'un alliage dont le point de fusion est bas mais qui est conducteur de l'électricité après s'être à nouveau solidifié. Lorsque la chaleur provoque la rupture du fil, l'alliage fond et remplit la coupure, le courant est rétabli dès que l'alliage redevient solide.

### Le béton fait peau neuve

Jusqu'à présent, les surfaces de béton étaient trop rugueuses pour pouvoir être laissées telles quelles. Mais un nouveau procédé permet maintenant d'obtenir avec le béton une surface presque aussi unie que celle du verre. Mis au point par une firme britannique, ce procédé supprime la nécessité d'enduire au plâtre

et assure une surface intérieure plus dure, plus résistante et moins poreuse. Il en résulte une économie appréciable. Comme, en outre, il permet des moulages de toutes sortes, il devient possible d'imiter de nombreux autres matériaux tels que la brique ou la pierre. La copie de la pierre, par exemple, peut être si parfaite qu'il est parfois difficile de la déceler. Le moulage lui-même s'effectue plus rapidement que par les procédés habituels. Les retraits du moule s'effectuant à l'aide d'une pression très faible, il est possible de démouler plus rapidement, sans endommager la pièce, et le temps nécessaire entre moulage et démoulage se trouve aussi réduit d'un quart.

### Verre flotté sur étain en fusion

Une firme américaine, la Pilkington Bros., vient de mettre au point un procédé assez révolutionnaire pour la fabrication des plaques de verre. Au lieu de passer sur des cylindres à sa sortie du four, selon la pratique habituelle, le verre est étiré et flotte sur une gigantesque cuve (500 mètres de long) remplie d'étain en fusion, c'est-à-dire à 232° C environ. En flottant sur l'étain, le verre se refroidit et on constate que ses faces se polissent automatiquement. Le prix du verre flotté soutiendrait la concurrence avec celui des autres verres de qualité analogue.

### Nouvel hygromètre d'une grande sensibilité

L'Esso Research and Engineering Company vient de mettre au point un détecteur d'humidité d'une sensibilité qui paraît n'avoir jamais encore été atteinte. L'organe essentiel de cet instrument est

un cristal de quartz recouvert d'un enduit spécial et dont la fréquence de vibration décroît quand son poids augmente du fait de l'absorption de l'humidité sur l'enduit. Ces changements de fréquence peuvent être rapidement mesurés avec précision, puis convertis en taux d'humidité. D'après les essais de laboratoire, la sensibilité est de l'ordre de 1 partie par million de vapeur d'eau. En plus de ses applications à l'analyse des gaz, le nouvel hygromètre pourra être utilisé comme moyen de contrôle dans les locaux industriels où il est essentiel pour les fabrications que le taux d'humidité reste bas.

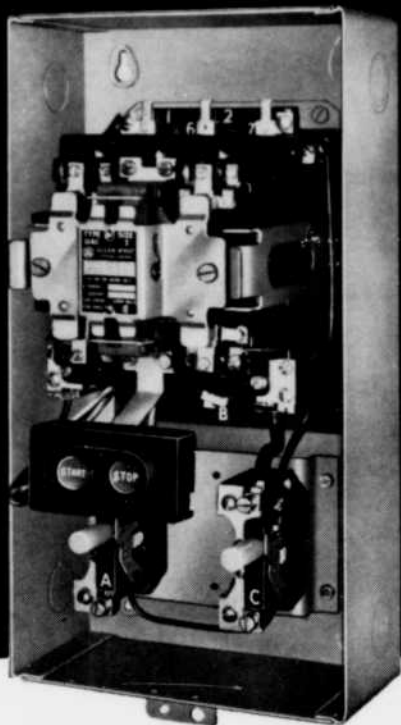
### Magnétisme et volume des métaux

Plongés dans l'hélium liquide, les métaux se contractent ou se dilatent sous l'action d'un champ magnétique dont on fait varier l'intensité. La démonstration vient d'en être donnée à l'Université de Cleveland. Pour interpréter le phénomène, on compare les nuages d'électrons du métal à un gaz dont la pression augmente ou décroît par "magnétstriction oscillatoire". Le cristal métallique utilisé dans l'expérience était du bismuth.

### Laser et super-ultrasons

C.H. Townes et ses collaborateurs du M.I.T. ont montré qu'un faisceau laser peut engendrer dans un cristal des ultrasons d'une fréquence extraordinaire. Ils ont dirigé sur des cristaux de quartz et de saphir un faisceau laser de 6,940 angstroms de longueur d'onde d'une puissance de 50 mégawatts pendant  $3 \times 10^{-10}$  seconde et focalisé de façon à développer dans les cibles  $10^6$  mégawatts par centimètre carré. L'analyse de la lumière diffusée dans certaines directions par ces

# VOICI L'HISTOIRE



## . . . d'une série entièrement nouvelle de démarreurs à moteur fabriqués au Québec

Conçue et fabriquée au Québec, notre nouvelle série 9100 est le résultat de deux ans de travail progressif... soutenu par la plus grande entreprise dans le Commonwealth, spécialisée dans l'équipement de contrôle pour moteur électrique. Leurs caractéristiques comprennent :

- Les contacts principaux opérant horizontalement et entièrement emboîtés, permettant l'élimination presque complète de l'accumulation de poussière.
- Un accès grandement amélioré — retardement réduit.
- Les modèles plus petits comprennent quatre contacts auxiliaires.
- Construction compacte et exceptionnellement solide.
- Gamme complète jusqu'à la grandeur CEMA 5.

ÉCRIVEZ OU TÉLÉPHONEZ  
POUR DÉTAILS COMPLETS



**ALLEN WEST**

ALLEN WEST (CANADA) LIMITED • 175 CHEMIN BATES, MONTRÉAL 26, QUÉBEC  
TÉL. : 739-2236 (CODE RÉGIONAL 514)

cristaux a montré des augmentations de la longueur d'onde qui révélaient qu'une partie de l'énergie lumineuse avait été employée à faire vibrer les atomes et à créer des ondes acoustiques qui dans le cas du quartz étaient de  $3 \times 10^{10}$  hertz et dans celui du saphir de  $6 \times 10^{10}$  hertz. La puissance acoustique ainsi développée (1 kilowatt environ) n'empruntait que 1/50,000 de la puissance lumineuse, mais elle suffisait pour faire éclater le cristal. On pense qu'à basse température, cette rupture pourra être évitée et que cette production d'ultrasons extrêmement énergétiques trouvera des applications.

### Un nouvel émetteur quantique continu

Une firme américaine vient de présenter un nouveau modèle d'émetteur quantique : un laser à injection qui utilise le carbure de silicium. Il se distingue des autres lasers à injection qui utilisent eux de l'arséniure de gallium. Ces derniers ne peuvent travailler que dans un milieu à basse température, ce qui les conduit à un fonctionnement intermittent par suite du dégagement de chaleur qui accompagne l'émission et élève la température du milieu. Par contre, le nouveau laser, utilisant le carbure de silicium qui résiste à des températures très élevées, peut travailler de façon continue. De plus, il a l'avantage de produire un pinceau parallèle cohérent, strictement monochromatique. Cette lumière émise est bleue, de longueur d'onde 0,456 micron. C'est la plus courte longueur d'onde jamais émise par un laser, tous les autres systèmes émettant dans le rouge et l'infrarouge. Cet émetteur se prête bien sûr, comme les autres lasers du même type, à la modulation puisque la lumière émise varie avec le courant d'alimentation.

### L'ultra-son soude le plastique

Il est désormais possible de souder des pièces de polystyrène, polyéthylène, nylon, résines de polyacétate et autres variétés thermoplastiques rigides, ou plus généralement de "plastique", sans faire appel à une source de chaleur ou à des solvants. La soudure plastique devient un procédé à froid utilisant la vibration ultrasonique. L'assemblage des deux pièces est réalisé par une tige vibrante appliquée au contact des surfaces à souder. Cette source d'ultra-sons à haute intensité crée un échauffement localisé de la matière et réalise le collage des deux éléments de plastique. Cette technique nouvelle permettra aux firmes de plastiques de supprimer leurs chaînes de col-

lage et les différents dispositifs de fixations qui étaient nécessaires dans l'utilisation des techniques classiques de soudure aux solvants. De plus un facteur sécurité important est ainsi apporté par cette méthode qui réalise une diminution conséquente des risques d'incendie dus à l'emploi industriel de matières toxiques ou inflammables.

#### Des tubes qui se gonflent

Les techniciens soviétiques ont mis au point des tubes d'acier d'un type assez particulier. En effet, avant l'usage, ils se présentent exactement comme des tuyaux d'incendie en toile, c'est-à-dire qu'ils sont plats et roulés. Ces rubans demandent simplement à être posés sur un dispositif de dévidage alors qu'un tracteur prend le bout de la bande et commence à la dévider lentement le long de la tranchée où le tuyau est enfoui. La bande est ensuite branchée sur un compresseur et voilà le tuyau qui se gonfle comme le tuyau d'incendie sous la pression de l'eau et se transforme en un tube rond. Ces tuyaux assez surprenants sont fabriqués de deux minces bandes d'acier superposées et "cousues" aux extrémités par soudage électrique. Ils seraient deux ou trois fois moins chers et moins lourds que les tubes ordinaires de même diamètre. Ils ont aussi l'avantage d'être plus faciles à transporter et à stocker.

#### Un mariage inattendu : le verre et le caoutchouc

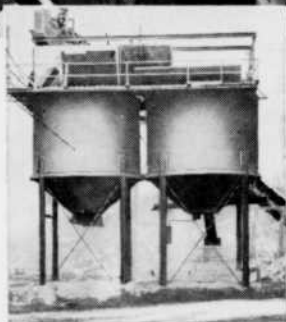
Deux chimistes de l'Esso Research Engineering viennent d'inventer un procédé pour réunir chimiquement le verre et le caoutchouc. Cette invention aura pour première application la mise au point de pneus d'avion dont l'armature serait en fibre de verre. Mais déjà, d'autres débouchés sont possibles, notamment pour les pneus d'automobile, les courroies de transmission, les convoyeurs, les tuyaux et les récipients de caoutchouc.

On savait que la fibre de verre pourrait devenir une excellente armature pour le caoutchouc, parce qu'elle conserve une grande ténacité aux températures élevées même lorsqu'elles dépassent 800° centigrades. Mais, jusqu'à présent, il y avait entre le verre et le caoutchouc une sorte d'incompatibilité, un défaut d'adhérence lors des mouvements de flexion du caoutchouc. La solution proposée par les deux chimistes met à profit la réaction des produits chimiques avec le caoutchouc et avec la surface des filaments qui constituent la fibre de verre. Celle-ci se trouve ainsi protégée et contre la friction et contre la rupture. ■



# beauté en acier grâce à la versatilité Horton

De la bache de centrale nucléaire  
à la trémie à pierres  
en acier épais ou mince  
standard ou d'après  
des normes spéciales,



## Horton apporte la solution

Grâce aux connaissances élaborées de Horton dans la fabrication de plaques d'acier, tous les travaux, y compris l'érection complète d'après les spécifications, sont faits selon un contrôle très sévère de la qualité. Pour une solution appropriée à tous les problèmes de fabrication en plaques d'acier, communiquez aujourd'hui même avec le personnel compétent du service du génie Horton.

652F



# HORTON STEEL

WORKS, LIMITED  
1255 RUE UNIVERSITÉ, MONTRÉAL, P.Q.

RÉSERVOIRS ET TRAVAUX EN PLAQUES D'ACIER POUR TOUT USAGE INDUSTRIEL ...  
EN ACIER AU CARBONE, EN MÉTAUX SPÉCIAUX ET EN ALLIAGES.

# L'apport de l'ingénieur civil aux centrales nucléaires

par MÉDÉRIC DESROCHERS

## Introduction

Lors du récent congrès de la "Canadian Nuclear Association", un comité pour la planification économique (1) rapportait que la capacité installée en centrales nucléaires à travers le monde passerait de 6,285 Mégawatts en 1965 à 371,600 MW en 1985. Le Canada pour sa part, portera ses installations de 20 MW à 14,500 MW. 9,000 MW sont prévus pour l'Ontario et 5,000 MW pour le Québec.

(1) World Forecast of Nuclear Capacity to 1985; 65-CNA-200.

Comme pour confirmer ces prévisions, l'Honorable Jean Lesage annonçait au même congrès, la construction d'une centrale de 250 MW au Québec. L'Ontario qui compte déjà une centrale nucléaire expérimentale de 20 MW en opération et une centrale de 200 MW à un stade avancé de construction, est actuellement à faire l'étude d'une centrale de 1,000 MW qui serait construite à Pickering près de Toronto. Provision a été faite pour éventuellement augmenter la capacité de cette centrale à 4,000 MW pour satisfaire aux besoins des consommateurs. La "Canadian Gene-

ral Electric" annonçait récemment la signature d'un contrat, avec le "Pakistan Atomic Energy Commission" pour la construction d'un réacteur de 137 MW (e) près de Karachi.

L'ingénieur sera donc dans les années à venir, de plus en plus rattaché au développement et à la construction des centrales nucléaires. Dans cet article, nous avons l'intention de montrer quelle forme prendra la contribution de l'ingénieur civil, en indiquant les nouveaux facteurs qu'il devra considérer dans ses calculs.

## Description de la centrale

Afin de mieux comprendre les facteurs nouveaux qui affectent le travail de l'ingénieur civil, une brève description d'une centrale nucléaire, sans toutefois entrer dans les détails techniques, est de rigueur.

### Cycle d'une Centrale Nucléaire

La figure 1a montre d'une manière schématique l'équipement principal d'une centrale nucléaire modérée et refroidie à l'eau lourde. En partant du combustible, le cy-

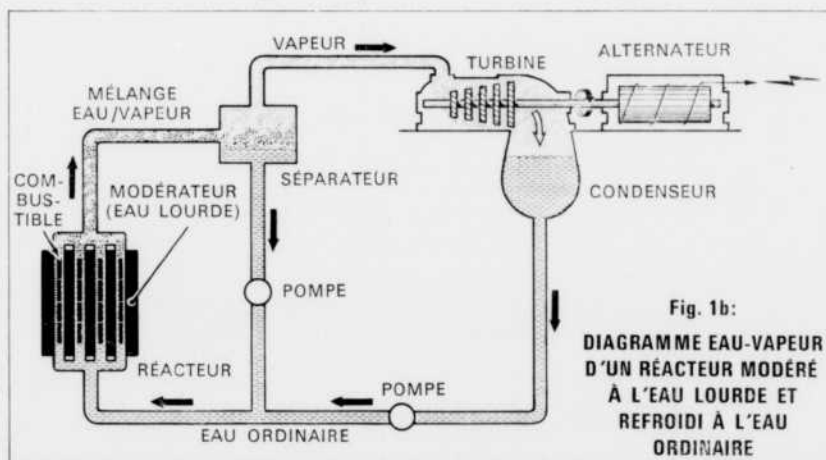


Fig. 1b:  
DIAGRAMME EAU-VAPEUR  
D'UN RÉACTEUR MODÉRÉ  
À L'EAU LOURDE ET  
REFROIDI À L'EAU  
ORDINAIRE

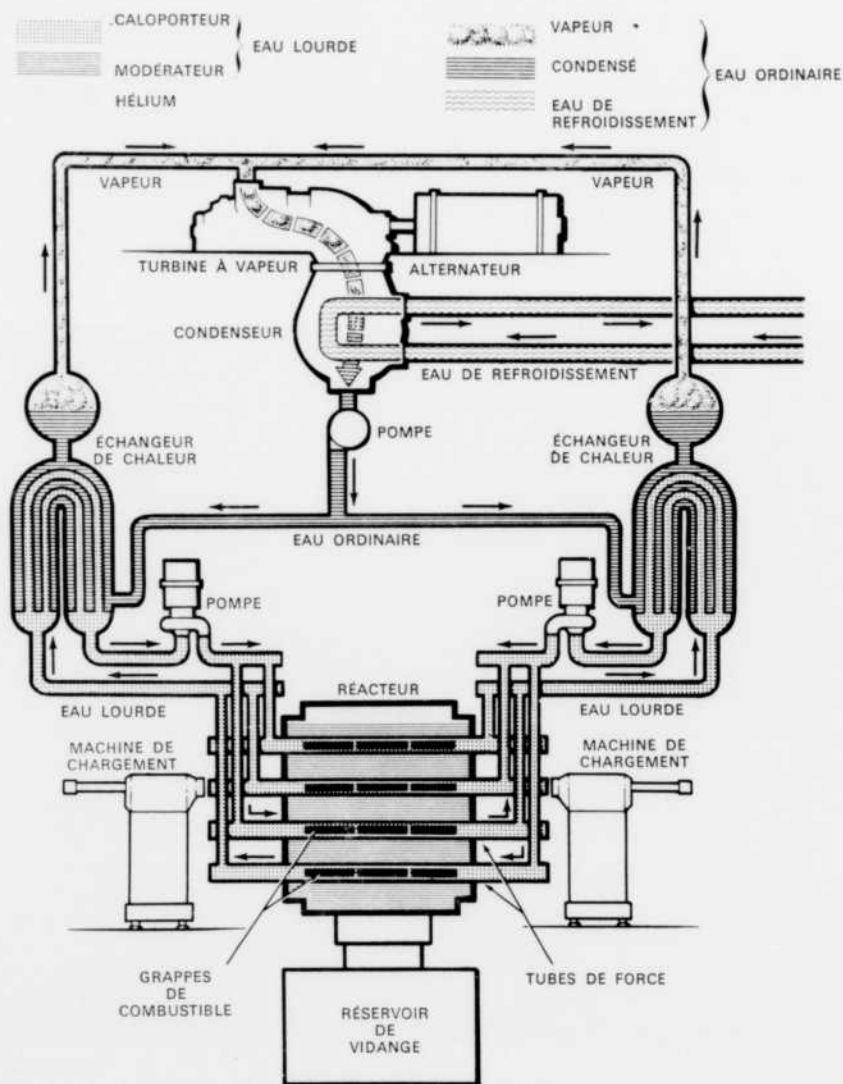


Fig. 1a: DIAGRAMME EAU-VAPEUR D'UN RÉACTEUR MODÉRÉ ET REFROIDI À L'EAU LOURDE

le d'opération est le suivant : l'énergie dégagée par les réactions nucléaires à l'intérieur du combustible est extraite par un circuit d'eau lourde, opérant à haute température et haute pression et agissant comme caloporteur. L'eau lourde est passée dans un échangeur de chaleur où elle transmet son énergie à un circuit d'eau ordinaire qui produit la vapeur nécessaire pour actionner un groupe turbo-alternateur. L'eau d'une rivière sert normalement à condenser la vapeur à la sortie de la turbine et maintenir une pression réduite dans le condenseur.

Si l'on remplace l'eau lourde du circuit de caloportage par de l'eau ordinaire, on peut remplacer l'échangeur de chaleur par un séparateur. Le séparateur de vapeur a pour but d'isoler l'eau de la vapeur et de retourner celle-ci directement au réacteur. La vapeur libérée de tout entraînement liquide, pourra actionner le groupe turbo-alternateur et être acheminée au réacteur après condensation. Ce système qui est illustré à la figure 1b sera employé à la centrale prévue pour le Québec.

## Centrale Nucléaire et Processus de la Fission

Dans une centrale nucléaire on retrouve le groupe turbo-alternateur commun à toute station thermique. La chaudière est cependant remplacée par un réacteur et un échangeur ou un séparateur de vapeur. La figure 2 est une vue isométrique d'un réacteur à l'eau lourde et la figure 3 est un diagramme schématisé de la face d'un réacteur modéré et refroidi à l'eau lourde, tel que conçu par la "Canadian General Electric". Chacun des canaux de la cuve du réacteur est rempli d'une série de grappes de combustible, tel qu'illustré à la figure 4. Ces grappes contiennent l'uranium naturel sous forme d'oxyde ( $UO_2$ ) dont 99.3% est de l'uranium U-238 (238 indique le nombre de masse : neutrons et protons) difficilement fissile et 0.7% est de l'uranium U-235 agent principal contribuant à la réaction. La réaction nucléaire, une fois amorcée, se produit de la façon suivante : un neutron à faible énergie cinétique qu'on appelle neutron thermique pénètre à l'intérieur d'un noyau d'U-235 et le fait entrer en oscillation jusqu'à ce qu'il se rompe, dégageant à peu près 200 mev (million d'électron volt) d'énergie. La combustion d'une molécule de carbone produit en comparaison 4.1 ev (électron volt). En se fissionnant, le noyau d'uranium émet aussi des particules  $\beta$ , des rayons gamma et deux à trois neutrons à haute énergie cinétique. Les fragments du noyau fissionné deviennent autant de noyaux de nouveaux éléments, tels l'iode et le

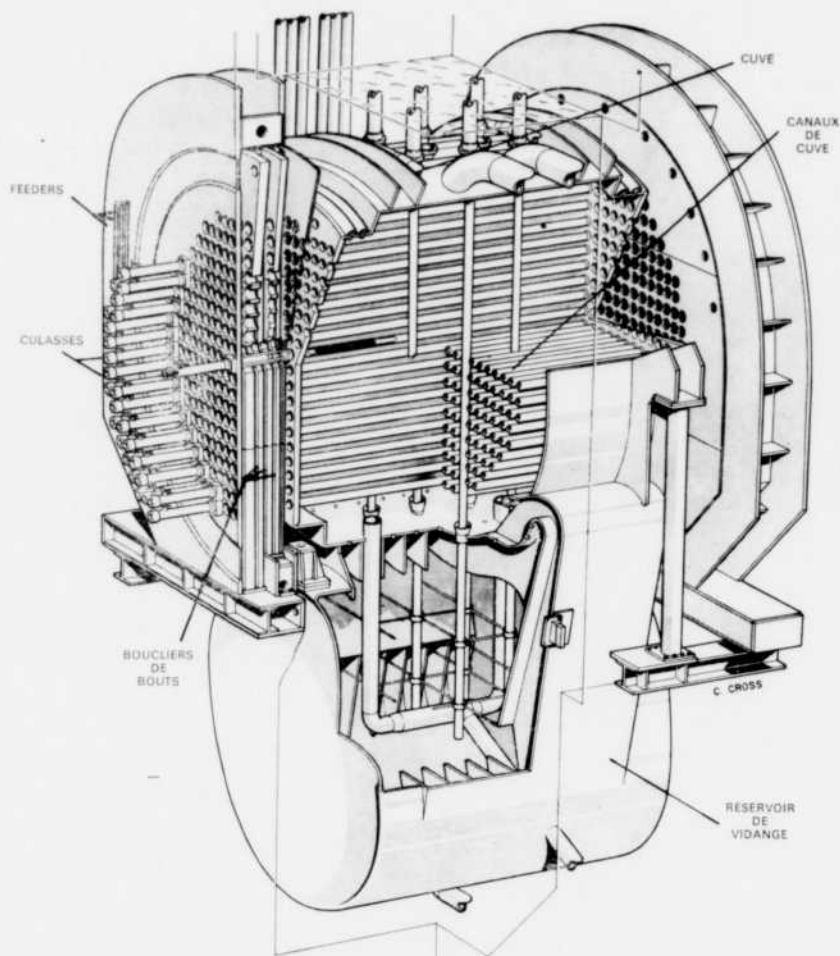


Fig. 2: ISOMETRIQUE D'UN REACTEUR A L'EAU LOURDE

strontium auxquels on réfère sous le nom de produits de fission. Un grand nombre se désagrègeront par radio-activité naturelle en émettant des particules  $\beta$  ( $\beta = 1$  électron) ou  $\alpha$  (noyau de l'hélium) en plus de rayons gamma. Ces produits de fission demeurent dans le combustible et s'accablent à mesure que celui-ci est irradié.

### Activité des neutrons

Les deux ou trois neutrons produits par la réaction sont d'une importance particulière. Un seul devra produire une fission si l'on veut garder la puissance du réacteur à un niveau constant. Étudions leur comportement.

Les neutrons, produits de la fission, sont à différents niveaux d'énergie. Le léger pourcentage de

neutrons ayant une énergie plus grande que  $10^6$  ev entrant en contact avec de l'uranium naturel produisent la fission de l'U-238. La majorité, cependant, sont ralentis par un processus qui s'appelle le "scattering" inélastique. Les neutrons à énergie moindre de  $10^4$  ev peuvent en petite proportion, fissionner l'U-235. Cependant, la majorité de ces neutrons seront absorbés par l'U-238 par capture afin de produire l'U-239, produit non fissile qui, par radio-activité naturelle, se changera finalement en plutonium 239, un élément pouvant contribuer ultérieurement à la réaction de la même façon que l'U-235. Lorsque l'énergie des neutrons est de moins de 1 ev, la fission de l'U-235 est la réaction la plus probable. La probabilité est deux fois plus grande que l'absorption des neutrons par l'U-238.

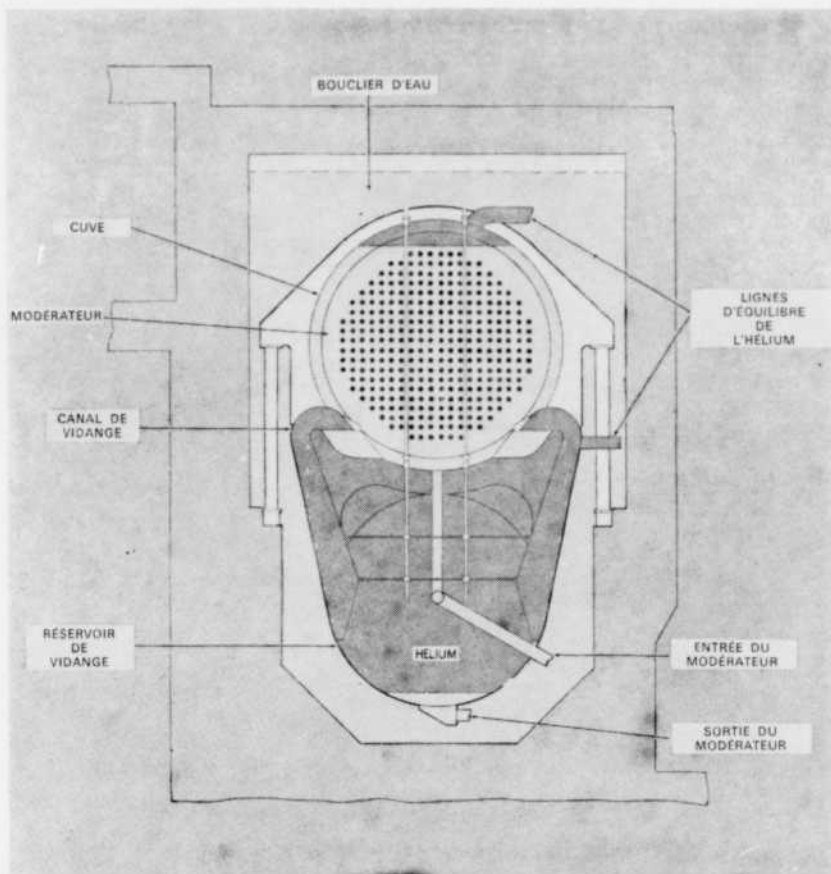


Fig. 3: SCHEMA DE LA FACE D'UN REACTEUR A L'EAU LOURDE

### Introduction au concept de la modération

Pour perpétuer la réaction, on doit freiner les neutrons jusqu'à un niveau d'énergie inférieur à 1 ev afin de permettre la fission intense de l'U-235. C'est pourquoi on doit les diriger dans un médium qui les ralentisse rapidement et ensuite les faire rentrer dans le combustible

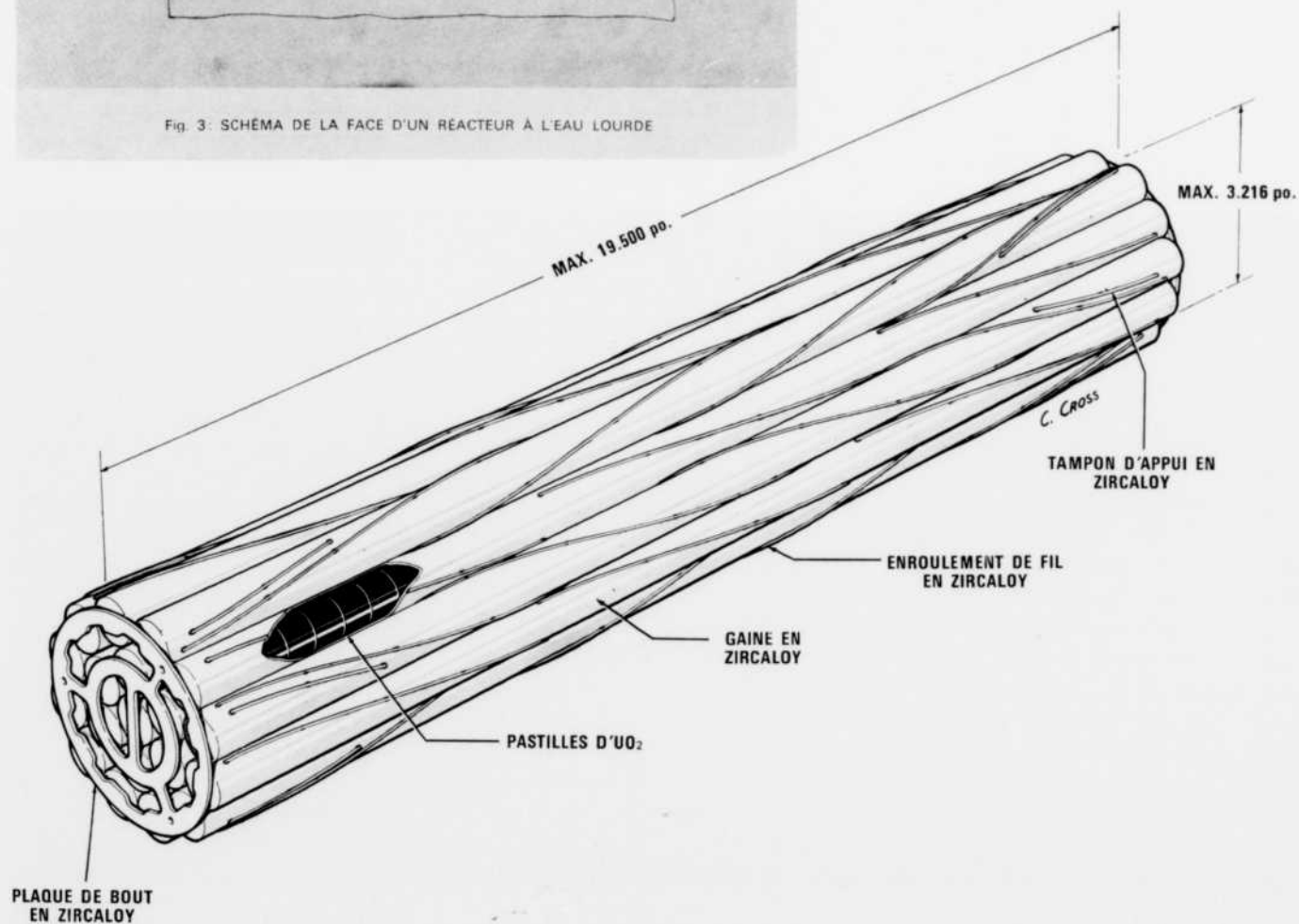


Fig. 4: GRAPPE DE COMBUSTIBLE

lorsque leur énergie est telle que la fission de l'U-235 est la réaction la plus probable. En pratique, ceci s'obtient en construisant les bâtons de combustible de faible diamètre pour permettre aux neutrons à haute énergie issus de la fission d'en sortir. De plus, on entoure les éléments de combustible d'un modérateur qui capte une partie de l'énergie des neutrons pour les ralentir. Le modérateur devra être composé d'une substance à noyaux légers permettant des collisions élastiques avec les neutrons pour effectuer le freinage le plus rapidement possible. Ce modérateur devra être aussi un faible absorbeur de neutrons. Les substances les plus souvent employées comme modérateurs sont : le carbone (graphite), certaines matières organiques, l'eau lourde  $D_2O$  (composé d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène aux noyaux desquels on a ajouté un neutron), et finalement l'eau ordinaire, qui, tout en ralentissant les neutrons d'une manière effective, a une forte tendance à les absorber. Les réacteurs utilisant l'eau ordinaire comme modérateur devront donc utiliser de l'uranium enrichi (c'est-à-dire de l'uranium avec une plus grande teneur en U-235) comme combustible. Il est important pour perpétuer la réaction de limiter l'absorption des neutrons par la structure même du réacteur. C'est pourquoi des matériaux comme l'acier ne sont plus désirables comme gaines pour le combustible et comme canaux de cuve. On a recours, dans le cas des réacteurs canadiens, au zircaloy qui est un alliage à base de zirconium.

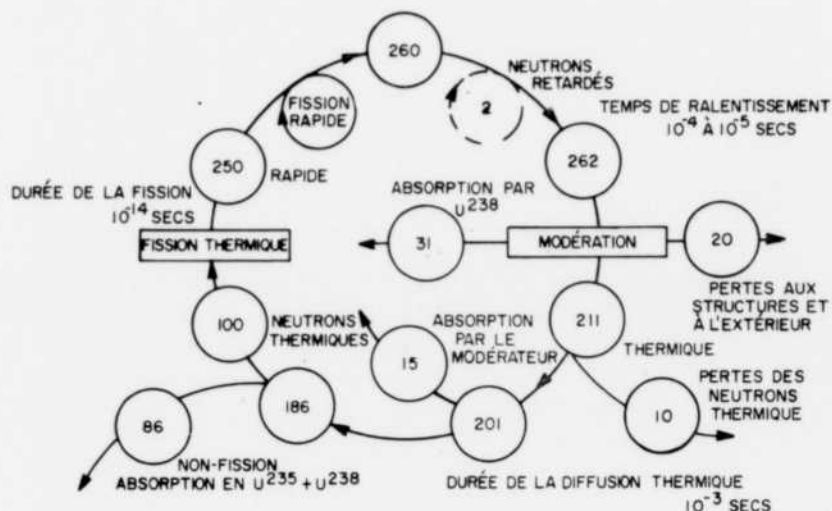


FIG. 5 CYCLE DES NEUTRONS  
DANS UNE RÉACTION CONTRÔLÉE

Pour résumer, si l'on suivait une population de 100 neutrons causant chacun une fission, on aurait un cycle tel qu'indiqué à la figure 5. 250 neutrons sont produits et 1.3% de ce nombre fissionnent l'U-238 pour augmenter la population à 260. Deux neutrons retardés, provenant de fissions antérieures, viennent s'ajouter au nombre. (Ces deux neutrons sont très utiles pour le contrôle de la réaction). Dans la modulation, 20 neutrons sortent du réacteur, 31 sont absorbés par l'U-238. Des 211 neutrons qui sont ralentis au stade de neutrons thermiques, 10 sortent du réacteur, 15 sont absorbés par le modérateur et 86 sont absorbés par l'U-235 et l'U-238 sans produire de fission. Il reste donc 100 neutrons qui fissionnent l'U-235 afin de garder la puissance du réacteur à un niveau constant.

#### Types de centrales

On retrouve différents types de réacteurs dans les centrales en marche et en construction. Au Royaume-Uni, où la capacité des réacteurs de centrale est supérieure à celle de tous les autres pays réunis, on a employé à date les réacteurs à l'uranium naturel ou légèrement enrichi, modérés au graphite et refroidis au  $CO_2$ .

En France, les premiers réacteurs étaient à l'uranium naturel, modérés au graphite et refroidis au  $CO_2$ . Des réacteurs modérés à l'eau lourde et refroidis au  $CO_2$  ont été cependant utilisés pour les plus récentes centrales. Aux États-Unis et en U.R.S.S., où les usines d'enrichissement existent déjà pour fins militaires, les réacteurs à l'uranium enrichi, modérés et refroidis à l'eau ordinaire, ou sous pression, sont surtout employés. Au Canada, les réacteurs de NPD à Rolphton et Candu à Douglas Point, sont modérés et refroidis à l'eau lourde. La centrale de Pickering sera du même type. La centrale construite par A.E.C.L. et l'Hydro-Québec sera la première centrale canadienne de grande puissance à être modérée à l'eau lourde et refroidie à l'eau bouillante. Il est à noter en passant que les réacteurs canadiens sont parmi les rares réacteurs de centrale au monde à être ravitaillés en marche. De plus, les grappes de combustible peuvent être déplacées d'une région à l'autre du réacteur, ce qui permet une meilleure distribution de la puissance à travers le réacteur et une irradiation plus complète, donc une meilleure utilisation du combustible.

Une autre caractéristique propre aux réacteurs canadiens est leur

mode de contrôle de la réaction. Si l'on se réfère à la figure 3, on constate que la cuve est directement connectée au réservoir de vidange. Une surpression de gaz d'hélium maintient le modérateur dans la cuve. En cas d'urgence, un dispositif de contrôle permet l'équilibre de la pression du réservoir et de la partie supérieure de la cuve, provoque l'écoulement du modérateur et arrête la réaction. Dans les réacteurs refroidis à l'eau bouillante, ce système de contrôle doit être aidé par des barres absorbantes qui sont poussées dans la cuve en cas d'accident.

### L'apport de l'ingénieur civil

#### *Structures considérées et nouveaux facteurs d'analyse*

Plusieurs parties d'une centrale nucléaire telles que les bâtiments des turbo-alternateurs, les socles des turbines et des alternateurs sont du domaine du génie civil. Les bâtiments d'administration et des services demandent aussi la collaboration de l'ingénieur civil. En fait, ces travaux forment près de 10% du total des coûts directs. Ces constructions sont cependant de type conventionnel. Dans cet article, il est proposé d'étudier plutôt les structures qui seront affectées par la présence du réacteur. Les facteurs affectant ces structures sont rattachés à un phénomène principal : la radio-activité.

#### *Diverses formes de radio-activité*

Lors de la fission, l'atome d'uranium émet 200 Mev d'énergie. De

ces 200 Mev, 167 sont sous forme d'énergie cinétique des fragments du noyau d'uranium. Le reste de cette énergie est sous forme d'énergie des neutrons, des rayons gamma et des particules  $\beta$ . Les rayons gamma sont des rayons électromagnétiques comme les rayons X et les rayons de lumière seulement, leur fréquence est plus grande et selon leur intensité, ils peuvent facilement pénétrer à travers la matière. Les particules  $\beta$  sont des électrons qui sont émis par le noyau de substances radio-actives lors de leur transformation. Ces particules peuvent être arrêtées par une mince feuille de métal. Une autre particule qui n'apparaît pas lors de la fission mais qui est produite lors de la désintégration de certains produits de fission est la particule alpha. C'est en fait le noyau d'un atome d'hélium. Son pouvoir de pénétration est très limité. Une feuille de papier peut l'arrêter.

#### *Effets de la radio-activité*

Les rayons  $\delta$ , les particules  $\beta$  et  $\alpha$  ont une particularité en commun. Tous ont l'habileté en passant à travers la matière d'enlever les électrons périphériques des atomes avec lesquels ils entrent en contact (procédé d'ionisation). L'ionisation locale est d'autant plus intense que le pouvoir de pénétration de la particule en question est réduit. Dans les tissus vivants, l'ionisation contribue à détruire les cellules. On peut donc imaginer que si le taux d'ionisation est en excès de la capacité de restauration du métabolisme

humain, certains organes pourront être endommagés. Les rayons  $\delta$ , à cause de leur pouvoir pénétrant peuvent atteindre tout le corps humain. Les particules  $\alpha$  et  $\beta$  sont peu dommageables à l'extérieur, mais elles peuvent être produites par des matières radio-actives qui ont été absorbées par respiration ou par ingestion et qui se concentrent dans une glande particulière, tel l'iode dans la glande thyroïde. De cette manière, l'ionisation par ces particules durera jusqu'à ce que la source de radio-activité soit désintégrée ou éliminée du système.

#### *Problème causé par les neutrons*

En plus des effets des radiations, l'ingénieur civil doit tenir compte de l'énergie des neutrons. Les neutrons produits d'une fission contiennent 5 Mev d'énergie. Cette énergie se dissipe en partie dans le combustible, dans le réacteur et même dans les structures à l'extérieur du réacteur en développant dans ces structures une quantité considérable de chaleur.

#### *Problèmes dus au tritium*

Enfin, lorsque l'eau lourde est employée comme caloporteur, quelques neutrons sont absorbés par les noyaux de deutérium et forment le tritium qui est un élément radio-actif très volatile pouvant pénétrer même à travers la peau. Le tritium peut contaminer l'atmosphère en cas de pertes de caloporteur par les joints des pompes ou des vannes.

Les facteurs rattachés à la présence du réacteur et qui affectent les calculs de l'ingénieur civil ont été revus de façon générale. Comment ce dernier tient compte de ces facteurs dans le design d'une centrale sera revu dans les sections subséquentes.

### Normes gouvernementales

Des normes ont été établies par des commissions nationales de contrôle pour l'énergie atomique afin d'assurer la protection du public et de guider le constructeur. Ces normes, (extrêmement conservatrices), dictent les doses de radiation qu'un travailleur nucléaire ou le public en général peut absorber sans danger. Afin de s'assurer que ces normes soient respectées, les constructeurs de réacteur doivent soumettre avant la construction un rapport préliminaire de sécurité à la Commission concernant l'emplacement du réacteur, les détails de conception, les méthodes employées pour le contrôle du réacteur et les mesures de protection contre les radiations. Si le rapport indique à la Commission que la conception de la centrale est sécuritaire, on peut alors procéder au stage de construction (on a eu des preuves aux Etats-Unis que la Commission n'accepte pas toujours les calculs ou les emplacements suggérés par le constructeur). Avant de mettre le réacteur en marche, un rapport final de sécurité doit être présenté à la Commission incluant le "design" complet de la centrale. Tenant compte de ces formes de contrôle, l'industrie

nucléaire est une des plus sécuritaire qu'il soit.

### Cas d'analyse

#### *Marche normale et temps d'arrêt*

Pour rencontrer les normes établies par la Commission de contrôle, deux cas doivent être considérés, 1) la marche normale et les temps d'arrêt du réacteur et 2) le cas d'accident dans le réacteur. Considérons d'abord la marche normale et les arrêts du réacteur. Durant la marche d'un réacteur, les rayons  $\delta$  produits par la fission et la désintégration des produits de fission forment la principale source de radiation. Des rayons  $\delta$  de moindre intensité sont également produits dans le circuit de caloportage et l'échangeur de chaleur. De plus, si le réacteur est refroidi à l'eau lourde, le tritium qui est formé dans le circuit de caloportage pourra par fuite contaminer le bâtiment. Dans le temps d'arrêt du réacteur, des rayons  $\delta$  sont émis par les produits de fission contenus dans le combustible. Leur intensité est cependant beaucoup moindre que dans le cas de marche du réacteur. Pour un certain temps, du tritium persistera dans le bâtiment.

La solution à ces problèmes est apportée par une ventilation contrôlée, par le zonage et par l'utilisation de boucliers contre les radiations. L'atténuation des rayons  $\delta$  étant proportionnelle à la densité du matériau traversé, on protège le travailleur en plaçant le réacteur

dans une épaisse enceinte de béton. Certains réacteurs, dont le "Heavy Water Reactor" conçu par la "Canadian General Electric", sont submergés pour créer un bouclier additionnel et contrôler la température de la cuve. L'enceinte du réacteur réduit suffisamment les radiations durant les temps d'arrêt, mais non durant la marche du réacteur. Dans ce cas, on entoure d'un bouclier additionnel les zones qui doivent être accessibles en tout temps pour le fonctionnement et l'entretien des machines de chargement, et pour la vérification d'instruments et la décontamination de matériel. Si du tritium est présent dans le bâtiment, on l'élimine des zones accessibles en s'assurant que le système de ventilation circule l'air de ces dernières aux zones inaccessibles. Finalement, les personnes à l'extérieur du bâtiment sont protégées par un mur périphérique qui agit comme bouclier.

#### *Cas d'accidents*

Les calculs concernant le cas d'accidents dans le réacteur peuvent se comparer aux calculs d'un déversoir de crues. Dans les deux cas, on doit trouver la combinaison de circonstances qui produisent les effets les plus sévères. Dans le cas des réacteurs, cette combinaison de circonstances qu'on peut appeler l'accident maximum prévisible est l'échappement d'une partie des produits radio-actifs dans le bâtiment du réacteur.

Les gaines de combustible sont calculées de façon à retenir les gaz

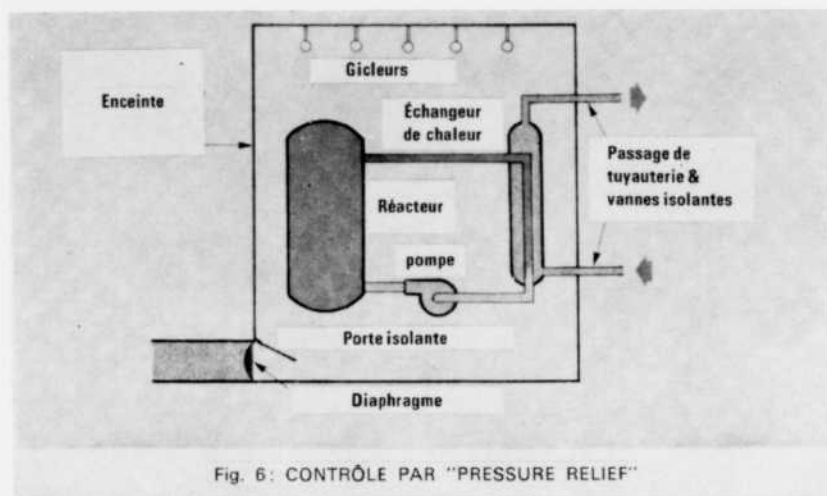


Fig. 6: CONTRÔLE PAR "PRESSURE RELIEF"

et les solides produits par la fission. De plus, si une fuite dans une gaine permettait l'échappement des produits de fission, ces produits seraient retenus dans le circuit de caloportage et immédiatement détectés par les moniteurs de radio-activité. L'accident maximum prévisible serait donc la rupture complète d'un collecteur du circuit de caloportage et la rupture des gaines de combustible par surchauffage, présumant que les systèmes de refroidissement d'urgence ne fonctionnent pas. Cet accident a pour conséquence une augmentation dans le bâtiment du réacteur, de la pression due à l'énergie dégagée par le caloporteur et une dispersion des gaz et solides radio-actifs libérés du combustible. Il est assumé que l'accident se produise dans des conditions atmosphériques défavorables, le vent étant dans la direction de la plus grande densité de population. L'inhalation de produits radio-

actifs devient dès lors le risque principal rattaché à ce type d'accident. La protection se fait par le contrôle de ces gaz dans l'enceinte du bâtiment du réacteur et leur dilution dans l'atmosphère.

En se basant sur les normes gouvernementales, on établit la quantité de produits radio-actifs qui peuvent être libérés du bâtiment du réacteur. En aucun cas, les doses de radiation permises pour une personne qui se tient à la périphérie de la zone d'exclusion entourant le réacteur, ou les doses cumulatives permises pour la population à proximité du réacteur ne doivent être excédées. Il appartient ensuite à l'ingénieur civil de concevoir une enceinte qui puisse contrôler les matières radio-actives en dedans des limites permises. Selon la densité de la population dans la région et le coût du terrain, différentes solutions ont été apportées à ce problème.

Dans les endroits peu peuplés, comme c'est le cas du réacteur NPD à Rolphton, le coût du terrain permet une plus grande zone d'exclusion et la densité de la population est assez faible pour que le contrôle des gaz dans le bâtiment du réacteur puisse être moins rigide. À NPD, on a utilisé un système à décharge de pression "Pressure Relief" tel qu'indiqué à la figure 6. En cas d'accident, l'augmentation de pression due à l'échappement du caloporteur occasionne la rupture d'un diaphragme et permet l'échappement des gaz à l'extérieur.

Une fois la pression abaissée, une porte ferme l'ouverture et un gicleur condense la valeur générée par le combustible. Comme la décharge à l'extérieur comprend une grande partie de l'air qui se trouvait dans le bâtiment au moment de l'accident, la concentration des produits radio-actifs évacués est réduite.

Dans les régions à plus grande densité de population, cette méthode permet toutefois une trop grande évacuation des produits radio-actifs dans l'atmosphère et un contrôle plus rigide des gaz est nécessaire. Ce contrôle peut être obtenu en construisant une enceinte à haute pression tel que montré à la figure 7. L'enceinte, qui est généralement en acier, est construite de façon à contenir la pression développée par l'échappement de liquide à haute température. Les gaz sont filtrés et relâchés par la cheminée d'une manière contrôlée. Lorsque le circuit de caloportage sort de l'enceinte,

des vannes isolantes doivent être utilisées pour assurer une complète étanchéité. Une autre méthode consiste à mettre toutes les machines dans la même enceinte, comme c'est le cas pour le réacteur Bonus à Puerto-Rico, figure 8. L'enceinte aura un volume beaucoup plus grand et la vapeur formée par la rupture du circuit de caloportage pourra se dilater, gardant ainsi la pression à un niveau raisonnablement bas, rendant plus facile la rétention des gaz. Un troisième système consiste à condenser la vapeur, supprimant ainsi la pression. Dans la méthode utilisée à Douglas Point, figure 9, une augmentation de pression dans le bâtiment actionne une douche qui doit condenser la vapeur à mesure qu'elle est formée et garder la pression à un bas niveau. Une autre méthode est employée à la centrale de Humbolt Bay en Californie, figure 10. Dans ce cas, le réacteur est entouré d'une enceinte. Toute vapeur formée dans cette enceinte doit passer à travers un bassin d'eau où elle se condense. Les gaz non condensables sont retenus dans un espace au-dessus du bassin. Une bonne partie des produits radio-actifs est retenue dans le bassin même.

Dans les systèmes préalablement décrits, les fuites de gaz permises dépendront des dimensions de la zone d'exclusion et de la proximité de la population. On peut s'attendre à une fuite allant de 0.1% du volume du bâtiment par jour comme c'est le cas pour plusieurs réacteurs américains à 0.1% du volume par heure comme à Douglas Point.

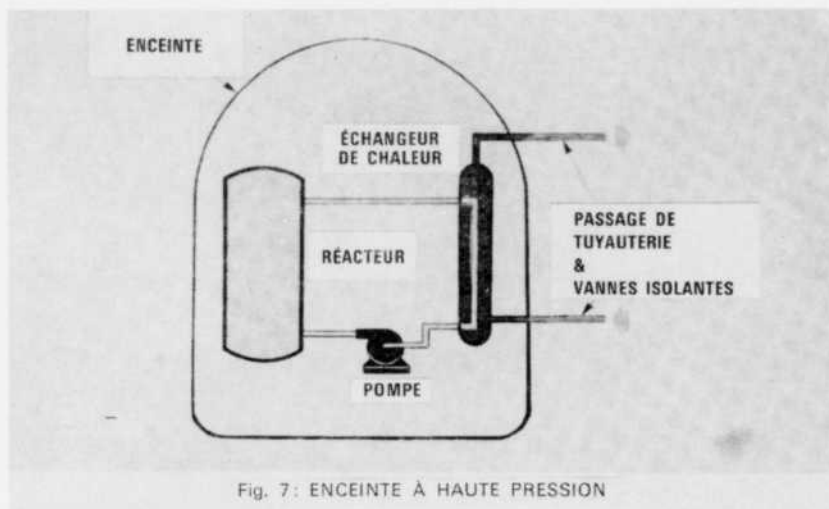


Fig. 7: ENCEINTE À HAUTE PRESSION

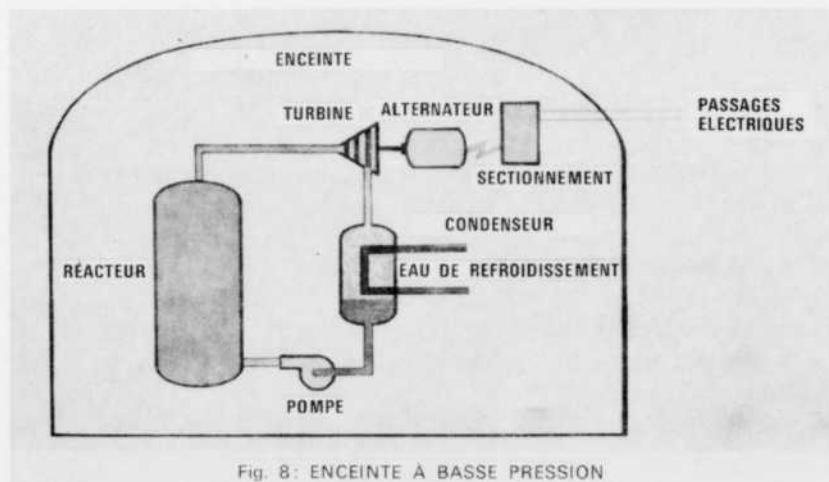


Fig. 8: ENCEINTE À BASSE PRESSION

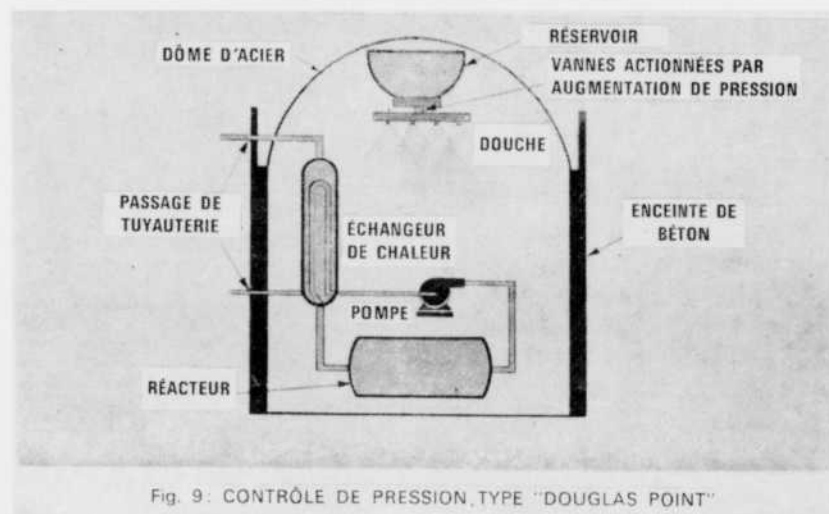


Fig. 9: CONTRÔLE DE PRESSION, TYPE "DOUGLAS POINT"

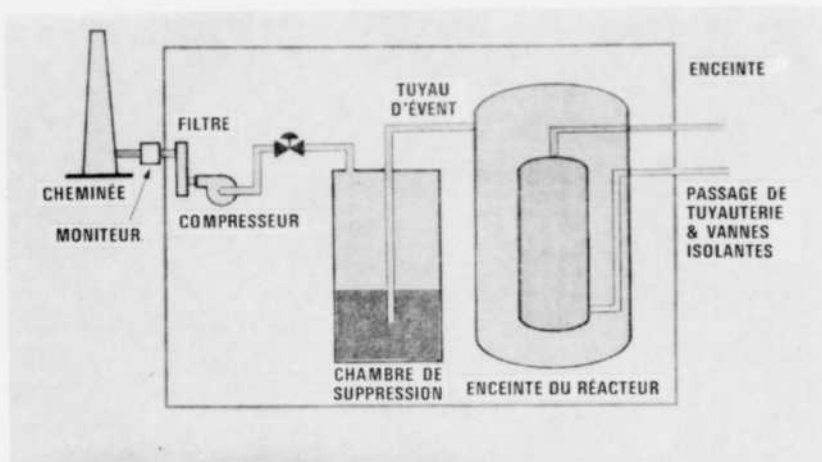


Fig. 10: CONTRÔLE DE PRESSION TYPE "HUMBOLT BAY"

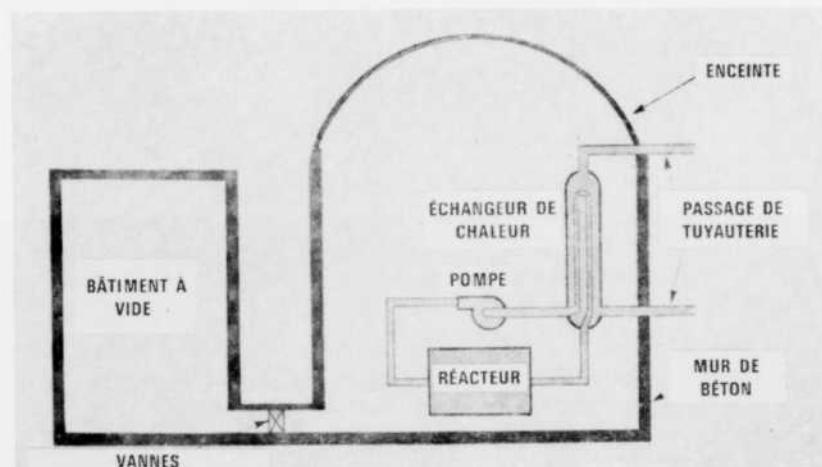


Fig. 11: CONTRÔLE À CENT POUR CENT TYPE "PICKERING"

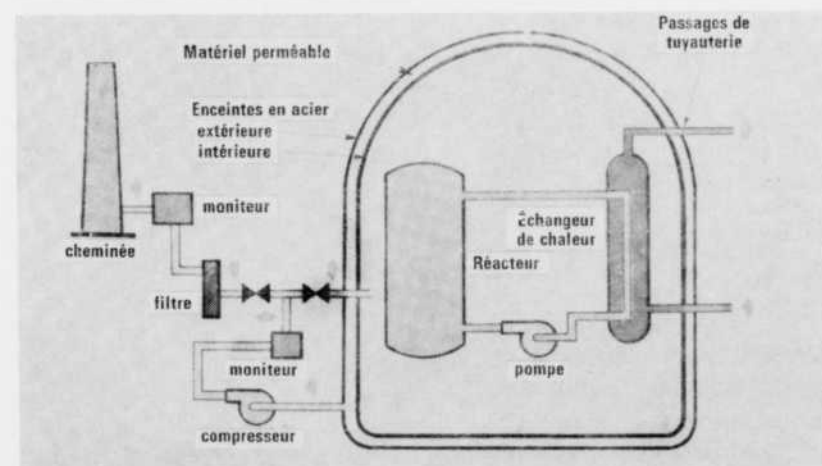


Fig. 12: CONTRÔLE À CENT POUR CENT TYPE "RAVENSWOOD"

Lorsque les réacteurs sont près d'endroits très peuplés, les pertes de gaz doivent être supprimées entièrement. Ceci est obtenu dans le cas de la centrale de Pickering près de Toronto, en connectant le bâtiment du réacteur à un bâtiment gardé à très basse pression, figure 11. Une augmentation de pression dans le bâtiment du réacteur permet l'ouverture d'une vanne connectant les deux enceintes. Les gaz se dilatent dans le bâtiment à vide où un gicleur condense la vapeur pour maintenir une basse pression. Deux bâtiments de réacteur peuvent être connectés à une même enceinte à vide. Une différente solution a été suggérée pour la centrale de Ravens Wood près de New York, figure 12. Ici on utilise deux enceintes en acier, séparées par un béton poreux "popcorn concrete". Toute fuite de gaz de l'enceinte interne est décelée, pompée, vérifiée par un moniteur et retournée à l'intérieur du réacteur ou évacuée par la cheminée selon l'activité qui s'y trouve contenue.

Finalement, si en plus des restrictions sécuritaires on désire éliminer complètement la zone d'exclusion, protéger le paysage ou se protéger contre les attaques aériennes en temps de conflit, on peut construire une centrale souterraine. Cette méthode s'avère cependant plus dispendieuse sur le continent américain.

#### Calcul des structures

Ayant considéré les différents cas à analyser et leurs solutions, regardons

dons maintenant les structures proprement dites. La figure 13 donne une coupe d'un réacteur modéré et refroidi à l'eau lourde. Le réacteur est placé au centre du bâtiment dans une enceinte recouverte d'acier à l'intérieur. Les murs de l'enceinte varient de 4 à 7 pieds et sont construits de béton à agrégats lourds tel que la limonite afin d'en augmenter la densité et d'en réduire l'épaisseur. D'un côté du réacteur, des salles d'entretien sont requises pour les machines de chargement. Ces salles sont protégées par de lourds boucliers de béton. L'accès permettant le passage des machines de chargement est protégé par des portes boucliers. Ces portes sont en général d'acier massif de plus d'un pied d'épaisseur. Fermées, ces portes sont scellées hermétiquement par des boyaux de caoutchouc pressurisés. Les échangeurs de chaleur sont situés de chaque côté du réacteur au niveau supérieur, de façon à garder l'inventaire d'eau lourde de caloportage à un minimum (l'eau lourde coûte présentement \$20.50 la livre) et sont suspendus à une structure d'acier. À cause des surpressions qui doivent être contenues en cas d'accident, il est pratique de donner au mur extérieur une forme cylindrique. Dans certains cas, comme à Douglas Point, le bouclier périphérique de 4 pieds agit comme enceinte étanche et résiste aux augmentations de pression. Le plus souvent, une coque en acier résiste à la pression et procure l'étanchéité nécessaire. Des tambours hermétiques permettent l'ac-

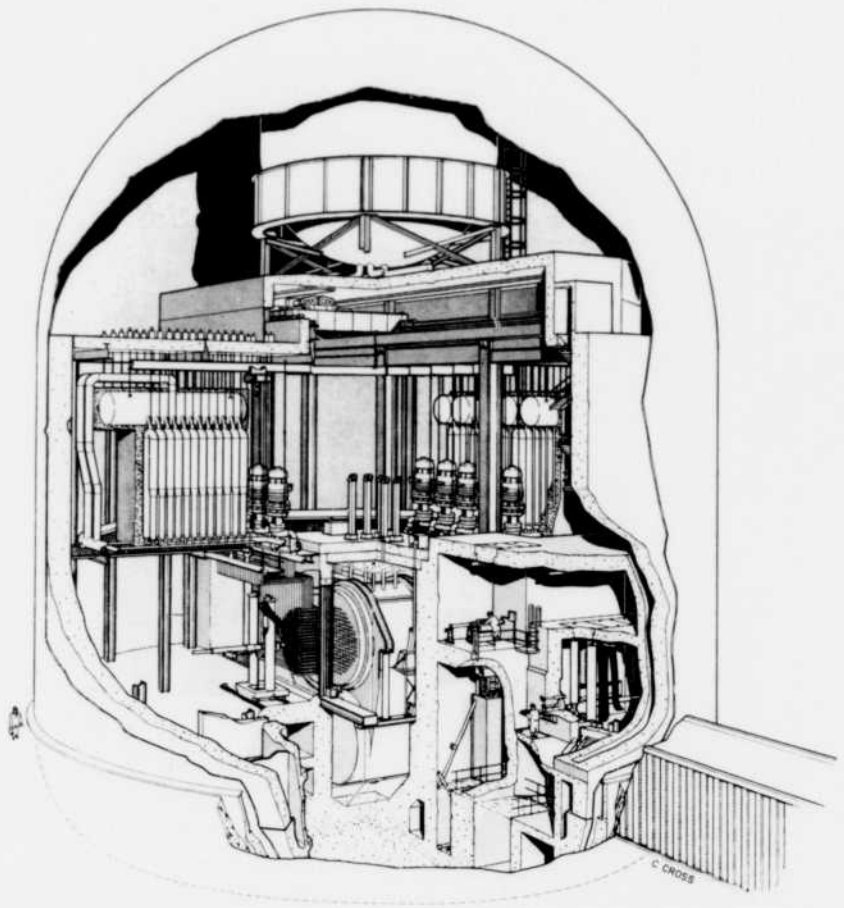


Fig. 13: COUPE D'UN RÉACTEUR MODÉRÉ ET REFOUILLI À L'EAU LOURDE

cès au bâtiment, sans briser la barrière d'étanchéité.

La disposition des réacteurs refroidis à l'eau bouillante, tel que considéré pour le Québec, est un peu différente. Les canaux de cuve sont verticaux, une seule machine de chargement fonctionne en dessous de la cuve. On y retrouve cependant des portes et des murs boucliers, et le problème d'étanchéité et de résistance à la pression existe toujours. Pour l'ingénieur civil, les considérations sont assez semblables dans les deux cas.

Le calcul proprement dit de ces structures diffère considérablement du calcul de structures conventionnelles. Premièrement, la forme circulaire du bâtiment, l'existence de zones accessibles durant la marche du réacteur et le besoin d'isoler et

de sceller ces zones, nécessitent une disposition interne très étudiée. Une disposition satisfaisante peut être obtenue normalement en groupant toutes les salles accessibles pendant la marche du réacteur. Ceci permet une réduction du volume des boucliers, une ventilation mieux contrôlée en plus d'éviter des pas inutiles. Les boucliers mêmes, peuvent être de béton ordinaire ou de béton lourd. Cependant, à cause de la rareté des agrégats, le béton lourd est plus dispendieux et il n'est employé que pour l'enceinte du réacteur, et aux endroits où les besoins d'espace exigent un bouclier le plus mince possible.

L'enceinte du réacteur est une structure assez imposante en elle-même. Elle peut avoir jusqu'à 50

pieds de hauteur et une surface de 20' x 30'. En général l'épaisseur de béton requise comme bouclier sera suffisante pour résister aux charges. La chaleur du réacteur, et en particulier l'énergie des neutrons, décrites au préalable, créent un écart de température assez considérable entre la face interne et externe de l'enceinte produisant de ce fait des moments considérables. Or, comme ces moments sont proportionnels à l'écart de température et à l'épaisseur de béton au carré, on peut difficilement résoudre le problème en ajoutant du béton. Lorsque le réacteur est submergé, on peut maintenir l'eau à une température assez basse pour garder les écarts de température en deça de limites acceptables. Si le réacteur n'est pas entouré d'eau, on devra refroidir les murs de l'enceinte par un circuit de refroidissement placé dans le béton.

L'enceinte étanche du bâtiment est probablement la partie la plus complexe à analyser pour l'ingénieur civil. Dans le cas de Candu à Douglas Point les pertes de gaz permises et la surpression en cas d'accident (6 psi ou 864 lbs/pi<sup>2</sup>) permettent l'utilisation du bouclier périphérique comme enceinte étanche. L'enceinte sera donc composée d'un cylindre en béton armé surmonté d'un dôme hémisphérique en acier. Les pertes de gaz en cas de surpression auront lieu principalement au joint entre le cylindre de béton et le dôme d'acier, aux passages de la tuyauterie, aux voies d'accès du personnel et de l'équipement et enfin par les fissures dans le mur de béton, selon l'étanchéité

du produit le recouvrant. Si l'armature est suffisante, le béton peut contenir des pressions assez appréciables. Seulement le craquement du béton à ces pressions devient inévitable et peut de plus être amplifié par les moments dus aux écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur du mur.

On peut minimiser de beaucoup l'effet de craquement et permettre des surpressions encore plus grandes en utilisant la précontrainte. Cette solution a été adoptée à la centrale EL-4 en France. Le cylindre est surmonté d'un dôme sphérique en béton précontraint. Bien que les passages de tuyauterie permettent encore certaines pertes de gaz en temps de surpression, on n'a plus de joint acier-béton entre le dôme et le cylindre. De plus, la précontrainte comprime le béton et réduit l'écoulement de gaz à travers les parois. Le calcul de ce type de structure sera un défi digne du spécialiste dans ce domaine. Des problèmes tels que la précontrainte du dôme, le calcul de l'anneau de compression à la périphérie du dôme et des moments et cisaillements entre le dôme et le cylindre peuvent être des plus intéressants.

Si l'on veut encore réduire les pertes de gaz et permettre une haute surpression, on a recours à une enceinte en acier. Cette solution est la plus répandue à l'heure actuelle. L'enceinte peut être de forme sphérique ou de forme cylindrique, avec un dôme sphérique et une base ellipsoïdale ou plate. Le bouclier périphérique peut être complètement

séparé de l'enceinte en acier. Dans ce cas, on peut laisser un espace entre le bouclier et le cylindre d'acier afin de permettre la dilatation et la contraction de l'acier selon les variations de température. De plus, on doit s'assurer que l'enceinte soit protégée par une épaisseur suffisante de béton contre les projectiles produits par la rupture de la tuyauterie ou d'équipement mécanique.

On peut aussi intégrer l'enceinte en acier au bouclier de béton afin de produire une structure "composite". Dans ce cas, la membrane d'acier est érigée et vérifiée sous pression pour les pertes de gaz, le béton est ensuite coulé contre la paroi qui sert de forme intérieure. Des blocs de béton ou du "gunite" sont utilisés pour recouvrir l'acier à l'intérieur contre les projectiles.

L'enceinte en acier sera construite en premier et sera pressurisée afin de juger de la qualité des soudures. La pression interne durant les essais ne devra pas permettre de dépasser les contraintes permises dans l'acier. Une fois les essais complétés, le bouclier de béton armé est coulé contre la face extérieure de l'enceinte et des essais pneumatiques à haute pression peuvent être exécutés une fois que les tambours d'entrée et les pénétrations pour la tuyauterie sont en place. On peut ainsi trouver d'une manière précise quelles seront les pertes de gaz en cas d'accident.

L'analyse des enceintes en acier est assez compliquée. En général, la pression interne en cas d'accident

sera le critère de base pour établir l'épaisseur de la membrane d'acier. Ensuite, les effets du vent des charges mortes et des tremblements de terre seront considérés. Les supports de la coque et de la structure interne constituent un problème tout à fait spécial. Dans le cas des enceintes sphériques, les solutions suivantes ont été apportées au problème. Pour le réacteur Yankee à Rowe, Massachusetts, une série de colonnes supportent la sphère à la ligne équatoriale. Un autre groupe de colonnes pénètre la sphère pour supporter uniquement les parties internes. Au réacteur de Dounreay, au Royaume-Uni, on utilise un double anneau en acier qui supporte en même temps la coque et l'intérieur. L'anneau doit être assez flexible pour permettre un certain mouvement de la sphère en cas de surpression ou de changement de température et en même temps doit être assez rigide pour soutenir la structure interne. De plus, comme la coque intersecte l'anneau en son milieu, le problème de construction pourra être assez complexe, surtout si les plaques d'acier sont épaisses ou si le diamètre de la sphère est assez grand.

Dans les deux cas que nous venons de mentionner, la coque n'est pas en contact direct avec le béton de fondation et peut donc être inspectée en tout temps. Cette caractéristique n'a pas été jugée essentielle dans d'autres réacteurs comme au réacteur Dresden dans l'Illinois, où une ceinture sphérique a été construite en utilisant des supports temporaires à la ligne équatoriale. L'enceinte vide a alors été vérifiée à haute pression pour les pertes de gaz. Ensuite, un radier de béton a été coulé sous la sphère pour supporter cette dernière ainsi que la structure interne. Un coussin de sable a été placé autour du radier pour permettre une transition douce entre la partie inférieure de la sphère fixée dans le radier et la partie supérieure qui est libre de se dilater.

Dans le cas des enceintes cylindriques, la partie inférieure est en général recouverte par le béton de fondation. Un problème se pose cependant lorsqu'il s'agit de choisir la forme la plus apte à résister aux hautes pressions. Si l'on utilise une base plate, les hautes pressions qui doivent être contenues (plus de 50 psi en certains cas) occasionneront la rupture de la base à moins d'ancrer le cylindre directement au roc ou de construire à la base un épais radier de béton afin de fournir la rigidité nécessaire pour résister aux efforts dus à la surpression. Ces solutions s'avèrent dispendieuses à cause des grandes pressions à résister. Une solution à l'autre extrême serait de remplacer la base plate par une hémisphère vu que cette forme est idéale pour résister aux pressions internes. Cependant, cette forme va nécessiter des excavations beaucoup plus profondes et une plus grande quantité de béton de remplissage. Un compromis est donc obtenu en utilisant une base hémisphérique. Les plaques d'acier sont en général un peu plus épaisses que pour une hémisphère, mais la forme permet de résister à de hautes pressions et les volumes d'excavation et de béton de remplissage sont très acceptables.

À l'heure actuelle, il existe une littérature assez abondante couvrant les divers cas à analyser; cependant, une partie du "design" doit être basée sur l'expérience acquise, c'est pourquoi la construction d'enceintes en acier demeure le domaine d'un petit groupe de compagnies spécialisées dans ce genre de travail.

Les enceintes "composite" ont été beaucoup moins utilisées que les enceintes d'acier, même si elles offrent la même étanchéité que ces dernières. Ici, l'épaisseur de plaques d'acier de la membrane interne est dictée par la stabilité sous les forces du vent et les charges mortes. La pression choisie pour les essais à basse pression ne gouverne pas. On peut donc tirer avantage de la

basse pression des essais et utiliser une base plate vu que la grosseur et le nombre d'ancrages pour retenir l'enceinte sont très acceptables pourvu que les fondations s'y prêtent. En cas d'accident, le poids du mur bouclier aidera aux ancrages à résister aux grandes surpressions.

La membrane d'acier est utilisée comme forme interne lors de la coulée du béton et des connecteurs peuvent être utilisés pour faire le lien entre l'acier et le béton.

On pourrait encore parler des problèmes propres à la conception et la construction des portes bouclier, tambours d'acier, etc. Tout de même, nous croyons que les domaines couverts indiquent suffisamment à l'ingénieur civil les problèmes nouveaux qu'il devra étudier et quelques-unes des solutions possibles.

Pour finir, il serait bon de mentionner que l'industrie de l'énergie nucléaire est encore très jeune et que le travail qui se fait par tous les corps de génie est du travail de pionnier. Aucune solution magique n'a encore été trouvée pour résoudre tous les problèmes. Tout de même, les normes de sécurité que l'industrie nucléaire a acceptées et le nombre de solutions imaginées pour rencontrer ces normes, font de la conception des centrales nucléaires un des domaines les plus prometteurs dans le génie pour les années à venir.

*L'auteur désire remercier les ingénieurs de l'"Atomic Power Department" de la "Canadian General Electric" qui ont bien voulu prêter leur concours en fournissant la plus grande partie des illustrations et en participant à la révision du texte. Il désire aussi remercier la direction de l'étude Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe, qui a rendu possible son stage de spécialisation à la Canadian General Electric ainsi que les ingénieurs et dessinateurs de cette même étude qui ont contribué à cet article.* ■

# La mise en oeuvre de réalisations et l'ENGINEERING

par J. DUBROEUCQ

## I — Les tâches d'engineering ne sont pas nouvelles

Lorsqu'un Promoteur envisage d'effectuer une réalisation quelconque, un certain nombre de tâches doivent être menées à bien qui conduisent d'abord à la décision d'entreprendre, suivie de la réalisation du projet.

Pour certaines de ces tâches est seul compétent le Promoteur, Maître de l'ouvrage : Définir pour l'essentiel la réalisation, en assurer le financement, en assurer la Direction et le Contrôle.

La fabrication des équipements, l'accomplissement des travaux et des montages sont du domaine des Constructeurs de matériel et des Entrepreneurs de travaux.

Reste entre ces deux domaines tout un ensemble de tâches :

- Études de conception et de rentabilité; Établissement des plans, des spécifications techniques et des devis, Planification technique et planification du budget, établissement des normes et des standards,
- Recherche des constructeurs et entrepreneurs,

— Rédaction et gestion des marchés,

— Inspection et Relance chez les constructeurs,

— Suivi de la construction, du budget et des délais,

— Réception des installations,

— Constitution d'un dossier d'exploitation, en vue notamment de l'entretien préventif,

— Mise en route,

— Coordination de toutes les tâches précédentes,

C'est ce troisième ensemble de tâches que recouvre le vocable "ENGINEERING", notion que nous pouvons essayer de définir brièvement ainsi :

"L'ENGINEERING est l'ensemble des études et des missions préparant et coordonnant une réalisation".

Depuis toujours, ceux qui ont concouru à réaliser un ouvrage ont effectué, à parts respectives fort variables, et ceci plus ou moins efficacement, de telles opérations d'ENGINEERING.

De nos jours, lorsque le Promoteur est suffisamment étoffé en moyens pour assurer lui-même l'Engineering minimum, certains pensent notamment que le reste peut pratiquement être réalisé par les Constructeurs.

En général le Promoteur se contente, dans ce cas, sur la base d'un Avant-Projet, d'une formulation assez générale de la demande. Il est alors souvent conduit à ne consulter que les grands constructeurs capables de traiter l'ensemble de chacun des lots en lesquels on a fractionné la réalisation, avec plus ou moins de précision ou de logique, car cela n'est pas toujours très facile.

## II — Une forme moderne d'engineering

Or, face à la complexité croissante des problèmes techniques et à l'ampleur croissante des investissements en jeu, ce qui se concevait hier à l'échelle humaine est devenu justifiable de se concevoir à l'échelle d'une équipe collective importante. A chaque instant, en effet, intervient dans de nombreuses dis-

ciplines la notion urgente et extrêmement importante du CHOIX, permettant de réaliser un ouvrage dans des conditions techniques et économiques optimales. De cette évaluation inéluctable du monde moderne sont nées des mises en oeuvre nouvelles des tâches d'Engineering.

Notre propos est d'analyser sommairement mais dans leur ensemble les incidences sur l'économie générale des réalisations modernes qu'est susceptible de comporter l'intervention d'une forme d'Engineering organisée spécifiquement pour répondre aux besoins de cette évolution. Pour la commodité de l'exposé, nous la dénommerons dans ce qui suit "Engineering organisé", étant bien entendu que l'organisation des missions d'Engineering n'est pas nécessairement l'apanage exclusif d'une telle forme. Nous en indiquerons d'abord les caractères essentiels et les grandes lignes des méthodes de travail.

#### *Les caractères essentiels*

Un tel Engineering organisé se trouvera donc être un Groupe important d'Experts, d'Ingénieurs Conseil, d'Ingénieurs, de Techniciens et d'Employés, qui se consacrent précisément à l'accomplissement des études et des missions d'Engineering nécessaires à la mise en oeuvre de réalisations.

Il peut s'agir d'un groupement de circonstances qui agit de manière coordonnée pour une réalisation donnée ou d'une équipe permanente spécialisée qui met ses connais-

*Que recouvre le terme "Engineering" que l'on trouve assez fréquemment dans certaines publications françaises consacrées aux réalisations de l'ingénieur ?*

*Nous avons cru que la communication qu'a bien voulu nous transmettre M. DUBROEUCQ à ce sujet intéresserait nos lecteurs et fournirait aux ingénieurs des précisions utiles.*

L'essor industriel s'étant produit particulièrement dans le Nouveau Monde depuis le début du siècle, c'est là qu'est née la notion de métier d'Engineering, et par voie de conséquence le vocable qui la désigne a fait carrière dans notre langue.

Souvent indûment utilisé en français de manière isolée pour recouvrir tour à tour l'une des significations partielles qu'il a dans sa langue d'origine lorsqu'il est précisé par un mot complémentaire, il prête ainsi parfois à de fâcheuses confusions et mériterait d'être redécouvert en bon français.

Tout simplement le mot "Engineering" nous apparaît susceptible de faire passer sans heurts la notion dynamique de création ordonnée d'une réalisation complexe que contient le mot "Engineering", tandis que les acceptions partielles des expressions américaines composées avec le mot "Engineering" n'appellent en rien un vocable rappelant peu ou prou cette phonétique. Ces dernières n'ont en effet jamais posé de problème d'équivalence en français, dès l'instant qu'elles ont dans leur langue une signification technique précise.

Par exemple, telle "Société d'Engineering" assurera l'engendrement de telle installation pétrochimique, et ce sera une Société d'Engendrement d'installations pétrochimiques.

On pourra parler d'un bureau d'Ingénieurs en Engendremments, mais si l'on nous parle de "Job Engineering", nous répondrons "Organisation du travail", et il n'y a aucune raison de changer.

ces et son expérience à la disposition de clients successifs, tant publics que privés. Dans l'un ou l'autre cas, un tel Engineering organisé ne doit exercer lui-même aucune activité de fabricant, de fournisseur ou d'entrepreneur et ne doit pouvoir être susceptible d'en favoriser aucun. Sa valeur repose sur l'importance, la variété et la compétence de son personnel, sur la valeur de son organisation et de ses méthodes. Un aperçu d'organisation type adaptée à sa mise en oeuvre dans le domaine sidérurgique par exemple, a été

donné par M. MILLER dans la présente revue<sup>(1)</sup>. Sans par conséquent y revenir, nous indiquerons simplement qu'une telle organisation, reposant sur une double articulation :

— de spécialistes des Techniques les plus variées (Techniques de base, Techniques générales, Techniques de contrôle de chantiers, d'Entretien Préventif), nécessaires à la mise en oeuvre de réalisations modernes, intervenant pour leur spécialité dans l'ensemble des affaires en cours,

(1) No 203, Février 1965, page 42.

—d'Ingénieurs d'Affaire, disposant des services de sections techniques spécialisées (Achats, Ordonnancement Plannings et Budget, Inspection Relance), conduisant chacun en ce qui le concerne de bout en bout une Affaire, est à même d'assurer, pour chacune des réalisations concernées, le concours de l'ensemble du potentiel spécialisé du Groupe, ainsi que la coordination efficace des Études et de la Réalisation.

#### *Les grandes lignes des méthodes de travail*

● *Au stade des études d'investigation*, un tel Engineering organisé apporte le rassemblement de sa documentation. Il réunit les Experts et les Spécialistes qualifiés pour présenter au Promoteur rapidement et correctement, en toute indépendance, des éléments fondés de décision.

● *Au stade des études de définition*, un tel Engineering organisé divise la réalisation à entreprendre en une sorte de quadrillage afin d'être sûr de ne rien oublier. Il est établi ainsi une nomenclature aussi complète et détaillée que possible de tout ce qui doit entrer dans la réalisation, ne laissant subsister ni vague, ni trou, ni recouvrement. Cette nomenclature est fractionnée en matériels et ouvrages spécialisés par branches. Sur ces bases précises, un budget et un planning valables peuvent alors être établis. Ce travail détaillé sera utilisé jusqu'au bout de la construction. On dispose ainsi d'un véritable outil de consultation, de comparaison, de discussion, de contrôle et,

si nécessaire, de retouches secondaires contrôlées.

● *Au stade de la réalisation*, l'Engineering organisé assure un suivi technique et financier avec une ampleur adaptée quant aux moyens (par exemple exploitation des renseignements par calculateur électronique), et apporte une équipe disponible de spécialistes d'Achat, d'Inspection, de Relance, de chantier, de mise en train de l'Entretien préventif.

Ces méthodes permettent de suivre d'une façon permanente, coordonnée et en profondeur, la réalisation sous tous ses aspects.

### **III — Les incidences sur l'économie d'une réalisation**

Si l'on confronte maintenant une telle mise en oeuvre de l'Engineering avec les procédures qui ne présentent que partiellement de tels caractères, notamment avec celles qui, en proportions diverses, divisent un Engineering de fait entre un Promoteur et des firmes productrices ou installatrices d'équipements, plusieurs incidences se dégagent d'elles-mêmes aux différents stades de la réalisation, par concentration et spécialisation de moyens autrement dispersés, et de ce fait moins efficaces :

#### *Sur l'efficacité et le coût des études*

1. Le recours à l'Engineering organisé met à la disposition d'un Promoteur le grand nombre de spécialistes qualifiés dans les disciplines toujours plus complexes, nécessaires à l'engendrement d'un ensemble moderne, et l'assure de par sa structure d'une coordination minutieuse, per-

manente et rodée, dont le rôle est capital dans cet engendrement.

Par rapport à la procédure qui fait exclusivement appel au Promoteur et aux Constructeurs, l'intervention de l'Engineering organisé évite la répétition, chez les divers constructeurs concurrents, des mêmes études générales et de leurs frais, qui dans ce cas se répercutent nécessairement en hausse sur le niveau moyen des devis de leurs affaires successives.

L'intervention de l'Engineering organisé donne néanmoins à l'ensemble des propositions émanant des constructeurs une qualité comparable, sinon améliorée, car ces propositions sont plus ajustées. De plus, les économies d'études générales faites par les constructeurs peuvent leur permettre, à prix de vente égal ou inférieur, de consacrer davantage d'études spécifiques à l'amélioration du matériel qu'elles proposent.

2. L'existence de l'Engineering organisé offre à chaque Promoteur la possibilité de n'avoir en permanence qu'un état-major restreint mais d'autant plus qualifié de conception, de direction et de contrôle : L'Engineering organisé dispense le Promoteur de se suréquiper en personnel et en locaux permanents d'Engineering, à l'occasion d'une pointe.

L'Engineering organisé n'assure que les prestations nécessaires à la réalisation en cause et le coût en est net.

### *Sur le devis des Constructeurs et Entrepreneurs*

3. L'existence d'une étude détaillée permet de faire participer à la concurrence d'excellents constructeurs spécialisés, généralement tenus à l'écart du fait de l'impossibilité dans laquelle ils sont de faire l'étude d'ensemble. L'élargissement du champ de la concurrence intervient ainsi favorablement sur les prix et sur les délais.
4. La précision des études permet de définir nettement et rationnellement les divers marchés constitutifs. Chaque constructeur est ainsi mis en mesure d'opérer dans sa bande d'activité propre, d'une manière bien délimitée, ce qui a pour conséquence l'amélioration, pour le Promoteur, des devis proposés par les constructeurs spécialisés.

### *Sur le coût des prestations à régler aux constructeurs*

5. La précision des devis, provenant de celle des spécifications techniques et de la nature complète du quadrillage qui a été effectué, évite que les offres des constructeurs laissent place à trop de frais dits imprévus.
6. Des gains sont consécutifs à la façon dont est suivie la réalisation à tous les stades. Les reprises ou modifications en cours de travaux sont ainsi faites à un moment où elles demandent moins de temps et coûtent moins cher.

### *Sur les frais de financement de la réalisation*

7. La connaissance précise au stade des études, en conséquence directe de leur précision et de la connaissance des techniques récentes de mise en oeuvre sur

chantier, entraîne de meilleurs délais de réalisation.

Ceci permet de donner aux pénalités leur sens exact et procure, concurremment avec les méthodes de relance, des gains importants sur les intérêts intercalaires, le matériel étant, de plus, mis en fabrication au bon moment.

8. Le respect des délais prévus de réalisation découle d'une part de la bonne connaissance de la qualité, de la charge de travail, de la régularité, de la ponctualité des constructeurs et entrepreneurs, et d'autre part de l'efficacité des méthodes de suivi de planning et de relance, ces dernières permettant de déceler à temps les retards à la source (fournisseurs et soustraitants) et d'y porter remède immédiatement.

### *Sur les coûts de fonctionnement et de mise en route*

9. La recommandation de solutions techniques épousant au plus près les conditions particulières du problème considéré amène des économies de fonctionnement. Du fait de la précision de ses études, l'Engineering organisé est en mesure d'opérer un fractionnement judicieux de "lots" qui, en cas d'études plus superficielles, ont des contours plus vastes.

Cette méthode permet de choisir le mieux adapté de chaque sous-ensemble et de rationaliser ainsi le fonctionnement général, ce dont chaque constructeur attributaire d'un lot important ne peut pas faire bénéficier le Promoteur; cela pour des raisons commerciales évidentes (accords sur licences...).

10. L'imposition des mêmes normes et standards aux divers constructeurs entraîne des économies de fonctionnement par le biais des rechanges.

11. La vérification systématique des études de matériel des constructeurs évite des erreurs génératrices de dépenses supplémentaires de réparation ou de modification en cours de construction ou d'exploitation.

12. L'élaboration du dossier technique définitif facilite l'entretien et en réduit les dépenses, encore mieux cernées si l'on a mis en place les méthodes de l'entretien préventif.

13. Au moment crucial du démarrage, un suivi sans défaillance de la mise en route met à même le Promoteur de s'assurer de sérieuses économies en évitant à coups, pertes de temps ou retards.

### **IV — Conclusion**

Lorsqu'elles sont correctement appliquées, les diverses formes de mise en oeuvre de réalisations sans intervention de l'Engineering organisé sont loin d'être sans valeur.

Cependant, absence ou insuffisance d'études préalables, imprécision des études de définition, caractère approximatif des devis et plannings, insuffisance de la connaissance de la structure de certaines industries, des possibilités réelles de certains fournisseurs, des conditions du marché, de techniques récentes, appel trop limité à la concurrence, insuffisance de normalisation, de surveillance des travaux en usines et sur le chantier, de contrôle de qualité, de coordination, constituent quelques-unes des lacunes courantes dans les mises en oeuvre de réalisations.

C'est en se mettant en mesure de combler ces lacunes par le recours à de l'Engineering organisé que le Promoteur d'une réalisation peut alléger son rôle, le rendant plus efficient, minimiser ses risques en ne laissant rien au hasard, et prendre de bonnes options sur tout ou partie des économies substantielles que nous avons indiquées. ■



Circulation libre...  
(volume faible)



encore libre...  
(volume moyen)



congestionnée  
(volume = ?)  
(vitesse : faible)

## PEUT-ON CONTRÔLER OU AMÉLIORER LA CIRCULATION?

# Le rôle de l'ingénieur dans les études de circulation routière

par JEAN GRANGER

La circulation routière a pris depuis quelques années une ampleur considérable. Le nombre de véhicules enregistrés n'a cessé d'augmenter depuis 1910 et il a plus que quintuplé de 1945 à 1961. Dans le Québec, il y avait 228,000 véhicules enregistrés en 1945 et près de 1.2 million en 1961 pour une population de 5.4 millions de personnes, soit environ deux véhicules par 9 personnes (figure no 1).

Durant ce temps, le réseau routier n'a cessé de grandir mais à une

cadence plus lente. En 1945, la longueur des routes améliorées était de 22,800 milles et en 1961 de 34,200 milles, soit une expansion de 50% alors que le nombre de véhicules augmentait de 500% et que l'utilisation de chaque véhicule augmentait aussi. D'après les quelques chiffres indiqués ci-dessus, il est facile de déduire que le taux d'utilisation du réseau a augmenté considérablement. Cette augmentation dans l'utilisation a créé, à certains endroits, des densités de cir-

culacion si considérables que les arrêts de circulation, phénomène associé aux hautes densités de circulation, deviennent de plus en plus fréquents, le niveau de congestion étant atteint ou imminent. La situation du problème routier décrite pour le Québec est assez représentative de l'état des réseaux routiers dans plusieurs provinces du Canada et de nombreux états américains.

L'accroissement considérable du volume de circulation routière a conduit au développement d'une

forme particulière du génie routier, la circulation routière, dont l'objectif est l'étude du comportement et du contrôle des flots de véhicules automobiles. C'est l'aspect mouvement des véhicules dans toutes ses incidences qui constitue la raison d'être de cette spécialisation et qui fait aussi l'objet de cet article. Dans les paragraphes qui suivent, l'auteur s'est efforcé de faire une brève description des éléments impliqués dans les études de circulation et le rôle de l'ingénieur dans ce domaine.

### Introduction

Pour l'ingénieur en circulation, le phénomène comporte au moins deux parties complémentaires: les éléments constituant d'un flot de circulation et les modes d'opération de ce flot. Au-delà de l'opération actuelle, et causée par celle-ci, quand on considère la fréquence des problèmes de congestion, il y a lieu d'ajouter la planification. En tenant compte des caractéristiques des éléments et des buts à atteindre, il lui est alors possible de concevoir et réaliser des conditions de circulation rapide, confortable et sûre. Ces conditions sont à la fois nécessaires et exigées.

### Caractéristiques des éléments

Pour fins d'étude du comportement, l'ingénieur en circulation considère toujours le complexe homme-véhicule comme une seule entité de circulation. Toutefois, il doit se souvenir que chacun des deux éléments a des propriétés qui lui sont propres et que le mouvement du complexe est le résultat de l'interaction des éléments constitutants.

À son point de vue, le conducteur est un être intelligent à qui on pourra communiquer des messages, tels que vitesses limites, directions,

etc... capable d'apprendre et d'ajuster son comportement suivant des directives. C'est aussi un être humain émotif qui dirige son véhicule un peu suivant son humeur, sa hâte, son plaisir. C'est enfin un être qui a des habitudes et des goûts qui lui sont propres. Chacune de ces caractéristiques contribue de façon certaine, mais non uniforme, à l'opération de son véhicule. C'est ainsi que les résultats d'une enquête non scientifique faite par un journaliste (*Popular Sciences*, Mai '64) sur la différence de comportement des hommes et des femmes au volant d'une auto permettraient de conclure que les femmes conduisent aussi bien, peut-être mieux que les hommes, mais qu'elles sont beaucoup moins constantes dans leur opération, leur émotivité et leur degré de préoccupation étant les principales causes de variation.

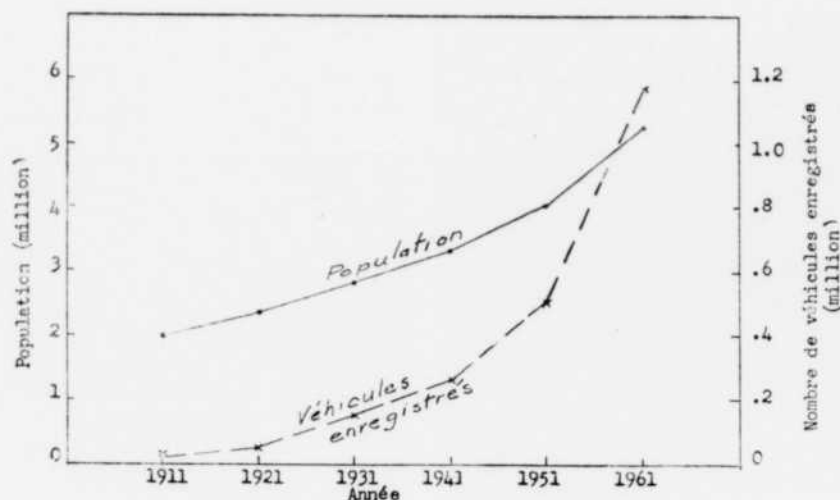
Par ailleurs, les véhicules opérés par les conducteurs ont aussi des caractéristiques physiques dont il faudra tenir compte, soit leurs dimensions, en particulier la hauteur pour un camion, le poids, la puissance du moteur, la capacité de freinage, la mobilité de direction, la

portée de l'éclairage, enfin toutes les particularités qui sont propres au véhicule et qui, combinées avec celles du conducteur, en font un complexe compatible avec un flot de circulation ou un danger public ou presque.

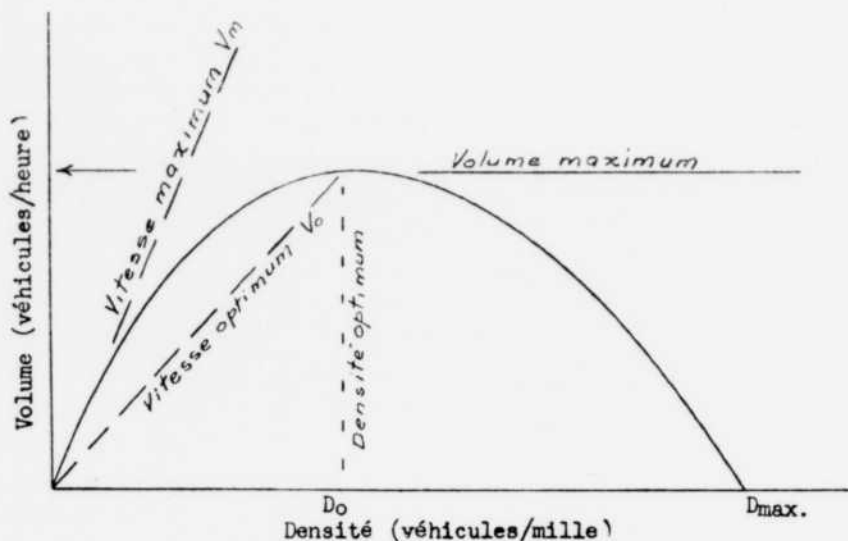
### Modes d'opération

Le complexe homme-machine en mouvement, répété à plusieurs exemplaires, constitue un flot de circulation dont chaque composant a une vitesse égale ou différente de la vitesse moyenne du flot, une origine et une destination qui lui est propre après avoir franchi une certaine distance dans une direction donnée. Dans son mouvement, le flot pourra être continu comme sur les routes interurbaines ou discontinu comme en région urbaine.

Dans l'état actuel de la connaissance, la vitesse moyenne de circulation d'un flot de véhicules est le meilleur outil disponible pour connaître les conditions de circulation, car elle dépend du degré d'occupation de la route (densité) et conditionne le débit de la route. En effet, le volume de véhicules qui



(FIG.1) Accroissement de la population et du nombre de véhicules enregistrés dans la province de Québec.



(FIG.2) Relation volume - vitesse - densité

passent à un endroit donné, en un temps donné (nombre de véhicules par heure) sera grand si la densité est plutôt faible, mais la vitesse relativement grande, par contre, le volume sera faible, si la densité est élevée, car alors la vitesse sera faible. En effet, si la route est congestionnée, chacun sait par expérience que la vitesse diminue, alors que s'il y a peu de véhicules, chacun cherche à voyager à la vitesse maximum compatible avec la sécurité et le confort. C'est cette relation volume-vitesse-densité qui est illustrée par la figure II. On voit que le volume maximum possible est obtenu lorsque le flot de véhicules de densité "d<sub>o</sub>" circule à une vitesse V<sub>o</sub>. Dans la figure, la vitesse est donnée par la pente du Vecteur et on voit que le vecteur V<sub>o</sub> a une pente inférieure à V<sub>m</sub> (vecteur tangent).

Grâce aux informations recueillies jusqu'ici et aux recherches expérimentales faites dans ce domaine, l'ingénieur en circulation sait maintenant comment contrôler le flot de circulation dans plusieurs conditions pour obtenir les meilleures conditions de circulation possibles. On verra par exemple, un peu plus loin,

l'effet du contrôle du degré d'occupation sur le débit d'un tunnel.

Lorsque la circulation doit être réglementée par des feux de circulation (mouvement discontinu), ce qui est la situation de toutes les zones urbaines, la synchronisation des feux de circulation, et mieux encore le contrôle des feux de circulation par une calculatrice électronique sont des techniques qui permettent au flot de véhicules de circuler avec le minimum de délais et le meilleur confort possible. Les résultats obtenus avec une étude pilote à Toronto ont été si encourageants que cette ville s'est maintenant équipée d'un système électronique de contrôle pour toute la ville lequel système est en opération depuis l'automne 1963.

Pour pouvoir établir et maintenir une circulation efficace, le stationnement de courte durée (quelques minutes) ou de longue durée (plusieurs heures) devra être contrôlé et localisé de façon à desservir le mieux possible les destinations auxquelles tendent les conducteurs tout en conservant à la circulation le maximum d'efficacité. La localisation et la disponibilité du stationnement ayant une répercussion di-

recte sur la distribution de la circulation, particulièrement dans les régions urbaines, il devient donc de plus en plus nécessaire de bien définir et solutionner (ce qui est beaucoup plus difficile) cette incidence du problème sur la circulation.

D'autres moyens moins spectaculaires mais aussi très importants sont tous les signaux routiers qui renseignent les conducteurs et contribuent à leur sécurité et leur confort. Il est de la responsabilité de l'ingénieur en circulation de les bien localiser et de choisir des dimensions de panneaux et des caractères faciles à percevoir et très explicites tout spécialement ceux qui accompagnent les échangeurs de circulation.

Il est enfin une autre série de considérations qui affectent aussi bien la vitesse de circulation que la sécurité et le confort, ce sont les caractéristiques géométriques de la route. En effet, ces caractéristiques géométriques de la route permettent d'établir la vitesse permmissible sur une route (flot continu). Maintenant on sait coter une route ou un segment de route en fonction du degré de courbure des courbes, de l'inclinaison des pentes, de la largeur des allées de circulation et du pourcentage de la longueur où la visibilité excède une longueur minimum. Cette technique de cotation est utilisable autant pour établir les limites de vitesses que pour servir d'outil de planification. En effet, grâce à un tel outil, il devient possible de coter toutes les routes ou segments de route et d'établir un tableau des urgences dans les travaux d'amélioration. Les caractéristiques géométriques auront aussi un effet marqué sur la circulation urbaine. Le dessin et la position des îlots de canalisation auront, en particulier, une répercussion sur la facilité d'orienter les flots de véhicules.

## Planification

À cause du nombre sans cesse croissant de véhicules et de l'écart grandissant entre le taux d'accroissement du nombre de véhicules et celui du taux d'amélioration du réseau, il devient de toute première nécessité d'établir un plan d'ensemble et de définir les étapes de réalisation. Il faut planifier pour essayer de minimiser ou éliminer les problèmes de congestion, pour continuer le développement rationnel du réseau, pour définir l'ordre de priorité des travaux de réfection et d'amélioration et enfin pour optimiser l'utilisation des argents (toujours insuffisants) que la législature appointera à l'item route et circulation.

La planification est un aspect du problème de la circulation sur lequel un certain contrôle est possible et qui est à la source d'un développement rapide et efficace ou, en son absence, spasmodique et quelquefois incohérent.

En effet, les relevés de circulation, nombreux et variés, qui sont en cours ou prévus, fournissent des informations de plus en plus précises sur le comportement des flots de véhicules, sur les goûts et les habitudes des conducteurs, et il est maintenant possible d'anticiper, jusqu'à un certain point, le mouvement des véhicules. On connaît assez bien les périodes de pointes quotidiennes, hebdomadaires, saisonnières et on se sert de plus en plus de ce genre d'information pour définir les distributions de circulation dans les différents secteurs concernés. Grâce à ces modes de distribution, on peut établir le plan général de circulation qui doit ou devrait toujours être en accord avec le plan-directeur d'une région ou zone donnée. Un défaut de conformité entre le plan de circulation et le plan-directeur de développe-

ment aurait pour effet de créer des zones propices à la congestion et aux arrêts de circulation, conditions qu'il est possible de prévoir et d'éliminer dans les secteurs en développement ou de minimiser dans les régions déjà développées.

D'autre part, un réseau routier croît continuellement, car il existe une interaction entre l'utilisation de nouveaux sites et l'expansion du réseau routier. Que ce soit dans des régions rurales ou urbaines, l'ouverture de nouvelles routes ou l'amélioration de routes existantes a pour effet de favoriser l'utilisation des terrains au voisinage de cette facilité. Par ailleurs, la construction de résidences dans une zone développée cause la construction de routes. Comme les fonds disponibles pour la construction et la réfection des routes sont toujours limités, il faut un ordre de priorité dans l'urgence des travaux.

Pour établir cet ordre de priorité, du moins dans la réfection des routes existantes, on dispose maintenant du rugosimètre (roughometer), un instrument développé durant l'essai routier AASHO dans l'état de l'Illinois au cours des années 1958-1960. Conçu pour mesurer les changements de pente du pavage dans son profil longitudinal, cet appareil permet de déduire le degré de confort que la circulation sur cette route produit. Combinant l'information confort et état du pavage, fissures dans le pavage et degré d'intégrité de la surface de roulement, on peut déduire l'indice d'utilisation actuel du pavage.

Lorsque l'indice d'utilisation du pavage a atteint une certaine valeur minimum dont le chiffre dépend du système d'évaluation utilisé, l'expérience accumulée indique que des réparations majeures s'imposent. Par ailleurs, lorsque l'indice est supérieur à la valeur minimum, la gran-

deur de l'indice peut servir à indiquer la nature de l'entretien à considérer pour chaque zone ou partie de route observée.

Dans notre conjoncture actuelle, c'est-à-dire un accroissement soutenu du nombre de véhicules sur un réseau de plus en plus chargé, il devient urgent, sinon absolument nécessaire, de planifier, surtout dans les régions urbaines, car les problèmes de congestion y deviennent de plus en plus nombreux.

Grâce aux moyens dont il dispose, l'ingénieur en circulation est maintenant en mesure de coter la qualité de circulation des routes et d'établir les ordres de priorité des travaux à faire pour maintenir une circulation sûre et confortable. Il est ainsi capable de faire les recommandations appropriées (montant et moment) pour l'apportionnement des argents requis pour maintenir le réseau en opération et éviter qu'il ne soit détérioré avant terme par manque de soins adéquats et pour le développer de la façon la plus utile à la population et à l'économie de la région et du pays.

## L'ingénieur en circulation

On réalisera facilement, par l'exposé qui vient d'être fait, que l'aspect circulation est une phase nouvelle du génie routier et elle n'est pas familière au constructeur de routes. Le fonctionnement d'un flot de circulation est un problème nouveau dont les techniques d'analyses n'existent que depuis quelques années, et en conséquence, le nombre de spécialistes dans ce domaine est très limité. Cette nouvelle forme du génie routier aura, dans les années à venir, une importance de plus en plus grande et viendra contribuer au travail de l'équipe des ingénieurs routiers.

## Quelques exemples

Pour illustrer le mode d'analyse utilisé dans l'étude des problèmes de circulation et l'efficacité des méthodes employées deux études sont décrites sommairement dans les paragraphes qui suivent.

### A — *Mouvement continu*

Dans le but de connaître les causes des arrêts de circulation résultant de l'encombrement des routes, plusieurs essais ont été faits, et de ceux-ci, les essais faits par les chercheurs de General Motors Corporation sont particulièrement intéressants.

En 1959, ces chercheurs établissaient, par des essais sur leurs pistes, que lorsque deux véhicules se suivent sans pouvoir se doubler, le comportement du véhicule suiveur est principalement fonction de la vitesse relative entre les deux véhicules. Ils ont pu ainsi quantifier l'équation psychologique: la grandeur de la réaction du véhicule suiveur (donc son comportement, soit accélération ou décélération) dépend de l'intensité du stimulus (la vitesse relative) et aussi de la sensibilité du conducteur au stimulus.

Par ailleurs, si plus de deux véhicules circulent dans ces conditions restrictives, l'accélération ou le freinage des véhicules créent dans le flot de véhicules des variations de densités de véhicules assimilables à un phénomène de propagation d'ondes. Ces ondes dont la grandeur est la distance entre véhicules se développent parce que tous les conducteurs ne réagissent ni au même moment ni avec la même intensité. Une accélération du véhicule meneur affectera surtout les trois ou quatre véhicules qui suivent immédiatement, mais si le changement de vitesse est une décélération, il im-

pliquera nécessairement un plus grand nombre de véhicules et peut-être un tamponnement en série. Donc, pour remédier à ce problème il faut essayer de créer et maintenir un flot en constante accélération si faible soit-elle et laisser circuler un flot en peloton de façon à ce que le tamponnement en série soit peu probable. Cette conclusion a été obtenue en étudiant les théories cinématiques sur la propagation des ondes, et en appliquant les prédictions théoriques pour déterminer la dimension des pelotons.

Une expérience sur grande échelle menée par le Port of New York Authority dans le Lincoln Tunnel où les véhicules circulaient par peloton (à l'entrée du tunnel, on interrompait la circulation pour dix secondes toutes les deux minutes) a donné les résultats suivants: augmentation du volume du trafic accommodé par heure de 5 à 10%, diminution de pannes de moteur de 25%, diminution des besoins de ventilation, ce qui s'est traduit en économie dans le coût d'opération du tunnel.

### B — *Mouvement discontinu*

Une étude pilote, dirigée par M.S. Cass, ingénieur en circulation aidé de la firme Traffic Research Corporation, commencée en 1959 et terminée au printemps 1961 dans une zone très achalandée de Toronto a établi que la vitesse moyenne de circulation peut être accrue en contrôlant les feux de circulation en fonction de la densité du trafic qui s'en approche. Dans le circuit d'une série de feux de circulation contrôlés à distance, on a introduit une calculatrice électronique capable d'analyser très rapidement les volumes de trafic approchant chacun des feux considérés et d'ajuster continuellement la durée des cycles pour obtenir les conditions de cir-

culacion optima. Aux heures de pointe du matin et du soir, les délais moyens ont été diminués de 25% et 11% respectivement, et les congestions diminuées de 28%. De tels résultats ont conduit au développement et à l'installation d'un système élaboré de contrôle des feux pour la ville de Toronto.

Comme on peut s'en rendre compte, les techniques d'analyse utilisées en circulation sont nouvelles et font appel aux mathématiques assez avancées, à la statistique ainsi qu'à des sciences comme la dynamique des fluides et les recherches opérationnelles.

## En guise de conclusion

L'ingénieur routier a construit des routes qui ont attiré une circulation de plus en plus grande et dont l'opération prend une place chaque jour plus considérable tout particulièrement du point de vue économique. Les gens qui utilisent la route attendent d'elle, rapidité, sécurité et confort et ils y ont droit. Aussi, l'ingénieur en circulation doit-il utiliser toutes les connaissances disponibles pour maintenir ou rétablir les qualités de circulation.

Dans cet exposé, l'auteur a voulu décrire brièvement les concepts d'analyse impliqués dans les problèmes de circulation ainsi que les techniques utilisées. Il a aussi voulu montrer que l'on connaît maintenant beaucoup mieux le comportement des flots de véhicules, les résultats d'analyses théoriques étant confirmés par les études expérimentales. Ainsi donc, il n'est peut-être pas utopique de penser que sous peu on saura maintenir presque continuellement des conditions de circulation rapide sur les routes et même, prévenir à temps la plus grande partie des arrêts de circulation dus à la congestion. ■

# Manicouagan 5 pourvu de pertuis de restitution uniques au monde

par PIERRE BACAVE, ERNERST PARISET et PAUL-ÉMILE DROUIN

## Introduction

Dès 1960, la Commission hydro-électrique de Québec entreprenait l'aménagement de la rivière Manicouagan, important tributaire de la côte Nord du fleuve Saint-Laurent. Quatre sites sont ou seront équipés. Sis à la tête de cet ensemble, Manicouagan 5 en est sans conteste la pièce maîtresse, par l'envergure de l'ouvrage (le plus grand barrage à voûtes multiples au monde), par le volume de la retenue (5,000 milliards de pieds cubes), par la puissance installée (1,768,000 H.P.).

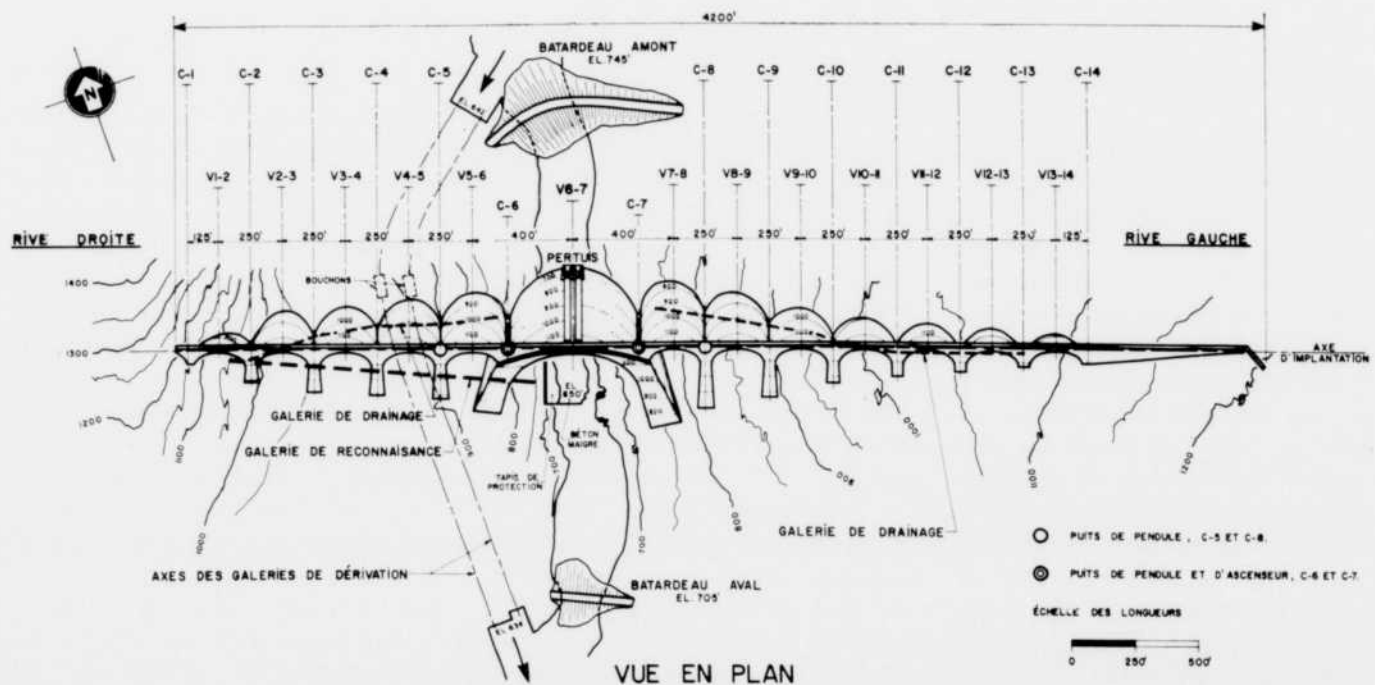
La construction du barrage commencée en 1963 s'achèvera en 1968. Pour faire face à la montée rapide des besoins énergétiques du Québec, la Commission devait commencer au plus tôt le remplissage de la retenue qui prendra près de 7 années d'hydraulicité moyenne. Le 1er août 1964, soit moins de deux ans après la mise en place des premiers bétons, les galeries de dérivation provisoire ont été fermées.

Afin d'assurer, avec une séquence construction-remplissage aussi serrée, la sécurité des travaux et une

mise en charge progressive et contrôlée des bétons, des pertuis de fond ont été prévus au pied de la grande voûte centrale.

Ils consistent en deux pertuis blindés de section rectangulaire prolongée au-delà du parement aval par des sauts de ski. Le contrôle est assuré par deux vannes secteurs de 11' 0" x 14' 5" protégées, au parement amont, par deux vannes chevilles de garde, 13' 3" x 19' 0".

La voûte centrale enjambe un étroit canon aux parois relativement



abruptes, surtout rive droite, partiellement comblé par des dépôts alluvionnaires sur une hauteur dépassant par endroits 200 pieds. Ce remplissage a dû être enlevé pour amener jusqu'au fond du canon les fondations de la voûte. Afin d'assurer la stabilité des rives soumises aux charges considérables transmises par les contreforts d'appui de la voûte, le remplissage alluvionnaire a été remplacé, sur quelque 300 pieds à l'aval de la voûte, par du béton maigre arasé sensiblement à la côte de l'ancien lit de la rivière. Il fallait s'assurer d'une part que les jets restitués ne pourraient porter atteinte à la stabilité du rocher d'appui des contreforts (surtout rive droite, la plus abrupte), et d'écartier d'autre part tout risque d'érosion régressive du béton maigre. C'est ce à quoi s'est attachée la conception hydraulique de l'ouvrage.

### Conception hydraulique

#### *Restitutions de fond*

La conception de l'ouvrage de restitution a été dominée par deux considérations hydrauliques:

— Éviter dans la mesure du possible l'apparition de cavitation ou de fluctuation de pression, deux causes fréquentes de dommage des ouvrages évacuateurs sous forte charge.

— Assurer une dissipation d'énergie permettant de dissiper près de 2 millions de chevaux (35,000 c.f.s. sous 505 pieds) sans attaque des berges de la rivière ni du pied du barrage.

Le risque de cavitation est, évidemment, le plus grand aux vannes de réglage de débit et à leur aval jusqu'à ce que la vitesse de l'écoulement ait été réduite.

#### *Les vannes de réglage*

L'expérience et les études que nous avons conduites pour des cas plus ou moins analogues, nous ont immédiatement conduits à sélectionner les vannes secteurs comme organes de réglage de débit. À cause de leurs rainures, les vannes levantes, wagon, ou même chenille ne peuvent pas être exploitées sans cavitation sous des charges nettement supérieures à 250 pieds. Les vannes à jet creux ou les vannes pointeaux auraient pu permettre un fonctionnement sans cavitation, mais se prêtaient mal au code de dissipation d'énergie imposé par les conditions aval. La dimension des vannes secteurs a été imposée par la nécessité de passer 35,000 p.c.s. sous 246 pieds; ces dimensions sont 14' 5" de haut par 11' de large.

#### *Les vannes de garde*

Pour permettre leur entretien, les vannes secteurs sont protégées par

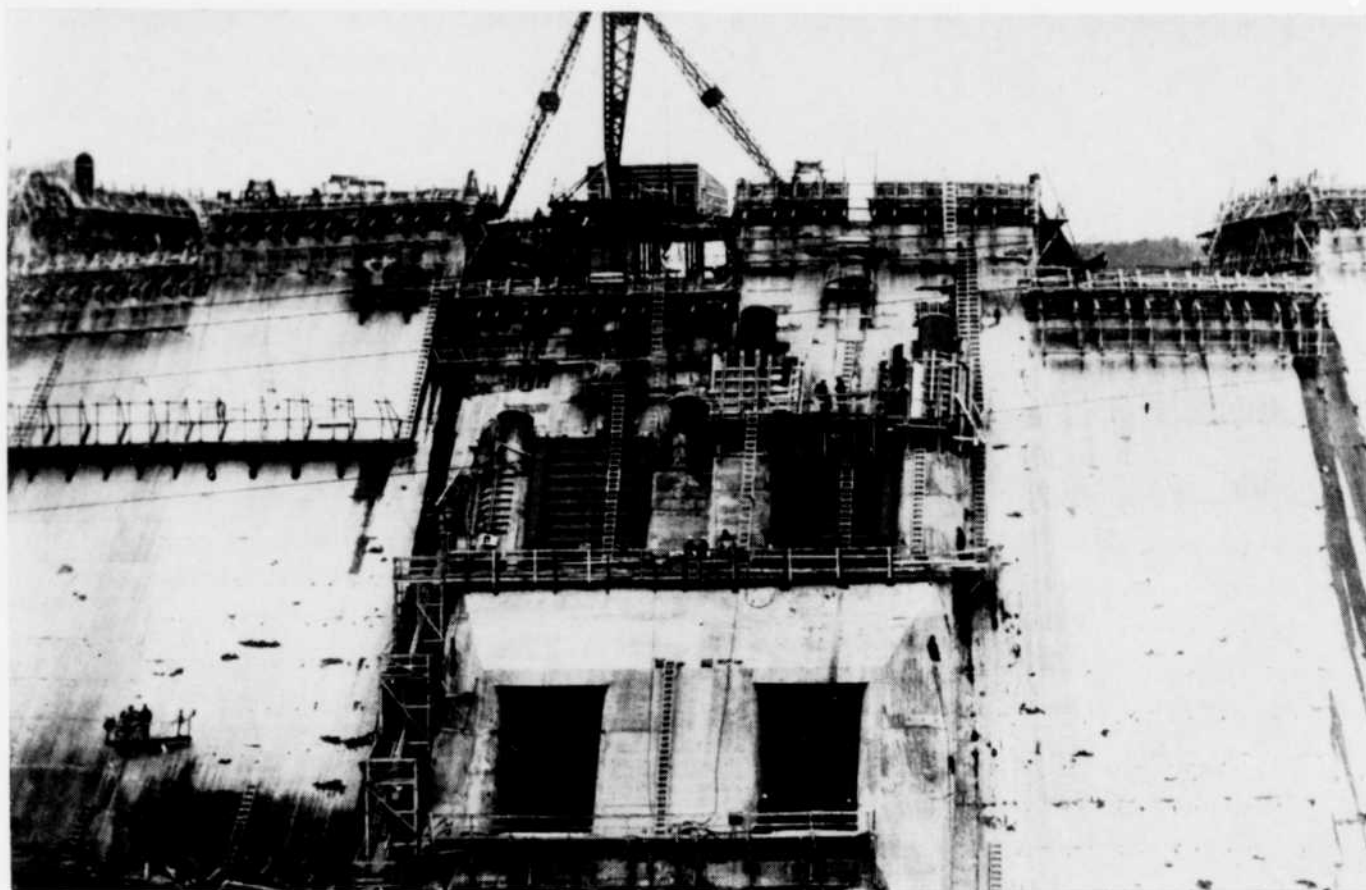
des vannes de garde. Ces vannes de garde, à l'amont du barrage, devaient pouvoir être remontées à la surface pour leur entretien périodique. Elles devaient donc être du type vannes levantes, et se déplacer dans des rainures.

Pour éviter une cavitation permanente dans ces rainures, la dimension de ces vannes est supérieure à celle des vannes secteurs. On diminue ainsi leur tendance à caviter, à la fois en réduisant la vitesse de l'écoulement et en augmentant la pression moyenne. Pour limiter cet accroissement de section et mieux répartir la pression sur les chemins de roulement, on a choisi des vannes de garde du type chenille qui permettent d'utiliser des rainures plus étroites que celles des vannes wagon.

L'étude, permettant le dimensionnement exact de ces vannes, a été basée sur les études systématiques des cavitations de vannes, faites par Sogréah sur modèle pressurisé. Les dimensions finalement choisies sont 19' 0" de haut par 13' 3" de large.

La convergence du conduit, entre les vannes chenilles de garde et les vannes secteurs, a été repoussée à l'amont immédiat des vannes secteurs pour éviter tous risques de cavitation, dans le conduit même, en cas d'irrégularité de forme du blindage.





Vue amont montrant l'entrée des pertuis, les vannes de garde et les reniflards

Le dessin adapté pour les cuillères répond à ce double but. Le radier des cuillères reste toujours en aussi forte pression que possible, et tout au moins pour des ouvertures de vannes égales ou supérieures à 5 ou 6 pieds, il n'y aura pas de cavitation sur le fond de la cuillère. Par contre, près de la surface, on ne peut empêcher le coefficient de cavitation de descendre au-dessous d'une valeur critique. Cependant, dans cette zone, l'entraînement d'air réduira beaucoup l'importance de l'attaque éventuelle. De plus, cette zone est plane et facile d'accès, ce qui permet une surveillance facile et, éventuellement un entretien périodique.

Sous la pleine charge, les deux jets se présentent sous forme de lames d'eau verticales d'environ 5 pieds d'épaisseur, 120 pieds de haut et 700 pieds de long. La trajectoire supérieure correspond à l'angle de

45 degrés assurant la portée maximum. La trajectoire inférieure a été calculée pour éloigner le point d'impact à environ 180 pieds du pied du barrage. Pour éviter tous risques d'attaque de la rive droite, plus abrupte et nécessaire à la répartition des efforts imposés par le contrefort no 6 du barrage, le jet du pertuis droit a été légèrement dévié vers la gauche, et son extrémité aval rencontre celle du jet du pertuis droit. De plus, la paroi rocheuse au pied du contrefort de la voûte principale a été revêtue sur une assez grande longueur.

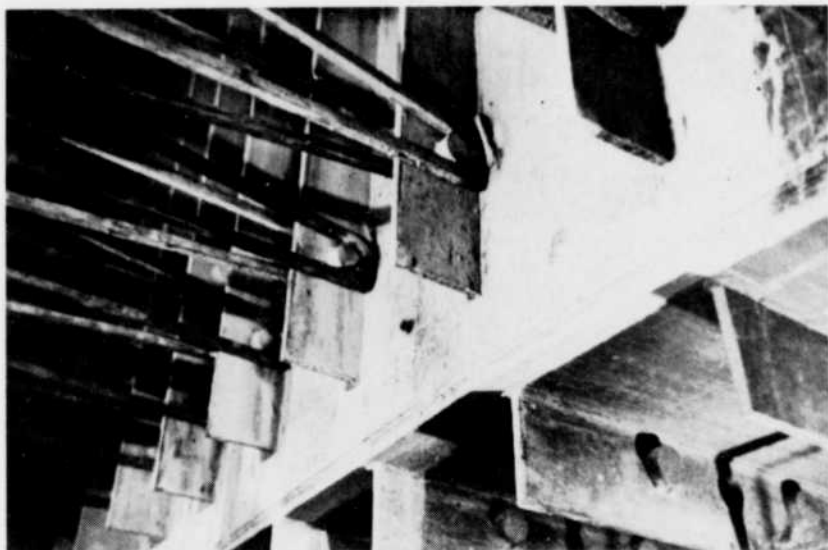
#### Génie civil

Le génie civil a été conçu de manière à affecter le moins possible la montée des bétons du barrage.

Les blindages ont été mis en place en seconde phase, à l'intérieur d'orifices de 20 x 25 aménagés dans les

plots centraux, avec boîtes de cisaillement et radier en dents de scie. Les tôles sont ancrées au béton de deuxième phase par un réseau très dense d'épingles en U enfilées puis soudées aux tôles. Cette disposition a permis la pose relativement simple et rapide des épingles dans des conditions de travail pourtant difficiles. Le bétonnage s'est fait au Pumpcrete en 3 bouchons avec agrégats de  $\frac{3}{4}$  de pouce. Avant la mise en eau, le contact première-deuxième phase a été injecté par clapets à 100 p.s.i. L'injection de contact des tôles a été faite en deux phases, d'abord par clapets réinjectables, puis complétée depuis l'intérieur des blindages.

Les sauts de ski, en raison des grandes vitesses d'écoulement, ont été blindés sur toute la surface mouillée; les bajoyers, fortement armés en raison des efforts considérables exercés par le pincement du



Ancrage du blindage d'acier à l'aide d'épingles en U

jet, ont été coulés en une seule phase et seuls les radiers ont nécessité une injection de remplissage.

Les vannes secteurs sont à commande par servomoteur à l'huile. Les tourillons s'appuient sur une poutre massive, les efforts (de l'ordre de 3,000 tonnes) sont repris par de longs ancrages noyés dans le béton des bajoyers et ancrés à leur extrémité amont dans la masse du barrage. Ces ancrages sont boulonnés à la face aval des poutres et, entre ancrage et poutre, ont été enveloppés de jute de façon à permettre après prise du béton des bajoyers, une mise en tension (au vérin hydraulique à 100 tonnes par barre sur 36 barres) destinée à limiter les retraits du tablier sous la charge. Bras, tablier et pièces encastées sont chauffés. Un dispositif automatique de contrôle de l'ouverture de la vanne en fonction du niveau de la retenue permet de limiter les débits au strict nécessaire fixé par les consignes de contrôle du plan d'eau durant les deux premières années de remplissage.

L'étanchéité tant au linteau que sur les côtés est assurée par un joint de caoutchouc d'une forme spécialement étudiée et pourvu d'une chambre de mise en pression alimentée depuis la base des reniflards. Lors

des manoeuvres de la vanne, le joint est dépressurisé pour éviter l'arrachement. Au radier, l'étanchéité est assurée par appui du couteau sur la face chemisée d'acier inoxydable de la poutre de seuil.

Les vannes chenilles de garde sont commandées par servomoteur hydraulique installé sur un support encasté au parement amont du barrage. Les servomoteurs sont relocalisés au fur et à mesure de la montée du plan d'eau et, quand le barrage sera terminé, seront logés à l'intérieur du couronnement. La commande se fait par l'intermédiaire d'une chaîne de brimballes de 20 pieds, d'enlèvement et de pose facile. La partie basse des rainures-guides, noyée dans les bétons du bloc d'entonnement, est protégée des chutes de pierres et bétons fréquentes au pied d'un barrage en construction par un capot métallique monté sur la chaîne de brimballes. Le système d'étanchéité est analogue à celui choisi pour les vannes secteurs.

L'aération de chaque pertuis est assurée par deux reniflards de 60 pouces de diamètre d'abord noyés dans la masse du barrage puis très vite ramenés sur le parement amont. Ils sont constitués par un tuyau mince en béton hypervibré, chemi-

sé extérieurement d'une mince tôle d'étanchéité. L'ensemble est revêtu d'un béton protecteur permettant l'accrochage au parement et l'encastrement des rainures de vannes chenilles.

#### Les essais sous 135 pieds

Des essais ont eu lieu, fin avril, sous 135 pieds de charge avec un débit maximum de 24,000 p.c.s. soit 12,000 p.c.s. par vanne.

Les vannes secteurs ont été ouvertes et fermées progressivement. Les deux pertuis ont été essayés séparément, puis ensemble. Aucune zone d'instabilité ou de cavitation n'a été décelée. On a même pu fermer le plein débit par les vannes de garde, sans l'apparition d'aucune instabilité ou bruit de cavitation.

Du point de vue dissipation d'énergie, la forme des trajectoires des jets a parfaitement répondu aux essais sur modèle. Sous cette charge, l'épaisseur des jets, si on ne compte pas l'épaississement dû aux embruns, reste de l'ordre de 5 pieds. La lame d'eau monte à environ 70 pieds de haut, retombe à plus de 300 pieds de l'ouvrage, la zone d'impact la plus rapprochée étant encore à environ 80 pieds du pied de l'ouvrage. Le jet rive gauche longe le bord abrupt de la rive, à environ 15 pieds, sous forme d'un mur d'eau vertical. La rive droite n'est l'objet d'aucune attaque, seul un courant de retour dont la vitesse ne dépasse pas 10 à 11 pieds par seconde la lèche.

Ecoulement à pleine  
ouverture des vannes :

$H = 135$  pi.  
Débit : 24,000 pcs.

Le plan d'eau au pied du barrage, pendant les premiers 100 pieds, est extrêmement calme. L'entraînement d'air est faible. Il est possible de se tenir, sans gêne, dans l'orifice d'aération de la chambre des vannes.

À cause de la forme de la voûte du barrage, l'entraînement d'air autour des jets, entraînement qui reste assez faible, empêche les embruns d'atteindre l'ouvrage ou les berges avant l'extrémité des contreforts, soit près de 400 pieds à l'aval de l'ouvrage.

Ces essais montrent donc le parfait fonctionnement de l'ouvrage, mais bien entendu, il sera nécessaire de l'exploiter à l'avenir sous une chute plus élevée, avant de pouvoir tirer des conclusions précises sur les risques de cavitation.

### Conclusion

Le type de barrage ainsi que les conditions locales du terrain nous plaçaient dans une situation difficile: il s'agissait de solutionner élégamment le problème pour une restitution possible durant toute la durée de la construction du barrage et du remplissage de la retenue.

Seule une solution osée a pu concilier les aspects technique et économique dans ce cas, apportant ainsi des éléments nouveaux d'un grand intérêt, dont les deux principaux sont:

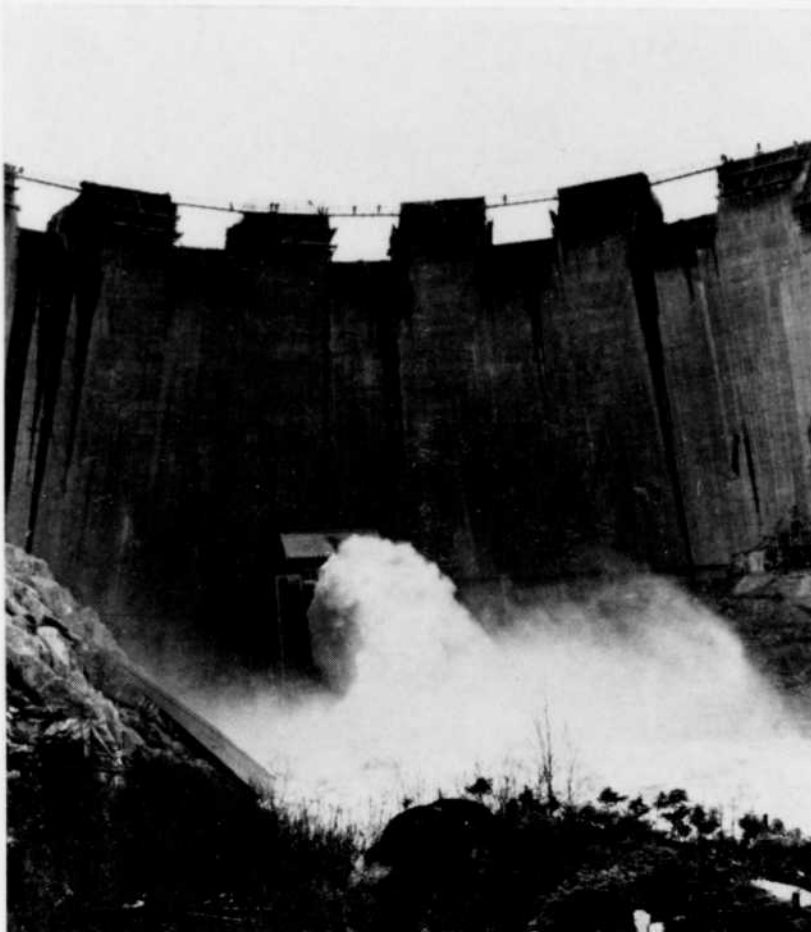
a) dissipation d'une quantité considérable d'énergie,

b) utilisation de vannes secteurs à plus de 400 pi. de charge.

En effet, la dissipation d'énergie obtenue en pinçant le jet pour qu'il s'étale en hauteur et en longueur le long de l'axe de la rivière est une solution sûre et effective. L'essai exécuté au cours du printemps 1965 avec une hauteur de charge d'environ le tiers de la charge totale a montré que le jet se comportait exactement comme sur le modèle réduit aux mêmes conditions.

L'opération de la vanne secteur pour le contrôle du débit s'est faite sans difficulté et on a pu constater qu'il n'y avait aucune vibration.

On a toutefois noté de légères fuites d'eau dans les coins; ce qui indique qu'une mise au point plus serrée serait nécessaire pour obtenir l'étanchéité complète à pleine charge.



Le résultat de ces observations faites au cours de l'essai montre bien que le prototype fonctionne comme prévu, ce qui nous permet de conclure que cette réalisation est une réussite.

L'Hydro-Québec est donc fier d'avoir réalisé un ouvrage économique et sûr qui permettra de faire un pas en avant dans ce domaine de l'utilisation d'ouvrage du même genre pour la restitution et le contrôle de débit sous de grandes hauteurs de charges.

Un tel succès est dû principalement à la collaboration, la compétence et l'initiative des ingénieurs du bureau d'étude Surveyer, Nennifer & Chênevert, de ceux du Laboratoire d'Hydraulique LaSalle, et des ingénieurs de l'Hydro-Québec, tant du chantier que du siège social, qui ont contribué à la réalisation de ce bel ouvrage. ■

# L'assemblage mécanique des canalisations de fluides

par E. BERRIAT

## Son évolution depuis les tuyaux de Versailles jusqu'à ceux d'aujourd'hui

L'assemblage des tuyauteries a pour objet de leur conférer d'une part la cohésion, d'autre part l'étanchéité la plus parfaite possible, ces deux fonctions pouvant être connexes ou dissociées.

Dans la profession, nous distinguons actuellement quatre genres d'assemblages :

L'*assemblage soudé*, par interfusion consubstantielle des éléments consécutifs, sans "joint", sans organe intercalaire : c'est donc le seul qui soit homogène avec des capacités hors de pair; il s'est donc imposé partout et pour tout; tous les autres, qui nécessitent un "joint", sont donc hétérogènes;

*maté ou scellé*, (par emboîtement) à chaud ou à froid, au moyen de diverses matières;

dit "*automatique*", par simple emboîtement sans aucun organe de cohésion, le serrage du joint s'obtenant par le frottement — glissement ou roulement — de la garniture étanche;

dit "*mécanique*", à emboîtement ou non, à fonctions connexes ou dissociées; le joint dont elles dépendent

est serré progressivement par le visage d'organes démontables. De toutes récentes réalisations viennent d'éveiller l'intérêt de la profession sur cet assemblage.

C'est donc en raison de la richesse et de la vitalité de cette catégorie "mécanique" d'assemblages, et pour la faire encore mieux apprécier, que j'entreprends d'en esquisser l'histoire et d'en montrer l'évolution rationnelle.

### Bref historique de l'assemblage mécanique

C'est en 1654, sur les tuyaux en fonte de Versailles qu'apparaît le premier assemblage mécanique nanti de tous les caractères spécifiques que nous venons d'indiquer et dont le joint est en cuir gras.

Deux siècles plus tard (1830) apparaît en variante le joint en plomb serré puis maté entre les brides, considérablement renforcées à cet effet.

Puis surviennent, avec les progrès de la métallurgie, les tubes en fer et en acier munis de collets forgés serrés par des brides mobiles; la matière des joints évolue en même temps, très diversifiée, mais tous ces assemblages, que les tuyaux soient fragiles ou non, demeurent susceptibles de légères déviations articu-

lares capables d'altérer la solidité de leur cohésion et la bonne tenue de leur surface étanche.

Bientôt et désormais, pour résister aux très hautes pressions et aux très fortes vibrations inhérentes à certains fonctionnements, les brides

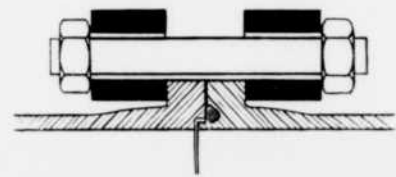


Fig. 1

des tubes en acier s'affrontent métal sur métal sur toute leur surface et cette parfaite cohésion est rendue étanche par un joint très exactement encastré (fig. 1). Devenu absolument rigide, l'assemblage forme ainsi avec les tubes un bloc inébranlable, la souplesse élastique éventuellement nécessaire de la conduite dépendant alors de sa longueur, c'est-à-dire du cumul des flexibilités propres de ses éléments consécutifs.

Mises à part des variantes nombreuses d'agencement, ici s'arrête aujourd'hui l'évolution de l'assemblage mécanique à brides et à boulons multiples et longitudinaux.

### Origine du principe de la dissociation des fonctions

Avant d'aborder celle très féconde des assemblages par tulipes ou

\* Article reproduit avec l'aimable autorisation de la Revue Française "Techniques et Sciences Municipales", organe de l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux — Association fondée en 1905 et reconnue d'utilité publique.

manchons à contrebrides boulonnées, qui constitue par son importance le fond de cette étude, il nous faut faire une digression et considérer au préalable l'assemblage transversal dit "à lunettes", qui sert aux prises de branchement. Depuis plus de cent ans cet assemblage n'avait pas varié d'un iota jusqu'en 1936, où apparut soudain le collier de branchement "Sécur" dû à la collaboration des tuberies d'acier et de la Société Métallurgique Haut-Marnaise.

Voici d'abord l'assemblage traditionnel, encore utilisé : la figure 2 montre que la mince rondelle d'"étanchéité", par exemple en caoutchouc, serrée par les lunettes du collier, remplit *simultanément* la fonction mécanique de "cohésion".

Si donc elle est très fortement serrée, cette cohésion sera satisfaisante, le collier ne risquera pas de "dévérer", c'est-à-dire d'entraîner la rondelle qui obstruera l'orifice de prise; mais l'étanchéité ne sera alors pas durable parce que l'écrasement du joint (déformation permanente) prive désormais celui-ci de toute réactivité élastique compensatrice d'un relâchement du contact étanche. "Ipso facto", la cohésion, privée de cette réaction compensatrice, cesse d'être totale : c'est un cercle vicieux.

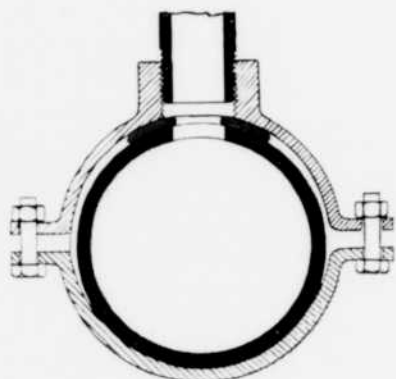


Fig. 2

Un serrage modéré ménage, certes, la durable élasticité du joint, mais procure une cohésion très faible, d'où risque de "dévirage".

Les fonctions cohésion/étanchéité se révèlent ainsi incompatibles parce que le "joint" peut fluer, c'est-à-dire se dérober, hors du collier, à la pression qui le déforme.

Cela bien observé et compris, la parade s'imposait à l'esprit :

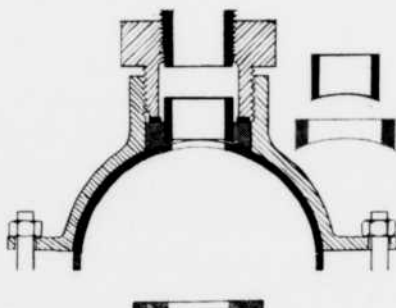


Fig. 3

— *dissocier les fonctions incompatibles* en les faisant s'accomplir indépendamment l'une de l'autre par l'effet de deux serrages distincts (exclusifs), chacun d'eux étant approprié à chacune d'elles;

— *serrer à bloc métal sur métal* les organes qui font adhérer le collier au tuyau;

— *tendre modérément un joint élastique*, encastré dans ces organes, incapable de s'en évader par fluage, assurant ainsi et exclusivement l'étanchéité de ces organes.

La figure 3 montre l'application de ce principe; le nouveau collier "Sécur" embrasse totalement, exactement le tuyau par ses deux lunettes serrées à bloc : aucun risque de dévirage ultérieur.

Dans la lunette supérieure est exactement encastré un joint massif en élastomère, que vient presser un chapeau pourvu d'un moyen de serrage *distinct* du précédent, modérément tendu. Un petit tube central s'oppose au rétrécissement interne du joint. Il est visible que celui-ci ne peut rien perdre par fluage de sa masse élastique dont la réactivité potentielle s'exercera ultérieurement, éventuellement sur les commissures étanches de l'assemblage collier sur tuyau, si venait à s'altérer l'assiette étanche, la seule qui puisse désormais se modifier.

Et comme l'amplitude de la déformation ne peut jamais approcher celle qui rend celle-ci permanente, la pérennité de la réaction élastique ne saurait être contestée.

Il convenait d'insister sur cet assemblage accessoire parce qu'il consacre pour la première fois un principe rationnel, celui de la "dissociation" des fonctions, simultanées ou successives, quand il s'avère que leurs caractères sont, entièrement ou en partie, inconciliables et qu'ainsi chacune doit s'accomplir *dans son cadre et pour son compte*. Nous allons retrouver maintes fois ce concept original, dans la réalisation des assemblages mécaniques, au cours de leurs évolutions.

### Assemblages mécaniques à tulipe

Nous voici enfin revenus à la grande et classique famille des assemblages mécaniques dont la cohésion et l'étanchéité sont simultanément assurées par un joint de caoutchouc. Nous ferons deux parts de son étude : la plus brève relative à l'évolution des aspects typiques et des caractères secondaires — la plus importante — consacrée à l'évolution des conceptions et organisations fondamentales, infiniment plus intéressante pour l'ingénieur. Nous voulons dégager le pourquoi et le comment du genre, c'est-à-dire la "philosophie" de modifications qui, pour avoir été progressives dans le temps n'ont pas toujours, et pour autant, correspondu à un progrès mécanique !

Le premier connu des assemblages mécaniques que nous appellerons "classique" est celui anonyme, qui figure en 1829 sur l'Album des types de la Ville de Paris<sup>(1)</sup>. Avec le serrage à boulons de son joint (étoupe fibro-vasculaire) à fonctions connexes, cet assemblage cou-

(1) Genieys : *Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux*.

lissant, qui procède en droit fil de la pompe et de la machine à vapeur, fixe en outre un caractère désormais typique qui s'est perpétué jusqu'aux tout derniers représentants de l'espèce : la nécessité inéluctable d'ancrer et de buter les conduites assemblées mécaniquement.

Vers 1850 apparaissent deux systèmes intéressants, produits dit-on par les Fonderies Durenne : le prototype "Lavril" d'où ont découlé tous les systèmes ultérieurs : il est articulé, à contrebrides et à joints de caoutchouc, il esquisse une gorge de retenue pour le joint, que l'autre prototype développe jusqu'à un encastrement véritable; mais cette tendance a vite tourné court : en effet la résistance au cisaillement d'une bague de caoutchouc ne saurait s'opposer aux puissants efforts développés par une pression de quelques kilos de fluide sur une large section tubulaire et l'on est revenu aussitôt à la nécessité de buter les conduites.

L'apparition en 1907 du type "Précis" des Fonderies de Pont-à-Mousson fait date à juste titre dans l'histoire de l'évolution des assemblages mécaniques.

En 1932, la "précision" invoquée s'élève encore. En 1942, le type dit "Express" la porte au sommet de sa relative perfection grâce aux progrès du moulage par centrifugation et les deux contrebrides sont réduites avantageusement à une seule. Voici d'autre part à cette date une innovation importante, mais dont les conséquences soulèvent encore des discussions.

Désormais en effet le joint n'est plus une bague de section rectangulaire appelée à se déformer élastiquement dans une chambre trapézoïdale pour réagir sur les parois afin d'y développer des contacts étanches et pour une durée qui sera elle-même fonction de l'énergie du serrage et de la masse de ce ressort encastéré. Mais, au moment même où l'extrême précision du montage

(jeux) vient exclure pratiquement le risque de voir se réduire par fluage cette masse réactive, c'est-à-dire lorsque l'assurance lui est ainsi donnée d'une très longue durée, le joint en caoutchouc moulé se trouve remplir si exactement et avant tout serrage la "chambre d'étanchéité" qu'il se refuse nécessairement à toute déformation élastique et réciproquement à toute réaction ou détente élastique ultérieures. Voilà donc des contacts étanches fortement établis sans doute mais une fois pour toutes, il ne faudra plus compter sur une quelconque réaction potentielle de cette masse ainsi fixée pour établir élastiquement les contacts étanches, si l'assiette initiale de ces derniers venait à se modifier en service !

Nous allons bientôt étudier cela plus en détail.

Entre temps, les tuberries d'acier jusqu'alors spécialement adonnées à l'assemblage soudé, s'intéressaient aussi à l'assemblage mécanique par leur système "Standard" en 1927, mais les tubes de la classe "canalisations" n'étant pas comme ceux des classes supérieures dotés de très faibles tolérances sur les diamètres, le risque du fluage se posait beaucoup plus sérieusement que pour l'assemblage des tuyaux en fonte. La solution adoptée fut très simple. Les hernies dans les jeux furent aménagées de telle sorte, et la masse élastique du joint fut majorée de telle façon, que l'importance relative de ces jeux demeura ce qu'elle était dans les assemblages mécaniques analogues, de sorte qu'après la mise à joint et en dépit du volume de ces hernies, la réaction élastique potentielle incluse dans la masse du joint se présentait comme étant non seulement égale mais encore supérieure à celle des masses contenues dans les autres systèmes. La sécurité, c'est-à-dire la longue durée des réactions élastiques chargées de rétablir l'assiette étanche, demeuraient donc aussi bonnes qu'avec ces systèmes.

## Assemblages à manchon

Au reste, les tuberies tendirent bien vite vers les assemblages mécaniques à manchon pour beaucoup de raisons de fabrication et de montage, dont cette considération particulièrement importante que la soudure sur tubes lisses étant le mode de jonction le plus parfait, le plus recherché, l'assemblage mécanique ne pouvait être que son auxiliaire éventuel, par exemple pour permettre des coulissements ou de petites déviations, et qu'il devait ainsi se subordonner au principal.

Si l'évolution morphologique des assemblages mécaniques à manchon est peu intéressante, par contre celle de leur mise à joint a provoqué de très importantes innovations techniques allant même jusqu'à renouveler les fondements de la théorie du joint considéré dans ses deux fonctions.

### Théorie du joint d'étanchéité

Rappelons que c'est vers 1935 que les fabricants du manchon américain "Dresser" ont couvert le biseau du joint de caoutchouc d'un "nez" en fibre spécialement traitée pour empêcher son fluage ainsi que sa dégradation par certains gaz agressifs.

Cédant à l'attrait de cette nouvelle disposition "compound", les tuberies françaises d'acier, ayant revisé et analysé le problème, en dégagèrent ceci que : tout joint de caoutchouc assumant déjà deux fonctions — la cohésion et l'étanchéité — cette dernière se subdivisait encore en deux autres fonctions : l'adhérence par plasticité des surfaces en contact et l'élasticité de la force qui provoquait, puis maintenait et enfin rétablissait cette adhérence, fonctions naturellement connexes quand elles émanent d'une masse homogène de caoutchouc, mais parfaitement dissociables et pouvant même émaner chacune de substances diffé-

rentes convenant séparément et au mieux à chacune desdites fonctions. Le premier joint "compound" réalisé en 1936 par les tuberies françaises sur ces données fut dénommé "Métastandard" parce que dans ses dispositions générales il procédait de son prédécesseur, l'assemblage Standard.

Dans un manchon de telle conception, une première bague, en matière douée seulement de qualités plastiques, mais relativement très dure pour écarter tout risque de fluage, chimiquement inerte au fluide canalisé, vient obturer le jeu du manchon en s'imprimant légèrement dans sa tranche. Parmi ces matières convenables : les caoutchoucs très durs, certains composés d'amiante, voire le plomb pouvaient convenir.

Une deuxième bague de caoutchouc, aussi élastique que possible puisqu'elle est destinée à jouer le rôle d'un ressort, ne remplit pas exactement la chambre de mise à joint.

Enfin, une troisième bague en matière quelconque, non fluable, à laquelle on ne demande qu'une forte résistance mécanique, protège la précédente contre l'attrition de la contrebride.

Le serrage du système a pour effet principal de déformer élastiquement la bague médiane jusqu'à ce qu'elle vienne remplir exactement la chambre de mise à joint : celle-ci ne présente plus alors aucune espèce de jeu possible. Le caoutchouc élastique se comporte donc désormais comme un liquide visqueux pressant fortement la bague obturatrice no 1 et capable de la réimprimer contre la tranche du manchon si un incident de service a modifié l'assiette primitive; la différence entre la capacité de la chambre de mise à joint et le volume propre du caoutchouc-ressort donne la mesure de l'amplitude qu'on peut attendre de ce retour élastique. Cette marge est prévue "ad libitum"

selon les conditions de service et l'on conçoit dès lors que jusqu'à épuisement de son énergie potentielle le caoutchouc-ressort jouera son rôle dans le rétablissement automatique des contacts étanches.

Pour mieux affirmer cette formelle dissociation des fonctions et des moyens, un prototype fut réalisé dans lequel un ressort à boudin en acier remplaçait la bague de caoutchouc élastique médiane, la bague no 3 ayant été supprimée. Les résultats furent naturellement identiques à ceux de la disposition précédente.

De tout ce qui précède et par naturelle évolution, il devait enfin découler aux yeux des tuberies, une conception toute simple mais qui parut toutefois hardie à certains, malgré sa vérité évidente. Il leur est apparu qu'en somme, un joint étanche de tuyau ce n'est rien d'autre qu'une soupape annulaire maintenue sur son siège par un ressort antagoniste — et dès lors, tout ce qui concerne la "fonction étanche" se conçoit et s'ordonne logiquement dans son cadre particulier, la "fonction cohésion" pouvant en être déconnectée totalement et résolue elle aussi dans son cadre particulier par des moyens spécialement appropriés.

Et dès lors, des anomalies traditionnelles datant de la conception primitive, et qui l'obèrent, pouvaient être éliminées de tous les agencements d'assemblages mécaniques.

Il ne s'agit point ici d'une vue spéculative de l'esprit, mais bien des conditions matérielles de l'évolution de l'assemblage étanche que va mettre en lumière un exemple concret : soit le joint d'un quelconque excellent assemblage mécanique, celui par exemple d'un assemblage Précis-Express, du diamètre nominal 200. Il oppose au fluide un front de très faible surface annulaire grâce à l'extrême réduction de son jeu radial d'assemblage que les fonderies savent porter ici par exem-

ple jusqu'à la valeur d'environ 2 mm, surface égale à 14 cm<sup>2</sup>, tandis que la surface "externe", celle qui reçoit à l'opposé la poussée de la contrebride, atteint environ 98 cm<sup>2</sup>. Admettons 5 kg/cm<sup>2</sup> pour la pression du fluide, ce qui est normal pour une distribution d'eau par exemple : la poussée qu'elle exerce pour chasser le joint s'élève alors à 70 kg et c'est à cette poussée qu'il va falloir faire obstacle. Or nous connaissons, parce qu'elle a été récemment publiée, la pression unitaire admise pour le serrage des boulons des assemblages mécaniques : avec le diamètre 200, elle est de 85 kg/cm<sup>2</sup>. Appliquée à la face externe du joint, dont la surface est nous le rappelons de 98 cm<sup>2</sup>, cette pression de serrage développe donc une poussée antagoniste de 8300 kg — près de 120 fois supérieure au nécessaire.

Démésure d'autant plus fâcheuse, même si l'on craint les pires coups de bélier, qu'elle implique aussitôt le redoutable risque du fluage du joint, au point qu'aujourd'hui commence à se répandre à titre préventif de ce risque l'usage des clés à serrage automatique, limité par exemple à 15 m/kg. D'autre part, il ne faudrait pas perdre de vue que sous des pressions de serrage aussi énormes, tout l'organisme mécanique subit des fatigues bien inutiles et que pour y résister, il doit s'alourdir à proportion. A ce propos, on a invoqué, pour justifier ces efforts démesurés de serrage, la nécessité d'assurer la cohésion en développant un frottement énergique entre le joint et la surface du bout lisse emboîté; sans doute, mais il est constant que la pression du fluide sous quelques kilos suffit pour chasser les tuyaux de leur emboîtement, de sorte qu'il est de règle absolue d'ancrer et de buter toute canalisation mécanique. Dès lors et derechef, à quoi riment ces énormes tensions de serrage, sinon, comme nous venons de le dire, à introduire le risque de fluage et la certitude de fatiguer tout l'organisme. Tenant



Fig. 4

compte de cette constatation, l'évolution de l'assemblage mécanique ne pouvait manquer de tendre, comme nous le verrons plus loin, vers le soulagement de tout le mécanisme.

A cet égard, Pont-à-Mousson présente actuellement deux très intéressantes nouveautés conformes au principe de la dissociation des fonctions exposé ci-dessus.

On voit (fig. 4) un joint composite dont le "nerf" élastique est protégé par deux boucliers durs qui lui conservent en service, sans risque de fluage, toute son énergie potentielle.

Le système représenté figure 5 est encore plus remarquable. On voit qu'il s'agit d'un véritable obturateur (soupape) métallique suivi d'un ressort, le tout engagé d'élastomère ou d'une matière élasto-plastique convenable. Mais la nouveauté la plus sensible consiste en ce que l'effort de serrage provient non seulement des boulons, mais encore d'un effet de bascule exercé sur le joint par la contrebride en fonte ductile, ingénieusement disposée pour réagir par sa flexion sur le complexe obturateur que nous venons de définir.

L'appel au "ressort métallique" prend ici une décisive signification comme complément normal de la "soupape métallo-plastique" : nous y voyons l'aboutissement rationnel

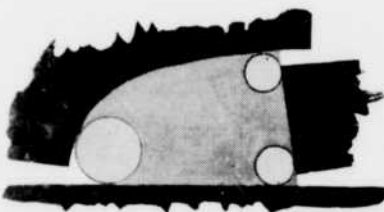


Fig. 5

de l'évolution de la fonction étanche suivant les principes déjà énoncés.

#### Évolution des modes de cohésion mécanique

Après avoir montré les progrès de la fonction étanche, il nous faut bien convenir que la fonction de cohésion n'a pas évolué de façon aussi heureuse.

Plus ou moins, elle se trouvera encore liée à la première et hormis les systèmes qui apportent à celle-ci, par l'effet des compoundages ci-dessus, une relative autonomie, tous les assemblages mécaniques demeurent facilement déboîtables et restent tous articulés.

Le dernier caractère : l'articulation des assemblages, est trop important pour ne pas mériter qu'on s'y arrête.

Nous rappellerons tout d'abord l'adage alternatif bien connu :

- à tuyaux rigides, assemblage flexible,
- à tuyaux flexibles, assemblage rigide,

ce qui suffit à justifier l'articulation des tuyaux tant que ceux-ci ont dû être réalisés en métal fragile.

Mais comme il existe des tuyaux exempts de fragilité, en acier ou en fonte, nous pouvons désormais considérer comme devenue contingente cette articulation qui était jusqu'ici un des caractères spécifiques de tout assemblage mécanique.

Toutefois, et avant de constater bientôt, nous l'espérons, sa disparition, nous devons analyser ce caractère.

Sans doute l'articulation autorise la déviation angulaire des tubes, mais le joint est alors exposé tantôt à se relâcher en hernie dans un quadrant, tantôt à être cisailé ou écrasé dans le quadrant alterne. Or, cette déchéance physique du caout-

chouc évolue bien vite en déchéance chimique qui risque de ruiner sa masse entière, comme on le sait bien dans certaines industries qui transportent des fluides susceptibles d'attaquer les élastomères. En outre et si nous nous plaçons au point de vue mécanique, il ne faut pas oublier la règle de tout assemblage tubulaire selon laquelle à tout instant et en tout endroit la poussée axiale doit s'exercer au centre du plan normalement transversal à la conduite. L'homme de l'art sait bien que la totalité des fuites sur joint de caoutchouc, lorsque par ailleurs toutes les conditions d'exploitation sont normales, résulte d'un assemblage "biais" survenu en service ou imprudemment consenti lors du montage.

En conclusion, on peut penser qu'au terme prochain de son évolution, quand l'assemblage mécanique n'emboîtera plus que des tuyaux non fragiles, d'acier ou de fonte ductile, l'actuelle équivoque sur la "souplesse" des conduites aura pris fin : on ne confondra plus le profil "en chaîne d'arpenteur" des tuyauteries articulées avec celui "en câble" de celles formées de tubes assez profondément encastrés pour former une courbe régulière : ainsi les joints, régulièrement ménagés, parfaitement et définitivement centrés dans une chambre d'étanchéité immuable, développeront au maximum les précieuses qualités de plasticité et d'élasticité qu'ils tiennent de l'élastomère, cet incomparable matériau d'obturation.

### Assemblages étanches à collier

Nous allons enfin aborder les derniers et tout derniers rejets de la famille des assemblages mécaniques, qui, après trois siècles de progrès, témoignent ainsi de leur étonnante vitalité.

Il s'agit des assemblages à collier, encore peu ou même très peu connus de notre profession. De toute évidence, leur avènement s'est pro-

duit lorsque les sujétions et inconvénients des systèmes traditionnels étant devenus par trop sensibles, les moyens d'y obvier apparurent, ou se rappelèrent, à l'esprit des intéressés, car pour différents que soient leurs aspects, les nouveaux venus présentent en vérité tous les caractères fondamentaux de la famille des assemblages mécaniques, ce que nous n'allons pas manquer de souligner, pour légitimer leur filiation.

Il s'agissait d'échapper à la connectivité assujettissante des fonctions "étanche" et "cohésion"; il fallait supprimer le coûteux inconvénient des ancrages; il fallait affranchir le joint des difficultés et des dangers d'un imparfait centrage et surtout du fluage pour lui conserver indéfiniment son pouvoir d'obturateur élastique.

Le premier en date (1914) des assemblages mécaniques à collier est anglais, appelé "Victaulic" par la firme Vicking-Johnson. Sans doute on peut lui reconnaître un ascendant dans le système français Deleplanque (1869) qui fit une belle carrière dans le Nord (Valenciennes, Lille) : même joint en gouttière annulaire, coiffant aussi mêmes épaulements terminaux des tuyaux, mais là s'arrêtent les analogies.

Le collier boulonné en deux segments ou plus, coiffe les tubes par leurs épaulements (ou rainures) terminaux : voilà donc et déjà la "fonction cohésion axiale" réalisée absolument distincte de la "fonction étanche". La conduite est indéboîtable, mais notons-le bien, elle demeure articulée. Quant au joint, il ne joue plus que le rôle d'obturateur étanche et parce qu'il est autoclave, souple et exactement encastré, il ne pose plus aucun problème quant à la pérennité de sa substance ni de sa fonction. Tout irait donc pour le mieux, n'étaient quelques inconvénients spécifiques, peu sensibles peut-être à certains usagers, car dans plusieurs emplois

le Victaulic a été accueilli avec faveur, mais jugés cependant assez considérables par notre profession pour qu'elle ait très peu utilisé ce système, surtout en conduites souterraines. En effet :

— Nous voulons une étanchéité parfaite même sous pression zéro : or, le joint autoclave ne l'accordant qu'avec des surfaces absolument unies, il faut donc usiner les portées de chaque tube, ce qui est fort onéreux;

— l'articulation met ici en jeu des bras de levier d'un rapport énorme : deux centimètres pour la partie emboîtée du tube, six à douze mètres pour le bras externe, soit deux cents à quatre cents fois plus; certes une telle conduite en "chaîne d'arpenteur" peut être manipulée — trainée —, mais quand elle décrit un arc d'une certaine ouverture, si cet arc vient à être bandé par une forte pression interne du fluide, la fatigue, au sommet de cet arc, des épaulements (ou rainures) sur tubes d'acier ainsi articulés peut surpasser leur résistance mécanique à la flexion. Le ventre de la courbe doit donc absolument être buté et l'on retombe ainsi dans d'importants frais accessoires. Enfin, et cela nous importe pour une conduite sur ou dans le sol, la conductibilité électrique est précaire : faible ou variable.

Depuis, d'autres systèmes munis d'un collier du type commun au genre ont vu le jour, parfaitement rigides, mais tellement onéreux qu'ils s'excluent ipso facto de nos chantiers : ils tirent leur origine de l'archétype (1829) des assemblages à collier et du représentant moderne des assemblages à brides déjà décrit figure 1. N'était leur prix, ils seraient parfaits pour le genre.

### Assemblage "Prestolic"

Il restait encore à conserver tous les avantages et à éliminer tous les inconvénients subsistants. C'est ce que vient de réussir l'industrie fran-

çaise (Sté Vallourec) avec son nouvel assemblage mécanique à collier "Prestolic".

Le collier est lui aussi en deux segments ou plusieurs. Les collets terminaux sont façonnés selon un mode d'assemblage, le moins onéreux de facture, éprouvé depuis très longtemps fig. 6 : mais ils offrent ceci de nouveau et de déterminant, quant à leur prix, qu'ils ne reçoivent aucun usinage. Quant au joint qu'ils enserrment, son originalité consiste en ceci qu'il est en acier muni d'une garniture d'étanchéité. Le montage s'opère ainsi : quand les tubes vont s'affronter par leurs collets, le cerceau d'acier porte-joint est inséré entre eux-ci, les diamètres respectifs étant égaux. Le collier segmenté coiffe alors les collets et l'on visse les écrous. Sous l'effet des rampes internes des segments, les collets se

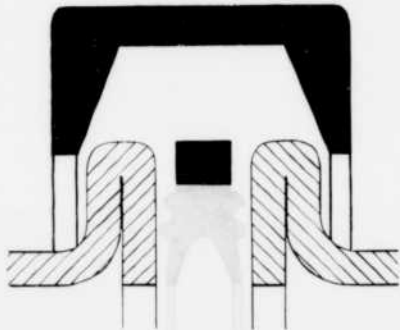


Fig. 6

rapprochent jusqu'à buter sur le cerceau. Le serrage total des boulons détermine un bloc rigide qui réalise une cohésion métal sur métal parfaite et définitive, de par la résistance élastique de tous les éléments d'acier tendus par le serrage : cohésion absolument indépendante de l'étanchéité.

Celle-ci résulte de la déformation progressive de la garniture étanche fixée sur l'intrados du cerceau-joint en acier. On voit (fig. 7) que les lèvres du joint d'étanchéité, en principe autoclaves, sont encerclées par deux nervures saillantes : celles-ci s'aplatissent tout d'abord et s'impriment dans les petites inégalités de surface des collets bruts de presse,

procurant par ce moyen classique l'étanchéité de contact sous pression nulle. Puis les lèvres minces s'infléchissent pour épouser à leur tour la surface des collets (fig. 8). Dès que la pression est suffisante pour l'appliquer exactement sur ces collets, l'étanchéité autoclave entre en jeu et s'accroît à proportion même de l'élévation de cette pression. Cette idée nouvelle : le compoundage des deux modes d'étanchéité, est caractéristique de l'invention;



Fig. 7

elle procure une sécurité absolue et constante par les moyens d'exécution les plus simples et les moins coûteux.

La parfaite continuité métallique du système assure, pour la première fois dans notre profession, la conductibilité électrique absolue d'un assemblage mécanique étanche par joint de caoutchouc. Ce joint est protégé par le cerceau d'acier de toute déformation anormale, a fortiori du risque de fluage, puisqu'il n'existe aucun jeu possible d'assemblage vers l'extérieur : le cerceau formant cul-de-sac avec les collets, n'importe quelle substance suffisamment plastique fera nécessairement bouchon autoclave sous l'effet d'une pression interne suffisante, d'où l'intéressante possibilité d'utiliser tout autre matière qu'un élastomère, quand celui-ci ne convient pas, chimiquement par exemple.

La pratique a montré qu'une conduite Prestolic s'infléchit, en pro-

fil et en tracé, aussi bien qu'une conduite soudée, même pour les gros diamètres : ici 320 mm. Elle peut donc être posée en ligne ou par sections.

Il n'est pas dit que l'assemblage à collier marque le terme de l'évolution commencée voici trois cents ans par l'assemblage mécanique, mais il constitue une de ses étapes les plus importantes parce qu'il apporte, dans le cadre même des caractères de l'espèce, des possibilités nouvelles, incontestablement avantageuses, sans toutefois en réduire les facilités de montage, de remplissage ; sans majorer non plus son prix de revient, bien au contraire, puisqu'il

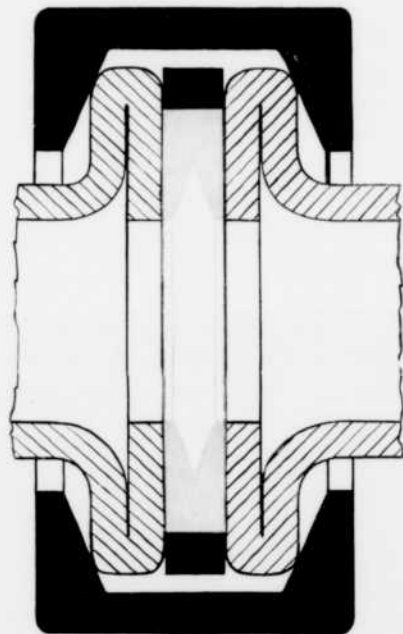


Fig. 8

rend superflus les ancrages et butées et parce qu'il permet la descente des conduites en fouilles mécaniques étroites, tout au moins celles des petits et des moyens diamètres. Car le relief diamétral des assemblages mécaniques à collier est de beaucoup inférieur à celui des assemblages mécaniques traditionnels.

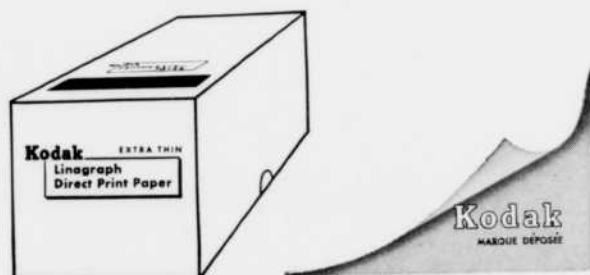
Cette nouvelle catégorie d'assemblages mécaniques méritait donc l'exposé détaillé qui précède. ■

# S'il s'agit de papier pour oscillographe à impression directe:

Commandez chaque fois le Papier KODAK LINAGRAPH à impression directe. La bonne renommée de ce nom est établie depuis un assez bon moment, mais dans le domaine qu'il représente, le souci de perfectionnement est toujours constant. Aujourd'hui, le Papier KODAK LINAGRAPH à impression directe permet une vitesse d'impression tout aussi grande qu'auparavant. Toutefois, le tracé apparaît plus vite. Il est plus foncé sur un fond plus pâle. Il se conserve plus longtemps avant d'être traité en permanence. Il a aussi meilleure apparence après traitement.

Pourquoi ne pas bénéficier de ces petits perfectionnements dès leur mise au point? Commandez chaque fois le Papier KODAK LINAGRAPH à impression directe. Il existe en support standard solide, et en support ultra-mince lequel assure une plus grande quantité de papier dans chaque rouleau de mêmes dimensions. Pour de plus amples renseignements, communiquez avec:

**CANADIAN KODAK CO., LIMITED**  
Toronto 15, Ontario



*Songer dès maintenant aux travaux  
d'hiver est une bonne affaire et  
c'est bon pour les affaires!*

## Organisez-vous dès maintenant pour aider la campagne "Faites-le maintenant" à vous être profitable

La campagne "Faites-le maintenant" donne de bons résultats mais elle a besoin de votre appui pour continuer de le faire et c'est *tout de suite* qu'il faut s'organiser pour profiter, l'hiver prochain, des nombreux avantages de la campagne. Les programmes gouvernementaux d'aide financière, comme le Programme d'encouragement des travaux d'hiver dans les municipalités, ont pour objet d'accroître les travaux de construction en hiver. Il serait sage de vous organiser dès maintenant pour obtenir votre part des affaires au cours de l'hiver.

- Prenez des dispositions pour encourager les gens à exécuter leurs travaux de construction en hiver.
- Songez aux moyens à prendre pour bénéficier des réductions de prix consenties en hiver, des conditions avantageuses des contrats et de la disponibilité accrue de matériaux et de la main-d'oeuvre.
- Cherchez s'il n'existe pas d'autres façons de profiter des avantages qu'offre la construction en hiver.
- Que votre objectif soit une année de "12 mois" de travail.
- Surtout, dressez vos plans *dès maintenant!*

## Prévoyez pour l'hiver

*Tout le monde profite d'une  
augmentation du travail d'hiver.*

Publication autorisée par  
l'honorable Allan J. MacEachen, ministre du Travail du Canada.

# LA CONCEPTION MODULAIRE CARACTÉRISE LE DISJONCTEUR À AIR COMPRIMÉ DE CGE

C'est grâce à sa connaissance des besoins de l'industrie, ainsi qu'à sa capacité d'innover, que la Compagnie Canadian General Electric peut continuer de tenir la place prépondérante dans le domaine de la fabrication des disjoncteurs de grande puissance.

Le disjoncteur à air comprimé de type AT, réalisé pour la première fois en 1956 et fruit d'une étude approfondie, est devenu en peu de temps un favori parmi les disjoncteurs, car il s'adapte parfaitement aux besoins des réseaux modernes de transport à haute tension.

C'est la conception modulaire qui a permis d'unir la simplicité à la flexibilité. On peut ainsi relier en série des interrupteurs identiques de 138 KV, pour couvrir toute la gamme des tensions depuis 115 KV, jusqu'à 500 KV., avec des capacités d'interruption de 5,000 à 35,000 MVA symétriques.

Ces unités modulaires sont supportées sur des colonnes isolantes constituées d'isolateurs identiques dont le nombre varie selon la tension nominale du disjoncteur. Ainsi, la colonne comporte 2 isolateurs pour 138 KV., 3 isolateurs pour 230 KV., et ainsi de suite jusqu'à 500 KV. En utilisant ces colonnes isolantes, on n'a plus besoin d'hexafluorure de soufre comme gaz.

Le disjoncteur CGE de type AT comporte moins de pièces mobiles que tout autre disjoncteur comparable sur le marché.

Cet interrupteur modulaire est compact et de construction simple, ce qui en facilite le montage, l'inspection et l'entretien. Chaque unité modulaire comprend un récepteur d'air comprimé contenant un disjoncteur à double rupture à liaison mécanique, avec condensateurs distributeurs de tension, soupapes de contrôle et, au besoin, des résistances pour supprimer les tensions transitoires et un sectionneur. On a accès à cet ensemble de pièces primordiales par une ouverture d'accès unique de grande dimension.

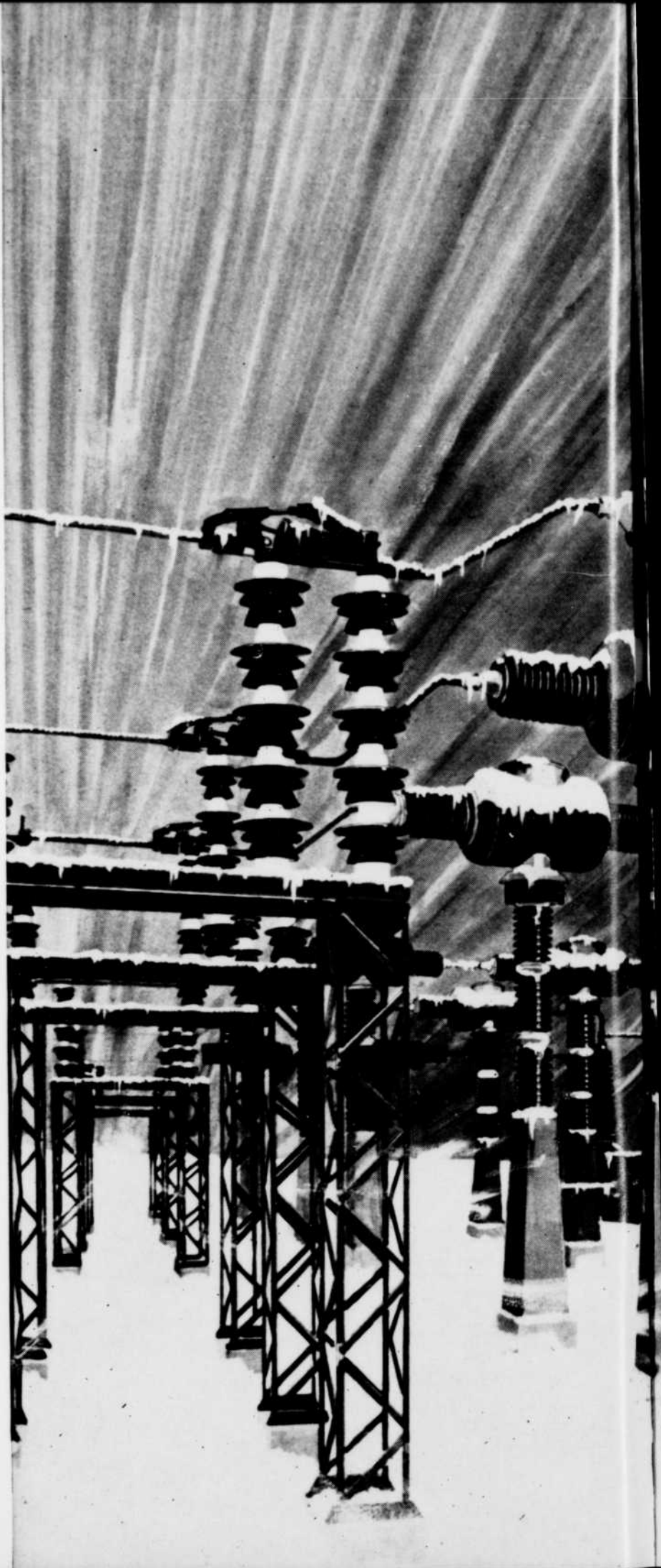
En se maintenant à l'avant-garde du développement de disjoncteurs toujours plus efficaces et plus sûrs, la Compagnie Canadian General Electric contribue à l'expansion des réseaux de transport de l'énergie à haute tension au Canada.

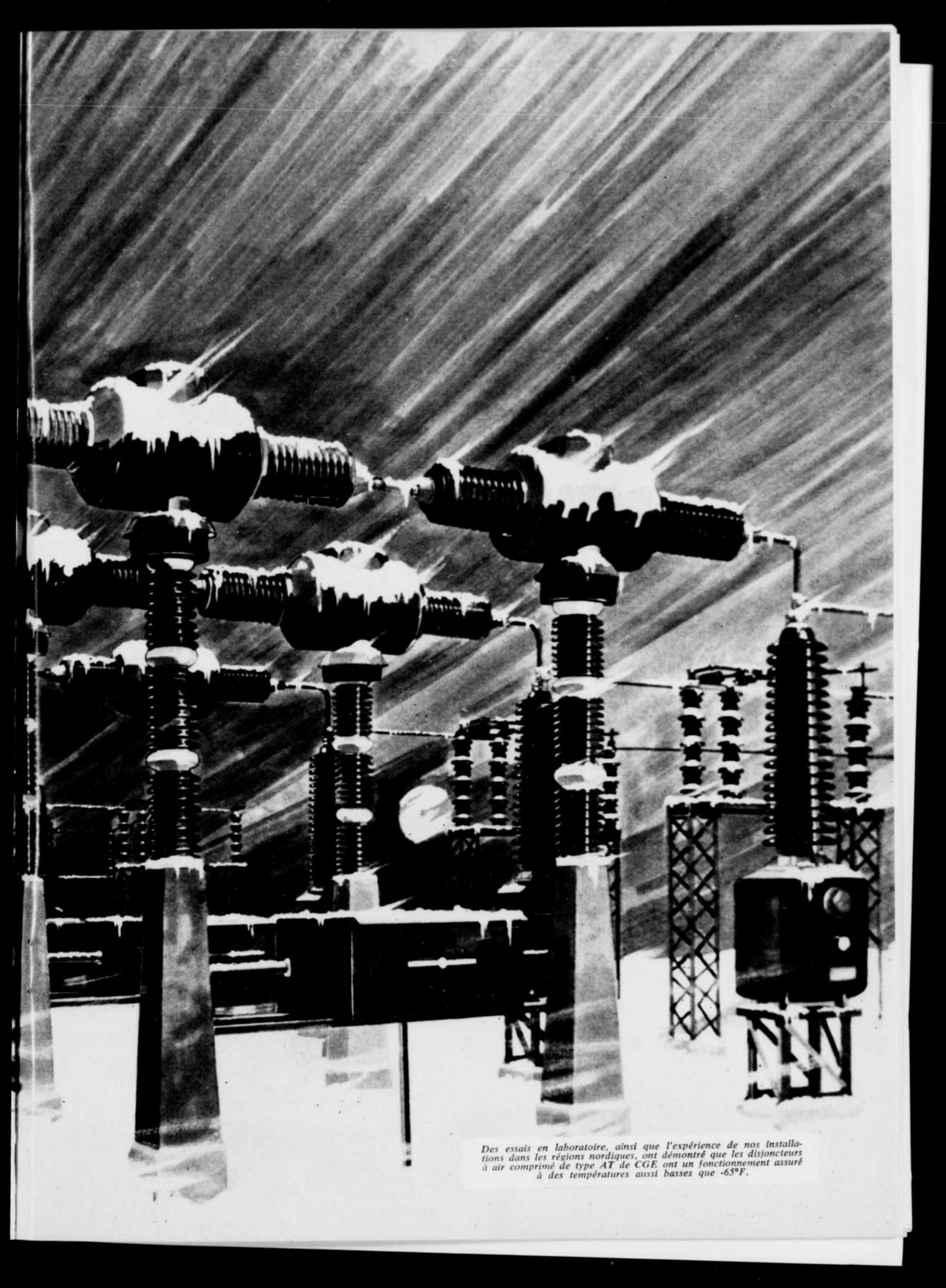
Power Apparatus Department, Canadian General Electric, Peterborough, Ontario.

924-8431F



**CANADIAN  
GENERAL  
ELECTRIC**





*Des essais en laboratoire, ainsi que l'expérience de nos installations dans les régions nordiques, ont démontré que les disjoncteurs à air comprimé de type AT de CGE ont un fonctionnement assuré à des températures aussi basses que -65°F.*



## ÉCHOS DE L'INDUSTRIE

### Dispositifs de commande K-M

Un nouveau catalogue de 72 pages traitant d'appareils et de dispositifs de commande de moteurs allant jusqu'à 300 hp à 600 volts vient d'être publié par la maison Klockner-Moeller Canada Ltd., de Granby. On y trouve une description et les prix des contacteurs magnétiques, des relais industriels, des relais de surcharge thermique, des commutateurs à came et des dispositifs témoins fabriqués par cette compagnie. Les démarreurs, les tableaux de commandes et les centres de répartition, tous des appareils fabriqués au besoin à l'épreuve de la corrosion, imperméables à la poussière et enchassés dans des boîtiers en acier ou en plastique, sont également décrits dans ce catalogue.

Les ingénieurs y trouveront aussi des conseils sur le choix des contacteurs les plus appropriés aux diverses tâches auxquelles ils sont destinés et des renseignements utiles sur la planification des centres de répartition. On s'adresse à la compagnie Klockner-Moeller Canada Ltd., Granby, P. Qué.

### Compresseurs semi-hermétiques D/B

On trouve au moins cinq améliorations majeures dans la fabrication des nouveaux compresseurs hermétiques et appareils de condensation de la compagnie Dunham-Bush Canada Limited. Ce sont : l'addition d'un nouveau filtre des gaz de suction; un silencieux amélioré qui élimine les bruits de pulsation; l'augmentation de la capacité du carter d'huile et l'introduction d'une nouvelle soupape qui assure la lubrification suffisante du compresseur quelle que soit la longueur

du réseau de canalisations, une nouvelle soupape articulée plus puissante, qui résiste aux coups et diminue la fatigue de la machine; enfin, un thermostat intégré dans l'enroulement du moteur qui empêche la surcharge thermique.

Le service de la Promotion des ventes de la Dunham-Bush of Canada Limited, 140 Wendell Avenue, Weston, Ontario, fournira des renseignements supplémentaires à qui en fera la demande.

### Climatisation "multi-zones" D/B

Le conditionnement de l'air par un appareil unique autonome au fonctionnement variable dans plusieurs zones à la fois fait maintenant partie des réalisations techniques de la compagnie Dunham-Bush qui vient de mettre des nouveaux appareils du genre sur le marché.

La nouvelle série MZ de D/B, d'une conception entièrement nouvelle, comprend des appareils dont la puissance va jusqu'à 38,000 pi.cu./min. à 4" de pression statique. Le chauffage est pourvu par la vapeur ou l'eau chaude et le refroidissement, par réfrigération intégrale ou l'eau dans des serpentins. Ces appareils sont exceptionnellement compacts. Le manufacturier décrit dans ses brochures les caractéristiques intéressantes suivantes : le coussinet de l'arbre de l'éventail externe s'ajuste de lui-même; la partie périphérique des humidificateurs de zone est pourvue d'un feutre durable qui élimine la perte d'air; les appareils sont vraiment de type "multi-zones" et peuvent assurer la climatisation d'un ensemble allant de deux à 28 zones.

Prière d'écrire pour plus amples renseignements au service de la Promotion

des ventes, Dunham-Bush Canada Limited, 140 Wendell Avenue, Weston, Ontario.

**Le "Low-Line Seasonmaker"** — Cet appareil de climatisation KeepRite est caractérisé par l'absence de bruit de l'éventail. On l'installe particulièrement dans les endroits où une installation silencieuse est de rigueur, soit dans les hôpitaux, les écoles, les maisons d'appartements et les bureaux pour ne nommer que ceux-là. Le secret du fonctionnement silencieux de cet appareil se trouve dans la conception particulière de la chambre de refroidissement. Dans les appareils classiques, l'air passe directement de l'éventail au serpentins pour ressortir aussitôt par la grille de décharge. L'appareil KeepRite, au contraire, force l'air à effectuer deux changements de direction à angle droit avant de passer de l'éventail à la pièce. Des parois épaisses fabriquées de matériau insonorisant absorbent le son à chaque angle droit. La puissance de décharge reste la même, mais l'air est soufflé sans bruit dans la pièce. Ces appareils "Low-Line Seasonmaker" sont disponibles en modèles de 200, 300, 400, 600, 800 et 1,200 pi.cu./min. Ils sont installés sur le parquet et mesurent 12½" d'épaisseur et 14½" de hauteur. Comme la grille de décharge de l'air est placée sur la partie avant de l'appareil, on peut encastrer celui-ci dans le mur jusqu'à cinq pouces de profondeur, laissant visible un appareil élégant qui ne dépasse alors le mur que de 7½ pouces. La qualité des composantes est également présente dans cet appareil au même titre que dans les gros appareils industriels ou commerciaux.

Tous renseignements complémentaires sur ces appareils KeepRite sont disponi-



## Le seul démarreur avec étouffeur à arc instantané

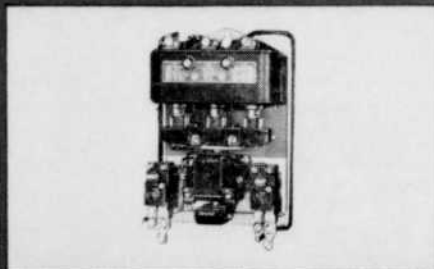
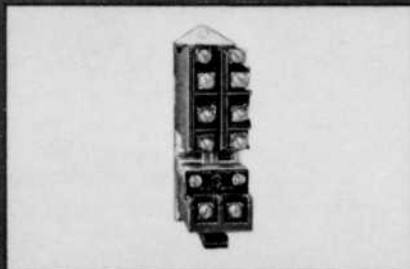
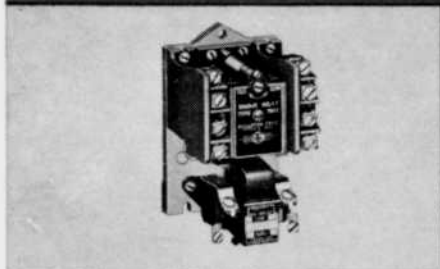


Vous pouvez aller de l'avant en toute sécurité avec les démarreurs de moteurs type CY de Canadian Controllers — les seuls démarreurs adhérents au principe de l'étouffement à arc breveté. Pour les grosseurs 2 et plus, alors que l'usure de surface par le contact est critique, les champs magnétiques tiennent les arcs en mouvement sur les surfaces de contact et les étouffent rapidement. ■ De telles particularités font que les contacts de démarreurs durent plus longtemps, fonctionnent plus sûrement. Tous les contrôles électriques C.C.L. — démarreurs, relais, boutons d'interrupteur de courant — présentent leurs particularités exclusives de régularité établie, de versatilité et d'entretien plus facile . . . enjolivés d'un style attrayant pour rehausser l'apparence de votre produit et l'incitation à la vente. ■ Votre Bureau des Ventes Canadian Controllers le plus proche, votre représentant ou votre fournisseur est anxieux de vous aider de leur assistance technique la plus complète. Ou écrivez dès aujourd'hui à Canadian Controllers Limited.

**Commutateur à sélection robuste** — une des lignes complètes d'unités de contrôle C.C.L. pour l'industrie lourde — les seules unités avec contacts qui se nettoient automatiquement. Un code de double couleur simplifie la complexité des opérations.

**Place plus de circuits** dans moins de superficie que tout autre relais de 600-volts. Slim Jim a seulement 1 1/2" d'épaisseur, ne requiert pas d'espace de panneau pour enlever la bobine. C'est le plus nouveau de la ligne versatile de relais PM de C.C.L.

**Code de double couleur** — boutons et bagues — qui identifie l'opération individuelle et les fonctions de groupe. Un original de Canadian Controllers dans le but de simplifier les postes de contrôle qui seraient compliqués autrement.



## Canadian Controllers Limited

Spécialisant exclusivement dans la fabrication des appareils de contrôle de moteurs électriques

1550 BIRCHMOUNT RD., SCARBOROUGH, TORONTO, ONTARIO. BUREAUX DANS LES VILLES PRINCIPALES

bles sur demande. On s'adresse à : Monsieur N. A. MacMaster, directeur, Publicité et Promotion des Ventes, KeepRite Products Limited, 44, rue Elgin, Brantford, Ontario.

### **Tuyau d'égout de maison Atlas**

Une brochure illustrée, en langue française, intitulée : "Tuyau d'égout de maison Atlas", est offerte aux ingénieurs et aux constructeurs qui en feront la demande. Atlas Asbestos Company décrit son tuyau comme étant léger et d'installation facile, étanche avec des joints qui le protègent contre les dommages causés par l'invasion des racines et l'infiltration de l'eau, et lisse pour l'empêcher de se rouiller, de se désintégrer et pour conserver la surface intérieure inaltérable.

Il s'agit d'un tuyau d'amiante-ciment, donc composé de deux matériaux très durables. Les fibres d'amiante longues, résistantes et presque indestructibles constituent pour le ciment un matériau de renforcement supérieur à tout autre matériau connu, affirme le fabricant. Le tuyau est fabriqué en unissant ensemble plusieurs couches superposées d'amiante-ciment autour d'un mandrin en acier, assurant ainsi un rapport résistance-économie particulièrement élevé. Ce tuyau plus léger signifie une plus grande économie dans la livraison et la manipulation.

La surface intérieure lisse, les joints étanches qui n'exigent aucun entretien et le mettent à l'abri de l'électrolyse, l'installation facile, la souplesse de dimensions offertes, les anneaux d'étanchéité installés à l'usine sont toutes des qualités particulières au tuyau d'égout de maison Atlas.

Les lecteurs peuvent obtenir copie de cette brochure en s'adressant au Service des Ventes, Atlas Asbestos Company, 5600, rue Hochelaga, Montréal 5.

### **Nouveaux appareils de climatisation KeepRite**

Des appareils souples, qui s'adaptent à la plupart des besoins de conditionnement de l'air arrivent sur le marché via l'usine de la compagnie KeepRite Products Limited, Brantford, Ontario. Cette maison fabrique des appareils de climatisation, de réfrigération, de chauffage, de transfert de la chaleur et divers produits de la construction domiciliaire, commerciale et industrielle.

**Climatisation des moyens et gros immeubles** — KeepRite offre présentement en vente des appareils allant de cinq à 60 tonnes, modèles horizontaux ou verticaux, ayant huit différentes dispositions d'échappement ou décharge de l'air. L'installation et l'entretien sont faciles et rapides grâce à la conception particulière de ces appareils. En effet, la section de l'éventail et du serpentín est facilement accessible, assurant ainsi le montage et le démontage à l'intérieur même de l'immeuble où ces appareils sont installés. En fait, l'accessibilité totale de tous les éléments de l'appareil est une des caractéristiques les plus intéressantes des produits KeepRite, nous fait remarquer le fabricant. Le bâti de l'appareil est en acier solide, les coins sont renforcés et la vibration est considérablement réduite. La qualité des parties composantes et l'isolation ont permis au fabricant d'assurer aux usagers un fonctionnement silencieux et de tout repos.

**Accessibilité totale** — Les condenseurs des appareils de climatisation KeepRite jouissent d'une accessibilité complète grâce à leur couvercle qui se lève et s'abaisse facilement. L'entretien est alors grandement facilité. Ces condenseurs qui sont fabriqués en 20 modèles pour répondre à des besoins de puissance allant de cinq à 145 tonnes sont installés pour la climatisation à décharge verticale; 11 modèles allant de cinq à 43 ton-

nes peuvent être adaptés à la climatisation à décharge horizontale. En employant du tuyau d'un demi-pouce de diamètre extérieur dans la fabrication des serpentins et en espaçant ces derniers 12 au pouce, les ingénieurs de la compagnie KeepRite ont réussi à diminuer la quantité de réfrigérant de 35 p. 100. De plus, les moteurs sont à l'abri et protégés des intempéries.

### **Nouveau dépliant sur les bouilloires monobloc Ray**

Un nouveau dépliant descriptif de quatre pages des bouilloires Ray, en deux couleurs, format papier à lettre ordinaire, est offert aux lecteurs qui en feront la demande à la compagnie Martin Bros., 1151 Kipling Avenue North, Rexdale, Ont., distributeurs et fabricants au Canada des bouilloires monobloc de la Ray Burner Co. de San Francisco.

En plus des illustrations de la bouilloire même et des brûleurs, où l'on voit les orifices d'essence et d'huile, le dépliant montre un dessin en coupe qui explique clairement comment s'effectue le mélange air-carburant dans l'appareil de chauffe. On y voit également une description détaillée du gicleur particulier aux appareils monobloc Ray et tous les renseignements pertinents sur cette bouilloire.

Prière de s'adresser à la compagnie Martin Bros., dont l'adresse est mentionnée ci-haut, pour obtenir un exemplaire de ce dépliant.

### **Exposition réussie de livres scientifiques et techniques français**

Les 9 et 10 avril dernier, à l'occasion de l'Assemblée annuelle de la Corporation des Ingénieurs du Québec, les édi-

teurs français de livres scientifiques et techniques, groupés sous l'égide de la Société SODEXPORT, ont tenu à l'Hôtel Mont-Royal une exposition très remarquée. Près de quatre cents volumes, parmi les plus récemment parus, ont été présentés et un bon nombre de congressistes ont eu le loisir de les consulter.

Cette manifestation s'inscrit parmi les activités que déploie sans cesse SODEXPORT pour accroître la diffusion du livre spécialisé français à l'étranger et en particulier au Canada.

### **Station de pompage d'égouts Flygt**

Une brochure de six pages, illustrée, concernant les stations de pompage d'égouts préfabriquées, est maintenant disponible chez FLYGT CANADA LIMITED. On y trouve la description des stations en acier enduit d'époxy et en plastique renforcé de fibre de verre.

Selon la description, ces stations sont disponibles en modèles d'un ou deux compartiments. Celui d'un seul compartiment ne comprend que le puisard. Ces stations, dont le puisard se trouve directement sous la chambre d'entretien, sont équipées de pompes électriques submersibles "FLYGT". La conception de la station, qui n'exige qu'une seule excavation pour l'installation entière, élimine le besoin de creuser un deuxième trou pour le puisard.

Les réservoirs fabriqués en plastique renforcé de fibre de verre et un régulateur de niveau que l'on dit être d'une grande simplicité de conception sont aussi décrits dans la brochure.

Voici la description générale d'une station Flygt :

#### **Compartiments**

Une station de pompage d'égout Flygt

préfabriquée est une unité complète, avec tout l'équipement installé dans un réservoir à un ou à deux compartiments.

Le modèle à deux compartiments met en vedette un puisard séparé et une chambre d'entretien isolés des chambres de contrôle et d'entrée par une plaque de recouvrement boulonnée, à garniture. Dans le cas d'une panne, tel qu'un manque d'électricité, résultant en l'inondation du puisard et de la chambre d'entretien, l'effluent sera transporté au déversoir par la tuyauterie d'aération. Il est recommandé, cependant, qu'un tuyau de trop-plein séparé soit installé, si requis.

Le modèle à un seul compartiment n'a que le puisard. Les contrôles dans ce genre d'installation peuvent être montés au-dessus du sol, ou ils peuvent être installés dans une chambre isolée du réservoir, avec une plaque de recouvrement boulonnée, à garniture, au niveau du sol.

Comme les stations Flygt sont équipées de pompes submersibles électriques Flygt, le puisard est directement sous la chambre d'entretien et ce montage compact ne nécessite qu'une seule excavation pour la station entière. Il n'est pas nécessaire d'excaver pour un puisard séparé.

#### **Équipement**

Chaque station comprend l'équipement essentiel suivant : la ou les pompes d'égout submersibles, électriques, imbouchables Flygt, le ou les raccords de décharge automatique brevetés, les glissières, les soupapes, la tuyauterie intérieure, les régulateurs de niveau Flygt, le panneau de contrôle pour l'équipement électrique, y compris éclairage, soufflerie, déshumidificateur, chauffelette (facultative), et toute la filerie.

#### **Chambres principales**

Dans la station à deux compartiments, les chambres principales sont renfermées dans un réservoir vertical, cylindrique, de 7' de diamètre sur 12' de hauteur, avec hauteur de 5'6" et de 6'6" pour le puisard et la chambre d'entretien respectivement.

La station à compartiment unique est contenue dans un réservoir vertical, cylindrique, de 5' de diamètre ou de 7' de diamètre dont la hauteur varie selon les exigences.

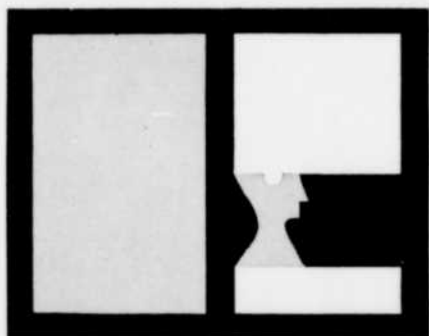
#### **Chambre d'entrée**

Une chambre d'entrée n'est utilisée qu'avec le modèle à deux compartiments. Il s'agit d'une chambre oblongue-rond de 5' x 3' x 6' de hauteur, avec accès libre à la chambre de contrôle au moyen d'une plaque de recouvrement boulonnée, à garniture. Il peut être équipé d'un couvercle à charnières pour usage dans les endroits à découvert ou avec un cadre et une plaque de trou d'homme pour les endroits pavés.

#### **Tuyau d'entrée**

Lorsque nécessaire, pour de plus grandes profondeurs, un tuyau d'entrée de 30" de diamètre peut être ajusté sur le haut de la chambre d'entrée. Ce tuyau serait expédié séparément, pour installation sur place. En outre, il peut être muni d'un couvercle à charnières ou d'un cadre et d'une plaque de trou d'homme.

La brochure en question peut être obtenue en FRANÇAIS ou en ANGLAIS de : FLYGT CANADA LIMITED, 8230, rue Mayrand, Montréal 9.



## CARNET DES INGÉNIEURS

**Correspondants — Région de Québec :** M. Raymond Côté, 547, avenue Royale, Beauport — **Région de Sherbrooke :** M. Paul-Emile Brunelle, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke — **Toutes autres régions :** Charles-E. Tourigny, Ecole Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29.

**Boivin, Claude, Poly '60**, jusqu'à ces derniers temps ingénieur de district pour la société Sylvania Electric (Canada) Ltd., est maintenant à l'emploi de l'Hydro-Québec, à Montréal.

**Boulanger, Louis, Poly '64**, auparavant en génie industriel à la Canadian General Electric, à Montréal, est maintenant ingénieur vendeur pour la société Ford Motor Co. of Canada Ltd.

**Bourque, Maurice, Sherbrooke '62**, qui faisait de la représentation technico-commerciale pour Canadian Marconi, est présentement aux études conduisant à la maîtrise en urbanisme, à l'Université de Montréal.

**Buron, Didier, Poly '60**, est à l'emploi du bureau d'études Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme & Lapointe, à Montréal, depuis mai dernier.

**Carrier, Paul, Poly '64, M.S.C.E. (Purdue — 1965)**, à son retour de l'Université Purdue de Lafayette, Indiana, où il a obtenu le diplôme de Maîtrise en Structures, a accepté un poste d'Assistant à la section de Structures du Département de Génie civil, à l'Ecole Polytechnique.

**Casgrain, Pierre, Poly '63**, boursier Athlone, passera les deux prochaines années aux études de maîtrise en "Production Engineering" à l'Université Birmingham, en Angleterre.

**Charbonneau, Pierre, Poly '62**, autrefois à l'emploi de la Shawinigan Engineering Co. Ltd., est maintenant à l'emploi de Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs-conseils, à Montréal.

**Charbonneau, Robert, Poly '63**, qui était ingénieur en structures au bureau de Per Hall & Associates, est maintenant à l'emploi de la société Foundation of Canada Engineering Corporation Ltd.

**Charest, Guy, Poly '62, M.Sc.A. (U. de M. — 1964)**, anciennement attaché au Génie-construction au Quartier général de la Défense, à Ottawa, est maintenant chargé de cours de chimie au Collège militaire royal de St-Jean.

**Couillard, Denis, Laval '59**, a quitté la société Warnock-Hersey, il y a quelques mois, pour accepter le poste d'ingénieur de la Division des sols, pour les Laboratoires d'Inspection et d'Essais Enrg., à Québec.

**Croft, Jean-Eudes, Poly '62**, qui était à l'emploi du bureau d'études Dizazzo & Méthot, travaille maintenant pour Hawes & Wight, ingénieurs-conseils, à Montréal.

**D'Aragnon, Pierre, Poly '64**, jusqu'à ces derniers temps ingénieur industriel pour Alcan, à Arvida, est maintenant à l'emploi de la société General Impact Extrusions Mfg. Ltd., à New Toronto, Ontario.

**David, Camille, Poly '56**, à l'emploi de la société d'Aluminium Reynolds (Canada) Ltée depuis quelques années, a été promu, en juin dernier, au poste de chef ingénieur à l'usine du Cap-de-la-Madeleine.

**Desbiens, Jean-Paul, Poly '63**, qui travaillait au département des projets pour l'Hydro-Québec, à Montréal, est maintenant ingénieur résident au projet de construction de la centrale Manicouagan I.

**Desrochers, Jean, Poly '60**, est maintenant à l'emploi de la compagnie Albany Felt, à Cowansville, Qué.

**Fluet, Pierre, Poly '57**, ingénieur à Canadair jusqu'à ces derniers temps, est maintenant au Service des projets techniques de l'Hydro-Québec, à Montréal.

**Gauvin, Jacques, Poly '54**, qui était gérant de mine pour Lamco J.V. Operating Co. en Libérie, Afrique, travaille maintenant à la Division des Ressources minérales, au Ministère des Mines et Relevés techniques, à Ottawa.

**Gilbert, Raynald, Poly '56**, conseiller industriel pour le bureau Bélanger, Ouellette & Associés depuis son retour au Canada en 1963, travaille maintenant pour Price Waterhouse & Cie à Montréal.

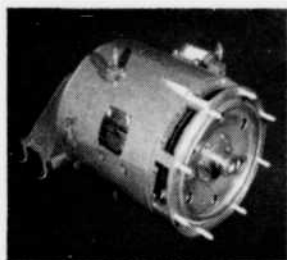
**Guay, Jacques, Poly '61**, est maintenant à l'emploi du Centre d'Organisation Scientifique de l'Entreprise. Il fera un stage d'étude en France et visitera plusieurs Centres de Productivité en Europe. Il sera de retour au mois d'août 1966.

**Guy, Gérard, '61**, enseigne depuis au-delà d'un an à l'université de Phnom-Peuh, au Cambodge. Ses confrères peuvent communiquer avec lui par l'intermédiaire de la Délégation Canadienne, au même endroit.

**Lapierre, Jacques, Poly '62**, autrefois à l'emploi de P.E. Beaudoin Ltd., est maintenant président d'une société qu'il a fondée en avril dernier sous la raison sociale "Génie Québec Construction" et dont la spécialité est le béton armé, surtout pour les réservoirs. Le siège social de sa compagnie est à Québec.



## LA TÊTE ET LE



**MUSCLE...** qui feront rouler le nouveau métro de Montréal. L'été 1966 verra les Montréalais voyager entre les gratte-ciel et leurs résidences dans des voitures de métro roulant sur pneumatiques. Les roues à pneumatiques assurent un roulement plus souple, plus silencieux et une meilleure adhérence sur les plans fortement inclinés et permettent d'obtenir des accélérations et des décélérations plus rapides. Elles ont posé cependant de nombreux problèmes techniques à tous les fournisseurs du métro, problèmes d'autant plus délicats qu'il n'existe, à l'heure actuelle, qu'un autre métro ainsi équipé dans le monde.

La Canada Iron étant la seule compagnie canadienne possédant les connaissances techniques et les facilités de fabrication dans ce domaine, le constructeur de wagons, Canadian Vickers Industries Limited lui confia la fabrication de tout l'équipement de traction des rames de métro. Canada Iron construit donc, sous licence de cinq sociétés françaises, les 256 dispositifs de commande et les 1024 moteurs de 150 CV qui composent les systèmes complexes de traction, ainsi que tous les frotteurs capteurs de courant et les générateurs de 400 périodes qui alimenteront l'éclairage par fluorescent des voitures.

La fabrication de ce matériel spécial ne constitue qu'un des domaines dans lesquels les services techniques et de fabrication de Canada Iron excellent. Les huit divisions\* de la compagnie peuvent vous aider à résoudre vos problèmes. Consultez Canada Iron, quels que soient vos besoins: pièces coulées de fonte grise ou de fonte alliée, machines lourdes, outillage d'entretien de voies ferrées, tuyaux de fer et de béton, matériel électrique, vannes, et fabrication et montage de charpentes d'acier pour la construction ou l'industrie.

Pour obtenir notre brochure illustrée de 40 pages, écrivez à: Canada Iron Foundries, Limited, 1121, Place Ville-Marie, Montréal (2), (P.Q.).

CRÉE DES MOYENS DE PRODUCTION POUR L'AVENIR

**Canada Iron**

\*DIVISIONS: FONDERIE, MÉCANIQUE, TUYAUTERIE, TAMPER, CHARPENTE (EST), CHARPENTE (PRAIRIES), WESTERN BRIDGE, RAILWAY & POWER ENGINEERING CORPORATION, LIMITED.

*Cette annonce fait partie d'une série illustrant la diversité des services de Canada Iron.*

**Larocque, J.-J., Ing.P. (Manitoba)**, a été nommé au poste de gérant de la production de la société John Lewis Inc., de Grand'Mère, Qué., fabricant de menus articles de bois.

**Laurin, Marcel, Poly '64, M.S.C.E. (Purdue - 1965)**, ingénieur au Service des ponts du département des Travaux publics à Québec, est de retour à son poste, après un an d'études à l'Université Purdue, à Lafayette, Indiana, où il a obtenu le diplôme de Maîtrise ès Sciences en Génie civil (M.S.C.E.), en Structures.

**Maillot, Jean-François, Poly '63**, ingénieur à la Canadian Celanese, Division de Chemcel (1962) Ltd., à Drummondville, a été récemment promu "Senior Supervisor" au Département de l'acétate de cellulose de cette fabrique de textiles.

**Maranda, Marc-S., Poly '64**, autrefois à la Canada Cement, est maintenant à l'emploi de Francon Ltée, à Montréal.

**Marcil, Denis, Poly '61**, qui travaillait au Département de Géotechnique de H. G. Acres & Co. Ltd., à Niagara Falls, est maintenant à l'emploi des Laboratoires Ville Marie Inc., à Montréal.

**Miller, David, Poly '62**, auparavant à l'emploi de Lamaque Mining Co., à Bourlamaque, travaille pour Quebec Cartier Mining, à Gagnonville, depuis juillet dernier.

**Montcalm, Yvan, McGill '51**, jusqu'à maintenant ingénieur des ventes et directeur adjoint à la société Powerlite Devices Ltd., a été promu récemment au poste de Directeur régional de l'est.

**Paré, Simon, Poly '61, M.Sc. (M.I.T. - 1964)**, est maintenant au Service d'Organisation et Méthodes de l'Hydro-Québec, à Montréal.

**Pelletier, J.-Cyprien, Laval '61**, qui était directeur adjoint au service des télécommunications de la Protection Civile du Québec, à Québec, est maintenant à l'emploi de la Canadian Marconi Co., où il est responsable du bureau des ventes, à la section des Communications marines et terrestres.

**Pénelle, André, Poly '58**, autrefois à l'emploi de la Cie de Téléphone Bell du Canada, travaille maintenant à la division des Télécommunications, à l'Hydro-Québec.

**Roberge, Gaston, Poly '57**, qui était ingénieur industriel pour la Banque d'Expansion industrielle, à Québec, vient d'être nommé au poste d'adjoint du président et gérant général de la société J. Ford & Co. de Portneuf.

**Servant, Arthur, Laval '64**, est maintenant à l'emploi de la société Damien Boileau, entrepreneurs-généralistes, à Montréal.

**Sziladi, Louis, Poly '65**, qui travaillait pour A.G. Acres, à Niagara Falls, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Georges Demers, ingénieur-conseil, à Montréal.

**Thériault, Georges, Poly '64**, autrefois chef du département de contrôle de la qualité à la société d'imprimerie Ronalds Federated Ltd., à Montréal, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme & Lapointe, ingénieurs-conseils.

**Therrien, Francis, Poly '61**, qui faisait partie du personnel du R.C.A.F., à Bagotville, travaille maintenant au Service du matériel roulant du C.N.R., à Montréal.

**Trudelle, Gilles-C., Poly '62**, jusqu'à ces derniers temps ingénieur des méthodes à la Northern Electric, est maintenant au Service technique de Domtar, Division de la chaux, dont le bureau est à Montréal et la fabrique à Joliette.

**Vézina, François, Poly '61**, en charge de la section électricité, au Service Technique de la Circulation (Voirie du Québec) est parti pour les Etats-Unis où il poursuivra des études à l'Université Northwestern en vue de l'obtention d'une maîtrise en génie routier et technique de la circulation.

## NÉCROLOGIE

**L'Heureux, Marcel, Poly '31**, est décédé au début de l'été dernier, après une longue maladie. Né à Québec en 1908, il fit ses études secondaires à l'École Supérieure St-Louis et ses études universitaires à l'École Polytechnique où il obtint les diplômes d'Ingénieur et de B.Sc.A. en 1931. A sa sortie de Poly, il entra à l'emploi du Ministère de la Voirie provinciale et fut tour à tour ingénieur résident, puis divisionnaire et enfin assistant ingénieur de district. En 1939, il quitta le service civil pour accepter le poste d'assistant-gérant et d'ingénieur en chef du Département du "Tarvia" à la société Barrett Co. Ltd., à Montréal. En 1947, il devenait ingénieur de la ville de Pointe-Claire, poste qu'il occupa jusqu'à ce qu'il s'associe au bureau d'études L'Heureux & L'Heureux, ingénieurs-conseils et arpenteurs-géomètres. Au début des années '60, il ouvrit un bureau à son domicile de l'Île Perrot. ■

## NOUVELLES DE L'A.D.P.

### Tournoi de Golf annuel

Le tournoi de golf annuel de l'Association des Diplômés de Polytechnique eut lieu au Lachute Golf & Country Club, le 13 août 1965.

Environ 250 golfeurs se disputèrent les honneurs du tournoi. Parmi les gagnants des nombreux prix distribués, signalons : chez les messieurs, Marcel Lafortune '52, qui mérita le trophée Ignace Brouillet et Jean-Paul Lépine '57, gagnant du trophée P.A. Dupuis, et chez les dames, Mlle C. Racicot qui remporta le trophée A. Billet Ltée tandis que Mlle Thérèse Rodrigue gagnait le prix du concours de "putting".

Près de 400 convives prirent part au dîner qui clôtura la fête.

### Nouvelle Section possible

S'étant rendu compte qu'environ une centaine de confrères sont établis dans la région Saguenay-Lac St-Jean, le Conseil décida, à son assemblée régulière du 28 juin dernier, d'offrir à ces diplômés, s'ils le désirent, de se grouper en une Section régulière de l'Association, conformément aux articles 57 à 65 du Règlement régissant l'Association, c.f.: page 18 de la Liste des Diplômés, Edition 1965.

A cette fin, vers la mi-août, une lettre circulaire a été envoyée à tous les confrères de la région dont les adresses étaient connues, demandant leur opinion, leurs commentaires et suggestions concernant cette initiative. Les confrères omis involontairement sont priés de communiquer avec le Secrétaire-trésorier qui leur enverra immédiatement copie de cette lettre circulaire.

### Recrutement

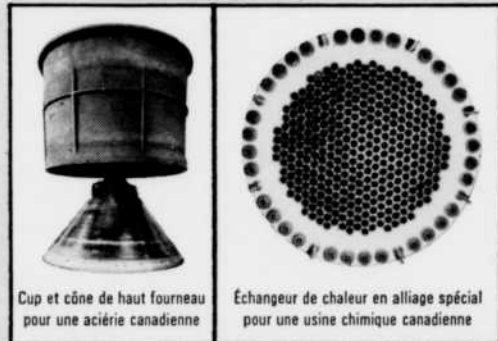
La campagne de recrutement, amorcée en avril dernier, se continuera jusqu'à la fin de l'année et les confrères qui ont oublié d'envoyer leur cotisation annuelle de 1965 sont priés avec instance de corriger cette omission le plus tôt possible.

A ce sujet, n'oublions pas que, suivant une résolution du Conseil, tout confrère qui paie la cotisation de 1965 redevient membre en règle de l'Association sans avoir à déboursier quoi que ce soit pour les arrérages. ■



*Photo Shawinigan  
Engineering Company Ltd.*

**CANADIAN VICKERS OFFRE À L'INDUSTRIE CANADIENNE LES SERVICES  
TECHNIQUES QU'ELLE EXIGE**



Cup et cône de haut fourneau  
pour une aciérie canadienne

Échangeur de chaleur en alliage spécial  
pour une usine chimique canadienne

Porte d'écluse sur l'Outaouais, à Carillon.

**CANADIAN VICKERS**  
 **INDUSTRIES** LIMITED

MONTREAL • CANADA  
 MEMBRE DU GROUPE DE COMPAGNIES CANADIAN VICKERS



# BIBLIOGRAPHIE

## CHIMIE

**Introduction à l'emploi de rayonnement en chimie physique — Tome I — Cheminement des particules chargées,** par Yvette Cauchois et Yvonne Heno. — Un volume, éd. 1964, 276 pages, 52 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Les auteurs proposent de présenter en un ensemble de trois volumes quelques-unes des connaissances indispensables à qui veut faire usage de certains rayonnements, soit pour analyser et comprendre la structure de la matière, soit pour provoquer, par irradiation, des effets chimiques ou physiques.

Ce premier volume concerne essentiellement les lois d'affaiblissement et le cheminement des particules chargées.

L'action des divers rayonnements sur les milieux qu'ils traversent permet d'étudier leur production mutuelle et les interactions des constituants fondamentaux de la matière; ou encore de provoquer l'apparition d'autres particules dont la connaissance est de la plus haute importance pour construire une représentation complète et unifiée de l'univers.

Enfin, à la suite d'un bombardement par ces rayonnements, de nombreuses substances sont amenées à manifester des modifications importantes de leurs propriétés physiques ou chimiques, modifications susceptibles parfois de se poursuivre après irradiation.

**Les séparations par les résines échangeuses d'ions,** par B. Tremillion. — Un volume, éd. 1965, 400 pages, 165 figures, 90 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Voici un exposé, présenté dans l'esprit de la chimie analytique, des connaissances nécessaires à ceux qui utilisent cette méthode: propriétés fondamentales des résines, théorie des phénomènes qui se produisent dans les colonnes d'échangeurs d'ions et enfin applications, en particulier électro-chimiques.

L'auteur a particulièrement mis l'accent sur les possibilités offertes par la

chimie des solutions et par les solvants autres que l'eau, ainsi que sur la distinction entre les applications analytiques et les applications préparatives. Un chapitre est consacré à un domaine en plein essor: les colonnes à contre-courant (à résine mobile).

Une bibliographie soigneusement sélectionnée permettra au lecteur de chercher un complément d'information, soit pour approfondir la théorie, soit pour trouver la description des nombreuses séparations qui ont été mises au point.

## CYBERNÉTIQUE

**Le concept d'information dans la science contemporaine. Cahiers de Royaumont** — Un volume, éd. 1965, 448 pages, broché, 33 F. — Paris, Gauthier-Villars.

En 1962, à l'initiative des Colloques philosophiques de Royaumont, a eu lieu à Royaumont un colloque sur "Le concept d'information dans la Science contemporaine".

L'ouvrage qui constitue les Actes de ce Colloque, textes des communications et discussions in extenso, présente une confrontation de la pensée philosophique, de la pensée scientifique et de la pensée cybernétique sur ce thème commun de l'information.

Les participants au Colloque ont aussi bien évoqué le sens et le rôle d'une théorie de l'information que la place actuelle de cette notion d'information en biologie, que les recherches techniques en matière d'appareils de codage et décodage automatique, ou de prothèse, et enfin les conditions de réception des messages. Mais, bien plus que la place de l'information dans diverses doctrines, c'est sa pénétration dans tous les domaines de la pensée qui fut reconnue à chaque instant.

**Cybernétique sans mathématiques — Tome I,** par Henryk Greniewski — Un tome, éd. 1965, 132 pages, 18 F. — Paris, Gauthier-Villars.

L'auteur, qui est l'un des cybernéticiens les plus avertis de l'Ecole polonaise, a écrit ce livre pour "tous ceux qui, désireux de se faire une idée de la cybernétique, ne possèdent qu'une piètre connaissance des mathématiques". Les idées mises en œuvre sont si claires et les exemples présentés dans un symbolisme si simple, qu'il est aisé de saisir en quoi la méthode de penser cybernétique diffère d'autres méthodes de penser et ce que l'on peut en attendre.

L'ouvrage considère seulement les systèmes quasi-isolés, c'est-à-dire qui sont en interaction avec leur environnement en des points et selon un mode bien déterminé. Dans ce domaine, très vaste, l'auteur a puisé des exemples typiques de l'un des traits essentiels de la pensée cybernétique, l'usage des modèles, systématique et voulu. Les modèles choisis concernent les sujets les plus divers: réflexes conditionnés, machines à enseigner, automates, machines à traduire, planification d'une économie, illustrés de diagrammes très éclairants.

## DICTIONNAIRES

**Dictionnaire anglais-français des termes relatifs à l'électrotechnique, l'électronique et aux applications connexes,** par Henri Piraux — Un volume, éd. 1965, 362 pages, 38 F. — Paris, Editions Eyrolles.

Depuis la première édition de cet ouvrage en 1952, le succès de celui-ci n'a pas cessé de s'affirmer, puisque la septième édition voit aujourd'hui le jour.

Cette nouvelle édition peut être considérée comme un nouvel ouvrage, non seulement par sa présentation différente, mais surtout parce que l'auteur a refondu complètement les dernières éditions, en ajoutant plus d'un millier de termes nouveaux concernant les toutes dernières acquisitions du langage scientifique et technique. Il a cependant conservé les termes désuets que l'on rencontre dans les anciens textes, mais en respectant la normalisation actuelle des temps modernes.

## ÉCONOMIE

**L'Energie dans la civilisation moderne**, par René Cordebas — Un volume, éd. 1965, 409 pages — Paris, Editions Cujas.

## ÉLECTROTECHNIQUE

**Appareillage électrique des automatismes industriels — Tome I, appareils électromagnétiques et électromécaniques**, par Michel Chevalier. — Tome I, éd. 1965, 272 pages, 219 figures, 43.15 F. — Paris, Eyrolles.

Le premier tome familiarisera le lecteur avec la symbolisation graphique des schémas électriques, avec les normes nationales et internationales concernant l'appareillage électrique. Il est particulièrement consacré à un exposé des principes de fonctionnement, à la description technologique des différents appareils électromagnétiques et électromécaniques (contacteurs, relais auxiliaires, relais de mesure, disjoncteurs, fusibles, auxiliaires électromécaniques, etc.). Les problèmes posés par le choix de chacun d'eux, par leur montage à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enveloppe de l'équipement, y sont examinés en détail.

En raison de la richesse et de l'étendue de ses informations, cet ouvrage s'adresse : aux ingénieurs et techniciens spécialisés dans l'appareillage électrique industriel, aux installateurs électriciens, et aux professeurs de l'Enseignement technique qui y trouveront les solutions pratiques journalièrement utilisées dans l'industrie pour le calcul et le choix des appareils.

## GÉNIE CIVIL

**Constructions métalliques rivées et soudées — Livre III. Les charpentes**, par Georges Kienert — Un volume, éd. 1965, 196 pages, 227 figures et tableaux, 37 F. — Paris, Editions Eyrolles.

I. L'acier dans les bâtiments à murs portants. Les planchers à ossature métallique; calcul; les poutres, les appuis, les assemblages. La couverture des baies. Les escaliers à ossature métallique. Les combles. Surélévation des immeubles à murs portants. — II. Les bâtiments à ossature portante. Les pans de fer. Bâtiments de grande hauteur. Action du vent. Calcul de l'ossature portante. Le remplissage de l'ossature. Exemples de réalisations : bâtiments industriels, atelier, hôpital, bureaux. Bâtiments comportant

des salles de réunion ou de spectacle, exemples de réalisations.

**Stabilité et résistance au vent de constructions continues par grandes déformations. Coques et treillis**, par M. Van Laethem. — Un volume, éd. 1965, 128 pages, 26 figures, 34.95 F. — Paris, Eyrolles.

Les exemples traités sont principalement les plaques rectangulaires homogènes courbées en forme de cylindre et les treillis courbés de pareille façon. Outre le cylindre, d'autres surfaces développables pourraient être réalisées. Le cas du cylindre est traité en détail. Par exemple, le treillis, après avoir été recouvert de toile imperméable, ancré sur le sol et renforcé éventuellement au moyen de haubans, constitue une sorte de tente très légère, de belle tenue et pouvant couvrir de très grandes surfaces à peu de frais, comme la chose fut récemment prouvée.

La stabilité sous l'effet du vent est étudiée sur la base d'essais en soufflerie qui furent filmés.

Des arcs de grande portée peuvent être dressés d'une venue à partie d'un tube droit. La stabilité de pareils arcs est examinée et des chiffres simples et pratiques permettent le calcul immédiat des dimensions principales des arcs de ce type. Une possibilité d'application citée dans l'ouvrage serait l'élaboration rapide d'un arc enjambant un cours d'eau : un tube droit serait amené par flottaison, mis en forme sur place au moyen d'un tirant, puis relevé.

Des coffrages courbes peuvent être formés harmonieusement et de façon rapide au moyen d'éléments très flexibles.

Quant aux treillis mis en forme de surface développable, on peut envisager leur recouvrement au moyen de matière plastique transparente, éventuellement armée. La construction de serres à grand volume pourrait se concevoir à partir de ces éléments. Ces serres pourraient être démontables et transportées là où certains caprices des agents atmosphériques ne sont à craindre que durant une courte période.

L'étude concerne non seulement un type de construction mais un principe d'élaboration qui n'a pu être envisagé jusqu'à présent parce qu'il fait appel à des matériaux supportant une grande déformation élastique. Parmi ceux-ci on peut envisager non seulement les aciers à haute limite élastique et certaines matières plastiques, mais aussi le béton ou le mortier précontraint. En effet, des plaques minces de mortier précontraint

pourraient être livrées en rouleaux et sont d'ailleurs susceptibles de déformations élastiques suffisamment grandes pour permettre la formation d'arcs ou de voûtes légères, à raidir au moyen de tympans. Une voûte légère pourrait servir de coffrage perdu.

## HYDROLOGIE

**Annuaire hydrologique de la France. Année 1961** — Un volume, éd. 1964, 280 pages, avec cartes en couleurs, graphiques et tableaux. 62 F. — Paris, Société Hydrotechnique de France.

## INDUSTRIES — ORGANISATION ET CONTRÔLE

**33 Principes de gestion des entreprises, Memento du directeur**, par Karl Stefanic-Allmayer. Un volume, éd. 1965, 196 pages, 16.45 F. — Paris, Editions Eyrolles.

En présence de la masse des obligations qui pèsent sur lui, le directeur d'une entreprise perd souvent de vue l'essentiel. Animé du souci de vouloir tout diriger, il s'appesantit fréquemment sur des détails qui ne sont pas de son ressort et oublie que son domaine est l'ensemble et non une branche particulière de son affaire; inversement, il lui arrive aussi de se contenter de vues générales et de négliger certains détails qui, à un moment donné, peuvent avoir une influence capitale sur le succès de son entreprise. Or celle-ci est un être vivant constitué d'organes disparates, aux actions et réactions parfois imprévisibles, soumis à des influences extérieures et qui n'est en bonne santé que si chaque organe fonctionne correctement et en harmonie avec les autres.

Telles sont quelques-unes des idées que développe l'auteur, praticien confirmé du contrôle de la gestion des entreprises : elles sont le fruit des réflexions qui l'ont amené à faire des centaines d'inspections d'entreprises de toutes sortes.

## MATHÉMATIQUES

**Advanced National Certificate Mathematics**, by J. Pedoe — Volume I, éd. 1961, 356 pages, \$4.40 — Volume II, éd. 1961, 382 pages, \$4.40 — London, The English Universities Press Ltd. Represented in Canada by Musson Book Co.

**Algèbre de Boole**, par J. Kuntzmann — Un volume, éd. 1965, 342 pages, 448 figures, 58 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Orienté vers le problème de la synthèse des fonctions booléennes au moyen d'opérateurs logiques donnés, cet ouvrage, que vient de publier DUNOD réalise dans ce domaine à la fois une mise en ordre des concepts (en particulier en les rattachant aux notions courantes des mathématiques), une mise en ordre des méthodes connues, mais dont l'exposé doit être recherché dans des revues spécialisées peu accessibles. Un certain nombre d'idées nouvelles, par exemple les formes lexicographiques, de nouveaux traitements des sommes de produits, des méthodes générales de synthèse par des opérateurs donnés sont à signaler également.

Exigeant des connaissances mathématiques du niveau ingénieur, mais surtout une tournure d'esprit mathématique, cet exposé devra intéresser les ingénieurs de conception et de recherche, dans les domaines utilisant l'algèbre de Boole; les ingénieurs praticiens désireux de se cultiver dans ces mêmes domaines, les chercheurs universitaires et autres de ces mêmes domaines; les mathématiciens appliqués et logiciens; les professeurs des écoles d'ingénieurs où ces matières sont enseignées.

**Tables de logarithmes de logarithmes... log-log. Logarithmes de cologarithmes... log-colog. Logarithmes... log à six décimales**, par G. Barrière — Un volume, éd. 1965, 187 pages, 26 F. — Paris, Gauthier-Villars.

L'ouvrage a pour but de permettre aux Services d'Etudes, aux Ingénieurs et aux Calculateurs de toutes les branches de l'industrie moderne de déterminer rapidement et avec précision la valeur numérique de toutes les exponentielles qu'ils peuvent avoir à résoudre.

Ces tables de log-log et de log-colog :

— s'étendant sur une gamme de nombres assez grande,

— établies avec un nombre de décimales suffisant pour obtenir une approximation confortable,

— utilisables dans les mêmes conditions que les tables de logarithmes usuelles,

— susceptibles de permettre la résolution d'exponentielles réputées complexes,

— complétées par différents tableaux de renseignements adéquats et un large choix d'exemples de calcul,

devront constituer, pour tous les organismes et les particuliers chargés d'études, un instrument de travail pratique et sûr.

## MATIÈRES PLASTIQUES

**L'usinage des plastiques par enlèvement de matière**, par Helmut Zickel — Un volume, éd. 1965, 132 pages, 47 figures, 14 tableaux, 15.40 F. — Paris, Editions Eyrolles.

Ce livre montre quel est, dans ce domaine, l'état le plus récent des connaissances et fournit, sous une forme condensée, toutes indications pratiques pour une fabrication rationnelle par enlèvement de matière.

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux machines et aux outils adaptés au travail des plastiques. La partie la plus importante traite de toutes les opérations d'usinage qu'un transformateur de matières plastiques est appelé à effectuer. Pour chacune de ces opérations, l'auteur passe en revue les différents plastiques, même les plus récents, en indiquant les conditions particulières d'usinage.

## MÉCANIQUE DES FLUIDES

**Résistance à l'avancement dans les fluides**, par S. F. Hoerner — Un volume, éd. 1965, 472 pages, 75 F. — Paris, Gauthier-Villars.

L'ouvrage, destiné aux ingénieurs et aux chercheurs de langue française, n'est pas une simple traduction de la dernière édition américaine du travail considérable de S. F. Hoerner, mais tenant compte des nombreuses rectifications et additions apportées par l'auteur et des notes complémentaires de la traductrice, une véritable nouvelle édition, qui permet au lecteur d'être au courant des dernières connaissances connues dans le domaine de la Mécanique des Fluides appliquée à l'Aéronautique, l'Astronautique, les véhicules terrestres ou maritimes. Les nombreux graphiques, confrontant théorie et expériences, permettent une appréciation exacte de la valeur des expériences et des hypothèses. Une bibliographie extrêmement importante termine chaque chapitre.

## PÉTROLE — INDUSTRIE

**Le pétrole, raffinage et pétrochimie**, par Lucien Sajus — Un volume, éd. 1965, 224 pages, 28 figures, 5.70 F. — Paris, Librairie Armand Colin.

D'excellents ouvrages spécialisés, dont une liste est présentée en fin de ce livre, traitent, sous différents éclairages, chimie, technologie, économie, tout ou partie de l'industrie du pétrole. Il est apparu cependant souhaitable de présenter à un lecteur non spécialisé, désirant une compréhension globale de cet ensemble, un texte concis et clair incluant ces divers aspects.

Dans ce but, il était nécessaire d'aborder conjointement le raffinage et la pétrochimie, dont la séparation est souvent plus formelle que réelle. Il était également important que les descriptions ne s'arrêtent pas à une vue statique des faits mais en rattachent l'existence à la nature des problèmes, scientifiques ou techniques, qu'il a fallu résoudre ou qu'il faut actuellement aborder pour rendre le plus efficace possible les applications des produits issus du pétrole.

## PHOTOGRAPHIE

**The First Negatives — An account of the discovery and early use of the negative-positive photographic process**, by D. B. Thomas — Un volume, éd. 1964, 39 pages, 5 shillings — London, Her Majesty's Stationery Office.

## PHYSIQUE

**Echangeurs de chaleur**, par R. Gregorig — Un volume, éd. 1965, 526 pages, 99.50 F. — Paris, Librairie Polytechnique Béranger.

Notations le plus fréquemment employées — Introduction.

Première partie: Transmission de la chaleur et perte de charge.

Deuxième partie: Transfert de chaleur.

Troisième partie: Dimensionnement économique.

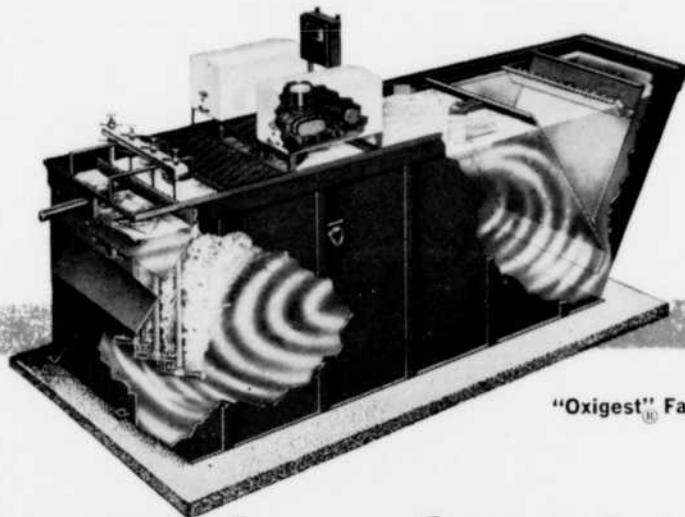
Quatrième partie: Construction.

Cinquième partie: Conduite économique des échangeurs.

21 tableaux numériques de constantes physiques.

**Electricité, fascicule II — Propagation — Electricité corpusculaire, milieux matériels, radioélectricité**, par Marcel Rouault — Un volume, éd. 1965, 336 pages, 245 figures, 36 F. — Paris, Masson.

Après les phénomènes stationnaires et quasi stationnaires dans le vide, objets du fascicule I, ce deuxième fascicule expose les phénomènes de propagation; puis, après une étude des électrons et des ions, il aborde les propriétés électriques et magnétiques des milieux matériels.

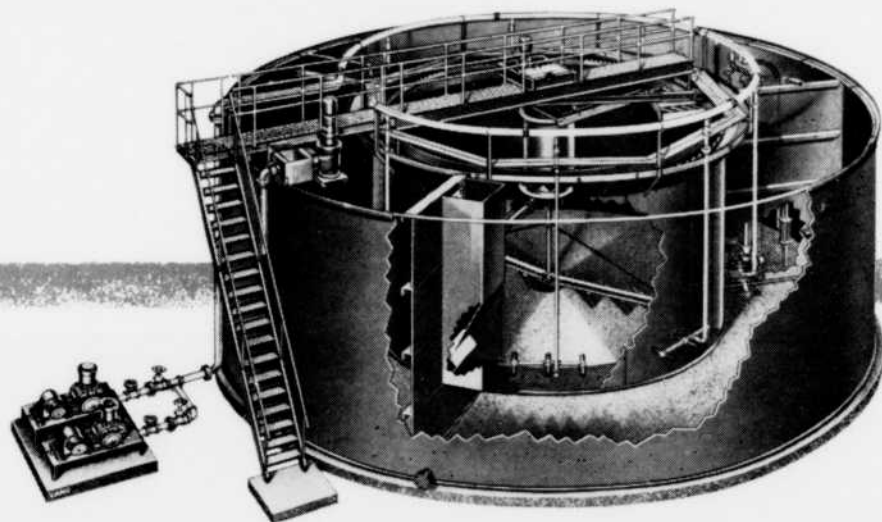


"Oxigest"® Fabriqué en usine

## FLEXIBILITÉ... DÉPENDABILITÉ



Le système Smith & Loveless "Oxigest" fournit un traitement des eaux usées sur lequel on peut dépendre, que les besoins soient petits ou grands!



"Oxigest"® Monté sur place

Smith & Loveless vous offre la flexibilité et la dépendabilité pour les stations de traitement des eaux usées pour grandes et petites subdivisions, écoles, usines et tous autres développements. La capacité de ces unités fabriquées en usine et montées sur place varie pour faire face à vos besoins. Leur coût initial est bas, l'installation en est facile et elles ne nécessitent que peu d'entretien. Leur efficacité est reconnue dans le monde entier!

Les stations Smith & Loveless "Oxigest" pour le traitement des eaux usées sont fabri-

quées en unités complètes pouvant servir de 10 à 100 maisons... et en installations multiples, suivant le cas, afin de faire face aux besoins croissants. Même pour de plus larges installations, le système "Oxigest" peut parer aux besoins de 500 à 10,000 personnes, et à un plus grand nombre encore avec des installations en parallèle.

Si vous êtes à la recherche d'une solution pour vos problèmes de traitement des eaux usées, communiquez avec Smith & Loveless... *la plupart le font!*

*Smith & Loveless*

DIVISION  PROCOR LIMITED

FLUIDTECH LTEE—48 BORD DU LAC, CH-6, POINTE CLAIRE, QUEBEC.

Ecrivez dès aujourd'hui et demandez le manuel de 100 pages sur les techniques relatives aux appareils de traitement des eaux usées.

A la différence de la plupart des ouvrages d'électromagnétisme, on a reporté l'étude des propriétés macroscopiques électriques et magnétiques des milieux matériels après l'étude complète des propriétés du champ dans le vide, y compris la propagation, pour bien mettre en évidence la conservation des lois fondamentales, la différence apparente des lois macroscopiques venant de ce qu'un milieu matériel est essentiellement formé de particules chargées électriquement, groupées ou non en atomes et molécules, et que ces particules modifient le champ des sources extérieures au milieu; on a pu ainsi grouper l'étude macroscopique des propriétés des milieux matériels et leur explication "microscopique", c'est-à-dire à partir de la structure de ces milieux.

Afin d'en mieux jauger la difficulté, la plus grande partie des exercices qui terminent chacun des chapitres ont déjà été proposés aux étudiants.

L'ouvrage se termine par un tableau de valeurs de quelques constantes physiques fondamentales, un tableau de correspondance des unités MKSA avec les unités des 2 systèmes CGS (électrostatique et électromagnétique), quelques indications bibliographiques et un index alphabétique.

**Equipement des laboratoires de recherches.** Texte préparé et rédigé par Charles Ballay, Vladimir Jovanovic, Henri Thieffin. — Un volume, éd. 1965, 120 pages, 16 figures, 16.45 F. — Paris, Editions Eyrolles-Gauthier-Villars.

Après des considérations sur la standardisation en matière de laboratoire, les travaux de la Commission, chargée de préciser les conceptions actuelles qui animent la construction des laboratoires industriels français de recherche et de contrôle, sont exposés sur le plan de travail "chimie" et "physique", sur les fluides (distribution des eaux, gaz, vapeur; évacuation des eaux usées, poisons, gas toxiques, déchets radio-actifs), sur le mobilier, sur les locaux annexes.

**Etude du caractère complet de la théorie quantique,** par Miora MUGUR-SCHACHTER — Un volume, éd. 1964, 76 pages, 20F. — Paris, Gauthier-Villars.

La première partie de l'ouvrage porte sur l'examen du célèbre théorème de von Neumann qui affirme l'impossibilité d'interpréter l'intervention constante des probabilités en Mécanique ondulatoire par l'introduction de variables cachées. Ce théorème semblait exclure absolument

tout espoir d'obtenir une image claire et causale de la coexistence des ondes et des corpuscules qui fournissent du formalisme probabiliste de la Mécanique quantique une interprétation un peu analogue à celle que la Mécanique statistique a naguère fournie des postulats abstraits de la Thermodynamique classique des principes.

Mme Mugur-Schächter a soumis à une analyse approfondie le raisonnement de von Neumann. Logicienne expérimentée, elle a effectué une véritable dissection logique de ce raisonnement et il semble qu'elle est parvenue à démontrer rigoureusement son caractère fallacieux. Tous ceux qui étudieront la première partie de son travail seront frappés par la vigueur d'esprit avec laquelle elle a poursuivi cette analyse.

La seconde partie de l'ouvrage débute par une analyse très approfondie des mesures quantiques et de leurs rapports avec les relations d'incertitude d'Heisenberg. Cette étude menée avec rigueur aboutit à l'identification des mesures "non-quantiques" (que la théorie quantique actuelle n'envisage pas) auxquelles il est possible de soumettre un micro-système, et à l'aide desquelles le problème du caractère complet de la théorie quantique peut être tranché expérimentalement. Ainsi ce problème, si longtemps controversé, se trouve transporté du domaine subjectif purement spéculatif où il paraissait enfermé, dans le domaine objectif de l'expérimentable.

Au cours des déductions le fait — assez surprenant — est mis en évidence, qu'il y a indépendance logique entre le problème du caractère complet de la théorie quantique et le problème du caractère causal des microphénomènes.

L'ouvrage, très vigoureusement charpenté du point de vue logique, présente un très grand intérêt à l'heure actuelle où de nombreux indices semblent annoncer une prochaine et sans doute nécessaire révision des idées qui ont été mises depuis trente-cinq ans à la base de l'interprétation de la Physique quantique.

**Optique,** par G. BRUHAT, 6ème édition revue et complétée par A. KASTLER — Un volume, éd. 1965, 1026 pages, 752 figures, 72F. — Paris, Masson.

Les quatre volumes du Cours de physique générale de G. Bruhat constituent toujours l'ouvrage fondamental pour les étudiants de licence et d'agrégation, et un livre de référence pour tous les physiciens.

A l'occasion des précédentes rééditions du cours d'Optique, le Professeur

Kastler a déjà apporté les compléments rendus nécessaires par les progrès de la science. Il a complété cette 6e édition par un chapitre sur les **Masers optiques** ou **Lasers**. Ces appareils, dus essentiellement au génie inventif de Charles H. Townes (qui vient de recevoir le prix Nobel de Physique 1964), ouvrent au développement de l'optique des perspectives nouvelles et insoupçonnées. Ce nouveau chapitre indique le principe des Lasers basés sur l'émission induite d'Einstein et tente d'esquisser leurs applications, en particulier dans le domaine de l'optique non linéaire.

**Problèmes commentés de physique générale,** par Jacques Hervé. — Un volume, éd. 1965, 522 pages, 294 figures, 76 F. — Paris, Masson.

Cet ouvrage propose une formule de révision et d'approfondissement des connaissances en Physique générale à partir des énoncés de problèmes posés aux Concours d'Agrégation masculine et féminine de 1956 à 1963 inclus. Pour chacun de ces problèmes, l'auteur donne une solution détaillée, puis une série de commentaires sur les questions abordées dans l'énoncé.

Dans la solution, l'auteur a recherché les méthodes de calcul les plus courtes. Par contre, il a insisté sur l'explication des phénomènes physiques et sur l'interprétation des questions les plus délicates de l'énoncé. Ainsi, le premier but visé par l'ouvrage a été d'enseigner un métier : comprendre les données d'un problème posé et rédiger clairement la solution qu'on en propose.

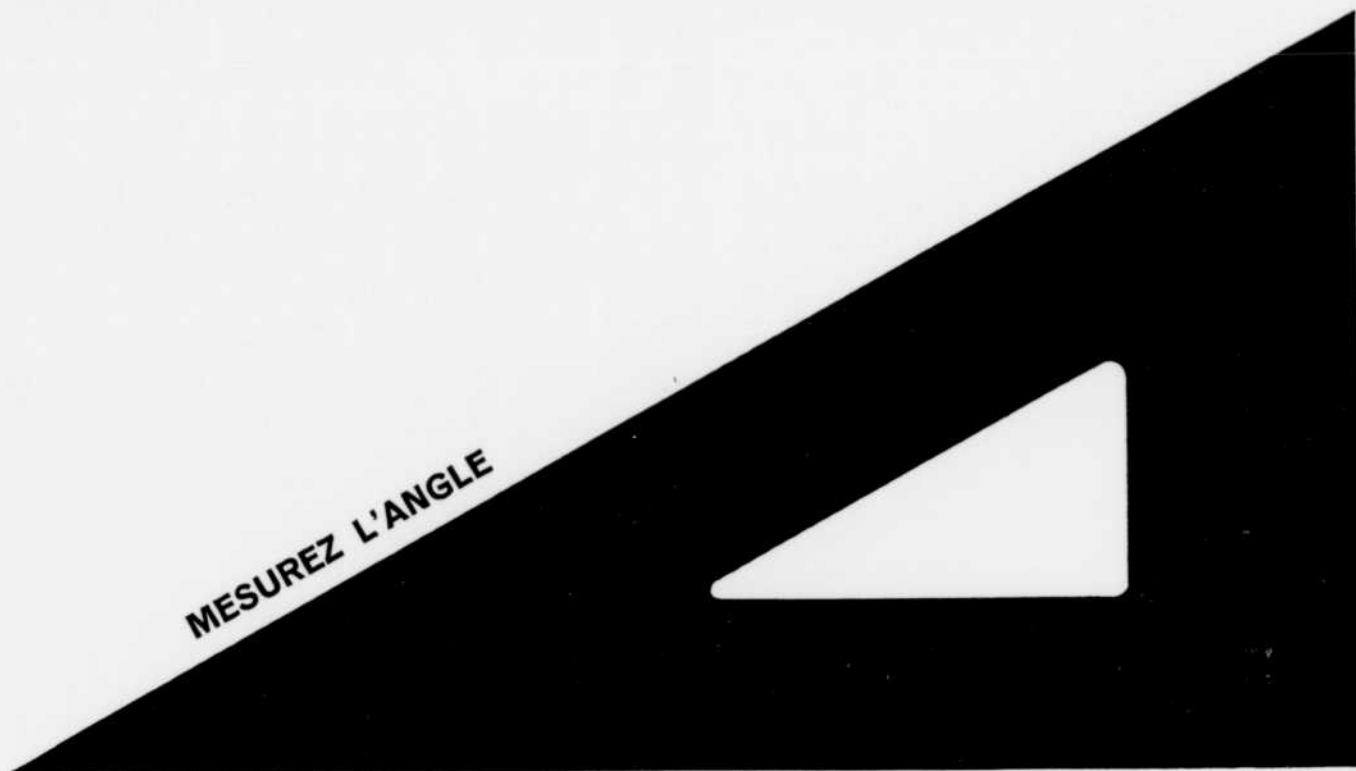
Dans les commentaires, sont reprises et développées certaines questions qui ne pourraient être qu'abordées dans la solution proprement dite. Sont ainsi exposés sous forme synthétique :

— des concepts théoriques utilisés dans des chapitres divers de la Physique : notion d'impédance, mesure des grandeurs, transformation de Fourier, calcul de certaines intégrales;

— des chapitres particulièrement importants en pratique : rayonnement, Optique cristalline, diffraction.

**Théorie quantique des champs. — Tome II. — Champs en interaction. — Formalismes fonctionnels,** par A. Visconti — Un volume, éd. 1965, 400 pages, 140 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Tenant compte du fait que la théorie quantique des champs n'a pas encore atteint son stade définitif et que très probablement son exposé évoluera dans



MESUREZ L'ANGLE



NOUS  
FERONS  
LA COUPE

**L'ENVELOPPE ISOLANTE PRÉFABRIQUÉE METAL-ON J-M EST MAINTENANT LIVRABLE SUR MESURE!**

Le Metal-on® J-M peut maintenant être utilisé pour les tuyaux coudés, courbés, arqués ou en spirales sans pertes de temps pour la coupe sur le chantier. Celle-ci sera effectuée avec précision à l'usine, suivant vos prescriptions. Pour obtenir plus de renseignements, veuillez vous adresser à l'entrepreneur ou au représentant J-M.

**JOHNS-MANVILLE** 

I-5000F



les années à venir, l'auteur s'efforce, plutôt que de la développer dans un cadre rigide, d'en étudier divers aspects et diverses voies par lesquelles on peut l'aborder.

La lecture de son livre demande une bonne initiation préalable aux concepts et aux méthodes de la mécanique quantique.

## PHYSIQUE NUCLÉAIRE

**Data for Plasmas in Local Thermodynamic Equilibrium**, par Hans-Werner Drawin — Un volume, éd. 1965, 504 pages, 64 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Jusqu'ici, il fallait de longs et pénibles calculs numériques pour appliquer certaines formules bien connues en spectroscopie qualitative et quantitative aussi bien qu'en physique des plasmas, quand l'état du plasma peut être décrit par un équilibre thermodynamique local. Le présent ouvrage comble une lacune puisqu'il permet d'obtenir directement les valeurs cherchées — en particulier pour les fonctions de Saha-Eggert et les fonctions de partition.

C'est à l'aide de calculateurs électroniques tels que l'IBM 7090 et le MERCURY que MM. Drawin et Felenbok ont construit ces tables, présentées sous une forme très commode. Chaque table est précédée d'une courte introduction (en anglais) donnant les principales formules et des indications pratiques. Les auteurs ont complété leur ouvrage par

des tables des facteurs de conversion fréquemment utilisés, des listes de valeurs numériques des constantes fondamentales etc...

Ces tables rendront les plus grands services à tous les chercheurs, qu'ils soient engagés dans des études théoriques ou expérimentales, dans les domaines de l'astrophysique, de la physique des plasmas, de la thermodynamique et de la spectroscopie.

**Technologie des réacteurs nucléaires — Tome III — Réacteurs nucléaires à uranium naturel et eau lourde**, par THOMAS REIS — Un volume, éd. 1964, 452 pages — 97 figures — 69 tableaux — 91.57 F. — Paris, Eyrolles-Gauthier-Villars.

L'optique de cet ouvrage est restée identique à celle du Tome II, à savoir que les auteurs se sont efforcés de rassembler un grand nombre de données disséminées dans des publications très variées, et de les utiliser dans une présentation systématique des caractéristiques techniques.

Cet ouvrage sera certainement d'un intérêt primordial pour tous ceux qui, spécialistes, travaillent dans le domaine de l'énergie nucléaire et pour ceux qui, non spécialistes, s'y intéressent. En effet, la mise au point systématique tentée par les auteurs se justifie par le gain de temps appréciable dont bénéficieront ceux qui veulent mieux connaître ces types de réacteurs ou rechercher des précisions numériques ou bibliographiques. Les ingénieurs penchés sur des problèmes de développement nouveaux y trouveront également des bases sérieuses de vérification et de comparaison.

**L'énergie thermonucléaire**, par Jean CRUSSARD — Un volume, éd. 1963, 158 pages, 7F. — Paris, Fayard.

**Les accélérateurs de particules**, par Pierre LAPOSTOLIE — Un volume, éd. 1964, 7F. — Paris, Fayard.

**Promesses de l'atome**, par Yves LA PRAIRIE et Jean LE CHATELIER — Un volume, éd. 1963, 159 pages, 7F. — Paris, Fayard.

## RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

**Prévisions, Calculs et Réalités.** Colloque organisé par J. L. Destouches à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures du 27 au 30 mai 1963 sous la présidence de M. Louis De Broglie — Un volume,

éd. 1965, 322 pages, 32 F. — Paris, Gauthier-Villars.

**Exercices d'organisation et de recherche opérationnelle** — par YVES MULLER — Un volume, éd. 1965, 242 pages, 46 figures — 42.73 F. — Paris — Editions Eyrolles.

Ce recueil d'exercices complète le récent ouvrage du même auteur, intitulé "Initiation à l'Organisation et à la Recherche opérationnelle". Le lecteur y trouvera une série de quinze exercices, dont les sujets sont directement en rapport avec les différents chapitres de l'ouvrage d'initiation. Chacun de ces exercices, inspiré par des cas réels, comprend l'étude et la résolution de plusieurs questions, toutes centrées sur le même problème. L'approfondissement de ces questions permet de rapides progrès dans la compréhension et l'utilisation des notions précédemment acquises. Nul ne peut prétendre avoir parfaitement compris une méthode théorique s'il ne l'a pas mise en pratique. Ce recueil d'exercices permettra ainsi au lecteur de vérifier ses connaissances, d'en acquérir d'autres et, par la suite, de résoudre, par les mêmes procédés, les problèmes d'organisation qui se poseront dans sa vie professionnelle.

## RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

**Résistance des matériaux**, par Charles Massonnet. Tome II, éd. 1965, 604 pages, 80 F. — Paris, Dunod.

C'est l'étude des propriétés mécaniques des matériaux et le dimensionnement des éléments soumis à des déformations plastiques ou visqueuses qui ont été développés dans le deuxième volume de cet ouvrage récemment publié chez DUNOD. Il contient une analyse de questions que doivent connaître les spécialistes de la construction mécanique et des constructions du génie civil.

Une place importante a été réservée également à l'étude de la fatigue des métaux, dont la connaissance est capitale pour le dessin correct des éléments de machines. Dans ces domaines, ce sont surtout les lois macroscopiques permettant à l'ingénieur de construire qui ont été considérées.

Enfin, les études récentes ayant montré les grandes imperfections du concept classique du coefficient de sécurité, on y trouve exposée en détail la conception probabiliste de la sécurité, qui semble devoir devenir la base du dimensionnement des structures. ■

### COURS DE LECTURE RAPIDE POUR INGÉNIEURS

#### INGÉNIEURS

Pour une rapidité de lecture accrue et une plus grande compréhension des textes

#### INSCRIVEZ-VOUS

Au stage de lecture rapide organisé spécialement pour vous, ingénieurs

Du 9 novembre au 16 décembre  
1965

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL  
Extension de l'enseignement  
733-9951 (396)

# FAITS DIVERS FRANKI



## NOS PIEUX-CAISSONS SUPPORTENT UNE RÉSERVE D'OR

### PROBLÈME :

L'immeuble de la Banque du Canada à Régina est l'un de ceux qui abritent les réserves d'or du Canada. Il comprend six étages, plus deux sous-sols.

La moitié de l'espace situé sous le niveau du sol est aménagé en une vaste chambre forte d'une hauteur de 20 pieds environ, dont la charge morte a été établie à 10 kips/pi. ca. Quatre piliers supportant de 2,400 à 2,800 kips chacun pénètrent dans la chambre forte. Ces conditions de charge créent un ensemble de problèmes inaccoutumés dans la construction des fondations.

On a d'abord envisagé deux systèmes de fondations : caissons excavés ou radier. Les caissons excavés ont été abandonnés après que l'examen du projet ait révélé que le diamètre des cloches devrait être tel qu'elles se chevaucheraient, provoquant ainsi un affouillement général.

Un projet de fondation sur radier a également été rejeté en raison de la compressibilité de la couche portante au niveau de l'excavation.

### SOLUTION :

Les architectes songèrent alors aux pieux-caissons Franki et ils étudièrent un projet de fondation comprenant un radier portant sur un réseau de pieux en-dessous de la chambre forte. Les pieux-caissons permettaient de pénétrer le sol jusqu'à la couche de moraine compacte à 60 pieds au-dessous du niveau de la rue. On établit que la capacité portante de la moraine pouvait être accrue par le déplacement et le compactage du sol au cours duamage de la base élargie. La couche portante n'étant que faiblement compressible, les effets de tassement, total et différentiel, seraient réduits au minimum. Les caractéristiques de ce système de fondation ayant semblé des plus favorables, cette solution fut adoptée.

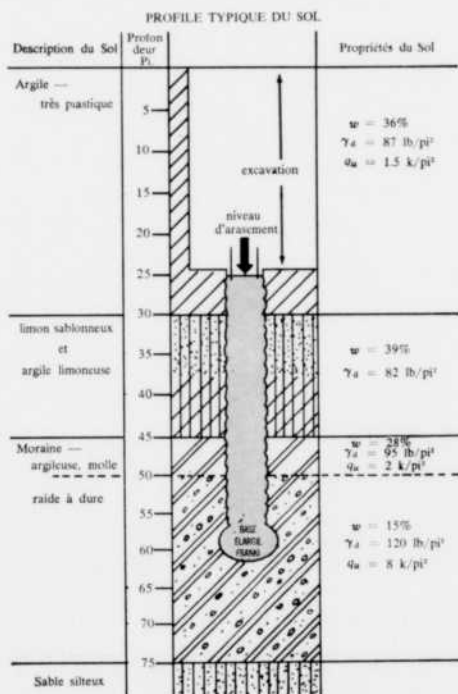
En septembre 1962, deux sonnettes furent mises à l'oeuvre dans l'excavation de 26 pieds. Tous les emplacements de pieux furent perforés pour réduire le gonflement du sol. On enfonça ainsi sous le radier de la chambre forte un réseau de deux cent huit pieux-caissons espacés de 4 à 5 pieds. D'autres pieux servirent à porter les murs et le noyau central.

Des canalisations délicates se trouvant dans l'immeuble des téléphones du gouvernement de la Saskatchewan, à 20 pieds du chantier, ne furent nullement affectées durant le fonçage des pieux.

Cet immeuble de la Banque du Canada est un autre bel exemple d'édifices importants supportés par les pieux-caissons Franki, le type de fondation approprié à chaque structure.

Depuis 1910, les fondations Franki ont été installées dans plus de soixante pays.

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



$w$  = teneur d'eau  
 $\gamma_s$  = poids spécifique du sol sec  
 $q_u$  = contrainte de compression non-confiée

### CLIENT :

Banque du Canada

### LOCALITÉ :

Régina, Saskatchewan

### TYPE DE STRUCTURE :

Édifice de Banque et Voûte

### ARCHITECTES :

Durnford Bolton Chadwick & Ellwood, Montreal, Quebec

### ARCHITECTES ASSOCIÉS :

Storey & Marvin, Régina, Saskatchewan

### INGÉNIEURS :

Haddin Davis & Brown Ltd., Calgary, Alberta

### ÉTUDES DU SOL :

Stock Keith & Associés, Régina, Saskatchewan

### NOMBRE D'UNITÉS FRANKI :

305 Pieux-Caissons Armés  
20" diamètre

### CHARGES DE SERVICE :

135 tonnes

### LONGUEUR MOYENNE DE FONÇAGE :

33'-0"

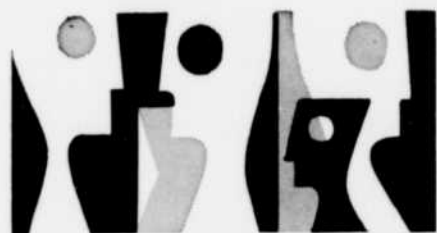
### LONGUEUR MOYENNE BÉTONNÉE :

29'-10"

# FRANKI

## CANADA LIMITEE

Bureau chef : 187, BOUL. GRAHAM, MONTRÉAL 16, P.Q.  
QUÉBEC OTTAWA TORONTO EDMONTON VANCOUVER



## AGENDA

**18-22 octobre** — Réunion automnale de la Société de Métallurgie de l'American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, à Détroit, Michigan — Info : Secrétariat de l'A.I.M.E., 345 East, 47th Street, New York 17, N.Y.

**25 octobre** — Journée d'études sur les systèmes d'entraînement à vitesses variables, électriques ou non électriques, à Montréal, Hôtel Skyline, 6050 Côte de Liesse.

**25-27 octobre** — 15ème Conférence de la Division de Génie Chimique du Chemical Institute of Canada, à Québec — Info : Secrétariat du C.I.C., 48 rue Rideau, Ottawa 2, Ont.

**25-27 octobre** — 21ème Conférence Nationale sur l'Electronique de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, à Chicago, Illinois. — Info : Le Secrétariat, Box A, Lennox Hill Station, New York 21, N.Y.

**1er-5 novembre** — Convention d'automne de l'American Concrete Institute, à Cleveland, Ohio — Info : 22,400 West Seven Mile Rd., P.O. Box 4754, Redford Station, Detroit, Mich. 48219.

**4-6 novembre** — 78ème Assemblée annuelle de la Geological Society of

America, à Kansas City, Mo. — Info : The Executive Secretary, 231 East 46th Street, New York, N.Y. 10017.

**7-10 novembre** — Réunion pour les régions de l'Est du Canada de la National Association of Corrosion Engineers, à Montréal. — Info : Le Secrétariat de la N.A.C.E., M & M Building, No 1 Main Street, Houston, Tex. 77002.

**7-11 novembre** — Réunion annuelle d'hiver de l'American Society of Mechanical Engineers, à Chicago, Ill. — Info : 345 East, 47th St., New York, N.Y. 10017.

**8-11 novembre** — Congrès International sur le Contrôle de Qualité, à Tokyo, Japon — Info : Dr. J.M. Juran, 1 Gracie Terrace, New York, N.Y. 10028.

**10-16 novembre** — 3ème Congrès Exposition Interkama 1965, à Düsseldorf, Allemagne — Info : Nordwestdeutsche Ausstellung und Messe — Gessellschaft mbH — Düsseldorf (Allemagne).

**10 - 16 novembre** — Mesucora : Congrès international de mesure, contrôle, régulation et automatisme, à Paris — Info : Sposit, 40, rue du Colisée, Paris VIIIème, Seine, France.

**10 - 16 novembre** — Journées de chauffage, ventilation et conditionnement d'air, à Paris — Info : Institut Technique du bâtiment et des travaux publics, 9 rue Lapérouse, Paris XVI, Seine, France.

**16-18 novembre** — Conférence d'automne du Building Research Institute, à Washington, D.C. — Info : The Executive Vice-President, 1725 De Sales St., N.W., Washington, D.C., 20036.

**17 nov.-1er décembre** — Exposition Internationale du Bâtiment, à Londres — Info : The Building Trades' Exhibition Ltd., 11 Manchester Square, Londres, W-1, Angleterre.

**29- nov.-1er décembre** — 1ère Conférence annuelle sur les processus métallurgiques et 23ème Conférence sur les fours électriques pour l'acier, organisée par la Société de Métallurgie de l'A.I.M.E., à Pittsburgh, Pa. — Info : Le Secrétariat, 345 East, 47th Street, New York 17, N.Y. 10017.

**5-9 décembre** — 58ème Réunion annuelle de l'American Institute of Chemical Engineers, à Philadelphie, Pa. — Info : Le Secrétariat, 345 East, 47th Street, New York 17, N.Y. 10017.

**8-13 décembre** — 11ème réunion annuelle du Prestressed Concrete Institute, à Miami Beach, Floride — Info : 205 West Wacker Drive, Chicago, Illinois. 60606.

**26-28 janvier 1966** — Colloque sur les noyaux légers, organisé par la Société Française de Physique, Section de Physique Nucléaire, tenu à Lyon, France. — Info : M. P. Radvanyi, Laboratoire Joliot-Curie de Physique Nucléaire, Faculté des Sciences, B.P. no 1, Orsay (Seine-et-Oise), France. ■

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.

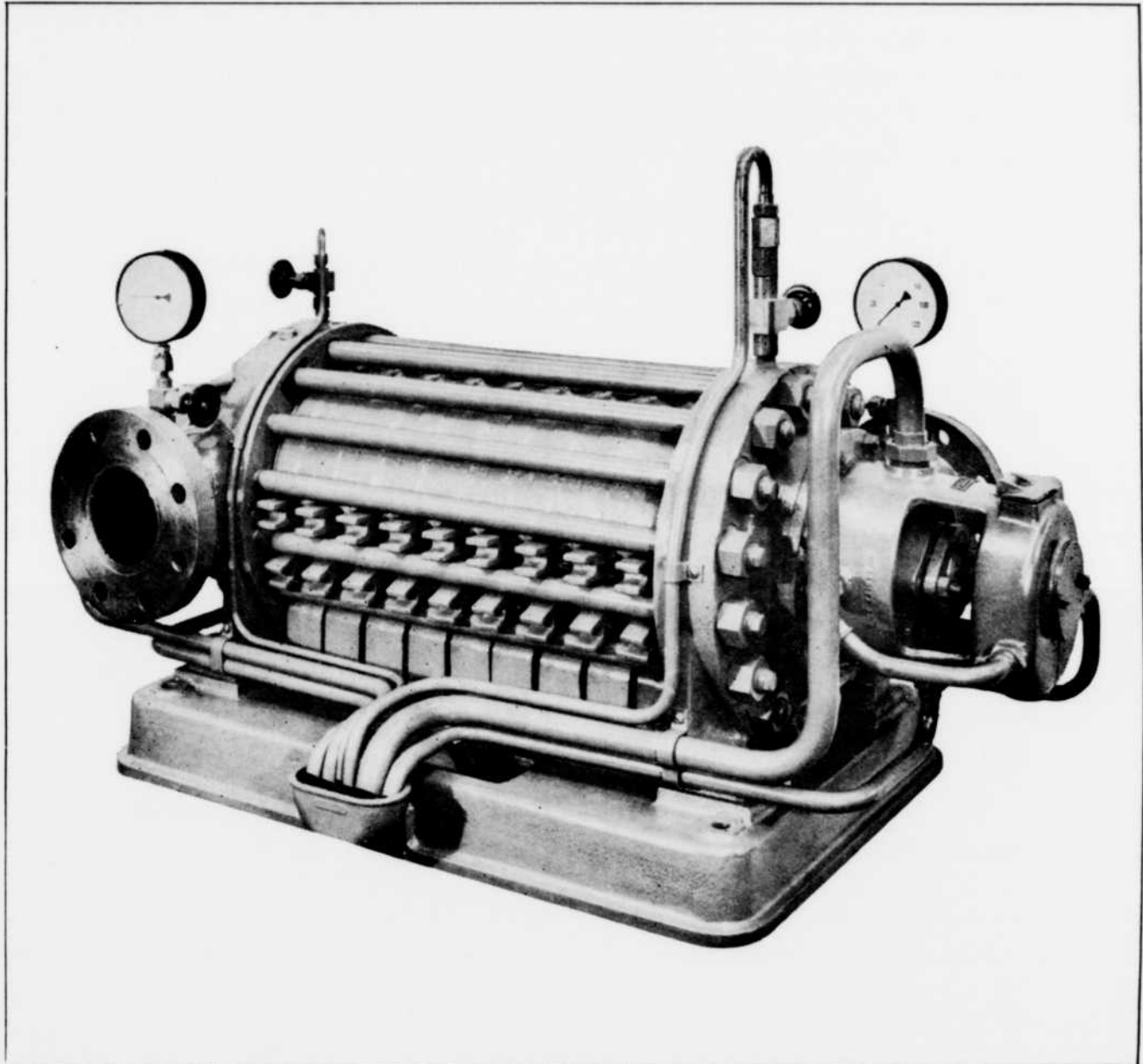
# SULZER

**POMPES POUR**

## **L'INDUSTRIE MINIÈRE**

Pompes de mine du type à segments.  
Construction robuste longuement éprouvée.

QUALITÉ  
SIMPLICITÉ  
RENDEMENT ÉLEVÉ



Pompe de mine SULZER Type HPL — 10 étages — Hauteur manométrique 2,400 pieds.

*Importation et Distribution :*

**SULZER Bros. (Canada) Limited,  
Montréal**

*Représentants pour l'Industrie Minière :*

**JARVIS - CLARK Company Limited,  
C.P. 11, North Bay, Ontario**

## BEAUCHEMIN - BEATON - LAPOINTE

*Ingénieurs-conseils*

J.-A. BEAUCHEMIN  
W. H. BEATON  
H. LAPOINTE  
ROGER-O. BEAUCHEMIN  
PAUL-T. BEAUCHEMIN

6655, Côte-des-Neiges, Suite 410 Montréal 25  
Téléphone 731-8521

## MARIE-ALBERT BOURGET, A.G.I.F.

86, Côte de la Montagne Québec 2

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

J.-René Lalancette, Ing., B. Sc. A.,  
Pierre-G. Beaulieu, Ing., B. Sc. A.,

## 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

## BROUILLET, CARMEL, BOULVA & Associés

*Ingénieurs-conseils*

*Spécialités* : CHARPENTES et FONDATIONS

Téléphone 274-5671

700 ouest, boul. Crémazie Montréal 15

## BÉLANGER, WOLFE & ASSOCIÉS

*Ingénieurs-conseils*

7003, rue Christophe-Colomb  
Montréal 10 Tél. 273-7748

## Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés

*Ingénieurs-conseils*

700 ouest, boulevard Crémazie

Montréal 15, P.Q. 273-6381

## BOURGEOIS & MARTINEAU

*Ingénieurs-conseils*

STRUCTURE

3365, Ridgewood, Ch. 8, Montréal, P.Q. RE. 9-3125

## CÔTÉ, LEMIEUX, CARIGNAN & ROYER

*Ingénieurs-conseils*

Génie municipal - Structures  
Usines de traitement

144, Vimy N., Sherbrooke, Qué.  
Tél. 562-3876

Bureau de Montréal  
1425, RUE DE LA MONTAGNE

Téléphone :  
514 849-5733

**GEO. DEMERS**  
INGÉNIEUR CONSEIL

Bureau de Québec  
845, ST-CYRILLE O.

Téléphone :  
418 681-7324

Tél. 288-1246-7

**LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE**  
*Bureau fondé en 1928*

H. Labrecque  
L. Gagnon, A.G.  
P. Neugebauer  
**Ingénieurs-conseils**

10 ouest, rue St-Jacques, Montréal 1

**DESJARDINS  
& SAURIOL**      **INGÉNIEURS-CONSEILS**

- TRAVAUX PUBLICS
- BÂTIMENTS
- TRAVAUX MUNICIPAUX

400, boul. Labelle, Chomedey      681-9221

**Lalonde, Girouard & Letendre**  
*Ingénieurs-conseils*

8790, avenue du Parc — Tél. DU. 1-3991  
MONTRÉAL 11, QUÉ.

EDOUARD DESLAURIERS, Ing.  
G. EDOUARD MERCIER, Ing.

**DESLAURIERS & MERCIER**  
*Ingénieurs-conseils*

8585, boulevard St-Laurent      Montréal 11  
Téléphone 381-9374

**LALONDE, VALOIS,  
LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS**  
*Ingénieurs-conseils*

615, rue Belmont      Montréal 3

**ÉTUDE C.-E. GRAVEL**

*Ingénieurs-Conseils*

**TRAVAUX MUNICIPAUX**

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

BUREAU :  
3717 Boul. Lévesque — MU. 1-1692-3-4  
Cité de Chomedey, Québec

**LORRAIN, TOURIGNY,  
DUBUC & GÉRIN-LAJOIE**  
*Ingénieurs-conseils*

4070 ouest, rue Jean-Talon  
731-3556 — Montréal 9

**MONTI, LEFEBVRE, LAVOIE  
NADON & ASSOCIÉS**

*Ingénieurs-conseils*

Génie civil, mécanique et industriel

Québec

Montréal

Halifax

**RÉGIS TRUDEAU & ASSOCIÉS**

INGÉNIEURS-CONSEILS

CHARPENTES ET FONDATIONS  
TRAVAUX MUNICIPAUX

3440 EST. RUE ONTARIO, MTL 4

TÉL.: 527-1282

**SURVEYER, NENNIGER & CHÊNEVERT**  
INGÉNIEURS-CONSEILS



AU SERVICE DE L'INDUSTRIE, DES ADMINIS-  
TRATIONS GOUVERNEMENTALES, DU COMMERCE  
ET DES INSTITUTIONS DEPUIS PLUS DE 50 ANS.

1440 ouest, rue Ste-Catherine      Montréal, Qué.  
Téléphone 868-1731

**ÉCOLE DES  
HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES**

*affiliée à l'Université de Montréal*

Deux années de formation économique  
et commerciale générale

Une année de spécialisation

*Demandez notre prospectus*  
535, ave Viger, Montréal

**Collet Frères, Limitée**

*Entrepreneurs généraux*

1978 rue Parthenais,  
MONTRÉAL 24, Qué.

**LABORATOIRE DE BÉTON INC.**

Sous la direction d'ingénieurs

INSPECTION      ESSAIS      CONTRÔLE  
BÉTON      ROUTES      ASPHALTE

3800 est, boul. Métropolitain, Montréal 38 - 729-6394

LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.  
*Bureau d'études de sols et laboratoires de matériaux*

- Sondages et Forages
- Etudes Géotechniques
- Contrôle de béton, sol et asphalte

400, Boul. Labelle, Chomedey

Tél. : 681-9221

*Lucien Perrault, Ing., B.A., B.Sc. A.*  
*Président*

VI. 4-3451

**Les Laboratoires Industriels  
& Commerciaux Ltée**

INSPECTION — ESSAIS — ANALYSES

1449, rue Crescent

Montréal 25

## BEGIN, CHARLAND & VALIQUETTE

INGÉNIEURS-CONSEILS

ÉVALUATIONS MUNICIPALES  
EXPROPRIATIONS  
ESTIMATIONS FONCIÈRES  
ÉVALUATION INDUSTRIELLE  
& COMMERCIALE

BUREAU PRINCIPAL  
5075, rue de Sorel  
Montréal 9, P.Q.  
Tél. 739-2361

SUCCURSALE :  
360 est, boul. Charest  
Québec 2, P.Q.

ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE - AIR CLIMATISÉ  
RÉFRIGÉRATION - PLOMBERIE

## BOUTHILLETTE & PARIZEAU

*Ingénieurs-conseils*

9825, rue Verville      Montréal 12      DU. 7-3747

### Désirez-vous

- des SONDAGES bien faits
- des RECOMMANDATIONS TECHNIQUES appropriées et pratiques
- des travaux sous la direction d'INGÉNIEURS et TECHNICIENS SPÉCIALISÉS...

*Faites appel à  
un laboratoire indépendant*

**TESTS de FONDATION Inc.**  
**FOUNDATION TESTING Inc.**

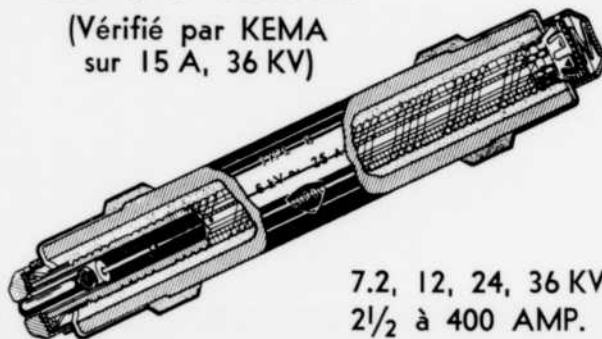
435, Décarie — Montréal 9 — 744-2866

Propositions préparées sur demande

F. R. LABERGE, Ing. — E. DAGENAIS, Ing.  
JEAN-GUY BERGERON, Ing. — GUY LABERGE, Ing., M.S.C.E.

## FUSIBLE À HAUT POUVOIR DE COUPURE 2700 MVA

(Vérifié par KEMA  
sur 15 A, 36 KV)



7.2, 12, 24, 36 KV.  
2 1/2 à 400 AMP.

Siège social et usine :  
C. P. 1300,  
MONTMAGNY, QUÉ  
TÉL. : 248-0235

Succursale :  
Edifice Fides  
235 EST, DORCHESTER  
MONTREAL 18, QUÉ.  
TÉL. : 861-7445

**MONTEL** INC.

*"Un grand nom dans la  
fabrication d'appareillages électriques."*

### SI VOUS CHANGEZ D'ADRESSE...

prière de nous prévenir en indiquant votre ancienne  
et votre nouvelle adresse et envoyer à :

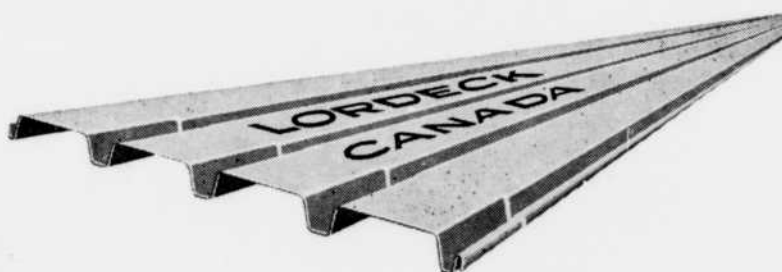
**L'INGÉNIEUR**  
2500, av. Marie-Guyard  
Montréal 26

# INDEX DES ANNONCEURS

|  |          |  |         |
|--|----------|--|---------|
| Algoma Steel Corp. Ltd., The                           | 18-19    | Foundation Testing Inc.                          | 95      |
| Allen West (Canada) Ltd.                               | 34       | Franki Canada Ltée                               | 89      |
| American Air Filter of Canada Ltd.                     | 17       | •  |         |
| •  |          | Gravel, C. E.                                    | 93      |
| Bailey Meter Co. Ltd.                                  | 10       | •  |         |
| Beauchemin, Beaton, Lapointe                           | 92       | Hewitt Equipment Ltd.                            | Couv. 2 |
| Beaulieu, Trudeau & Associés                           | 92       | Horton Steel Works Ltd.                          | 35      |
| Bégin, Charland & Valiquette                           | 95       | •  |         |
| Bélanger, Wolfe & Associés                             | 92       | IBM  | 7       |
| Bourgeois & Martineau                                  | 92       | Ingénieurs Associés, Les                         | 93      |
| Bourget, Marie-Albert                                  | 92       | I-T-E Circuit Breaker (Canada) Ltd.              | 15      |
| Bouthillette & Parizeau                                | 95       | •  |         |
| Brouillet, Carmel, Boulva & Associés                   | 92       | Laboratoire de Béton Inc.                        | 94      |
| •  |          | Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée, Les | 94      |
| Canada Cement Co. Ltd.                                 | 8-9      | Laboratoires Ville Marie Inc., Les               | 94      |
| Canada Iron Foundries Ltd.                             | 79       | Lalonde, Girouard & Letendre                     | 93      |
| Canadian Allis-Chalmers Ltd.                           | 29       | Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés      | 93      |
| Canadian Blower & Forge Co. Ltd.                       | 11       | Lord & Cie                                       | 96      |
| Canadian Controllers Ltd.                              | 75       | Lorrain, Tourigny, Dubuc & Gérin-Lajoie          | 93      |
| Canadian Formwork Corporation                          | 13       | •  |         |
| Canadian General Electric Co. Ltd.                     | 26-72-73 | Ministère du Travail du Canada                   | 71      |
| Canadian Johns-Manville Co. Ltd.                       | 87       | Montel Inc.                                      | 95      |
| Canadian Kodak Co. Ltd.                                | 71       | Monti, Lefebvre, Lavoie, Nadon & Associés        | 94      |
| Canadian Locomotive Co. Ltd.                           | 3        | Morrison Brass Mfg. Co. Ltd., The James          | 1       |
| Canadian Vickers Industries Ltd.                       | 81       | •  |         |
| Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermentinger & Associés | 92       | National Boring & Sounding Inc.                  | 90      |
| Cie de Profilés Reynolds Ltée, La                      | 6        | Northern Electric Co. Ltd.                       | 5-16    |
| Ciments du St-Laurent (Les)                            | 12       | •  |         |
| Collet Frères Ltée                                     | 94       | Payette Radio Ltée                               | 2       |
| Compagnie Miron Ltée                                   | 32       | •  |         |
| Côté, Lemieux, Carignan & Royer                        | 92       | Rawplug Products Canada Ltd.                     | 22      |
| Crane Canada Ltd.                                      | Couv. 3  | Récordak of Canada Ltd.                          | 23      |
| •  |          | •  |         |
| Darling Bros. Ltd.                                     | 27       | Smith & Loveless Division — Procor Ltd.          | 85      |
| Demers, Geo.   | 93       | Sulzer Bros. (Canada) Ltd.                       | 91      |
| Deslauriers & Mercier                                  | 93       | Surveyer, Nenniger & Chênevert                   | 94      |
| DeVilbiss (Canada) Ltd.                                | 20       | Sylvania Electric (Canada) Ltd.                  | 28      |
| Dofasco  | 30-31    | •  |         |
| Dominion Engineering Co. Ltd.                          | 4        | Trudeau, Régis & Associés                        | 94      |
| Dow Chemical of Canada Ltd.                            | 24-25    | •  |         |
| •  |          | Université de Montréal                           | 88      |
| Ecole des Hautes Etudes Commerciales                   | 94       | •  |         |
| •  |          | Volcano Ltée                                     | Couv. 4 |

## 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

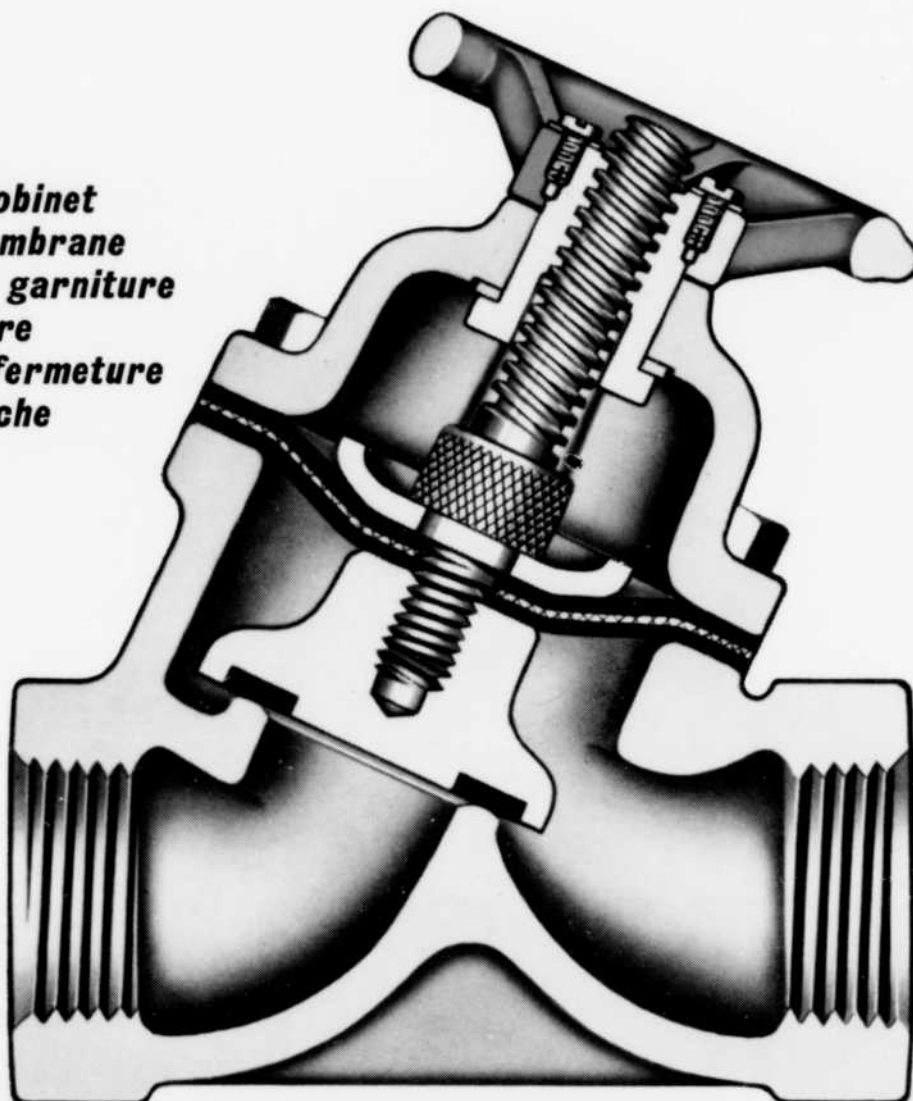
LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : J. H. Lord, Ing.

4700 Iberville, Montréal — 527-3111

**Ce robinet  
à membrane  
sans garniture  
assure  
une fermeture  
étanche**



## ***Spécifications difficiles... service encore plus difficile?***

La membrane Crane ne sert qu'à une seule fin: elle scelle le chapeau du robinet. Le dispositif de fermeture est un disque séparé.

Quels en sont les avantages? Ce dispositif indépendant fournit une fermeture positive, sans fuite, même dans le cas improbable d'une membrane qui viendrait à faire défaut. Improbable—parce que la membrane n'est pas soumise à l'écrasement ou à l'usure rapide.

Ce robinet à membrane est destiné au remplacement des robinets qui exigent une meilleure performance ou qui doivent répondre à un service plus sévère.

Le robinet à membrane Crane sans garniture convient à la plupart des applications. Il est stocké en fonte. Les membranes et les insertions de disque peuvent être régulièrement obtenues en Néoprène, Buna N ou caoutchouc naturel. Les services et les applications d'une nature spéciale peuvent être traités avec d'autres matériaux.

Pour de plus amples renseignements sur les robinets à membrane Crane sans garniture, consultez votre grossiste en produits industriels ou Crane Supply. Si vous le préférez, écrivez à Crane Canada Limited, Case postale 2700, Montréal 9, Qué.

**CRANE**

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

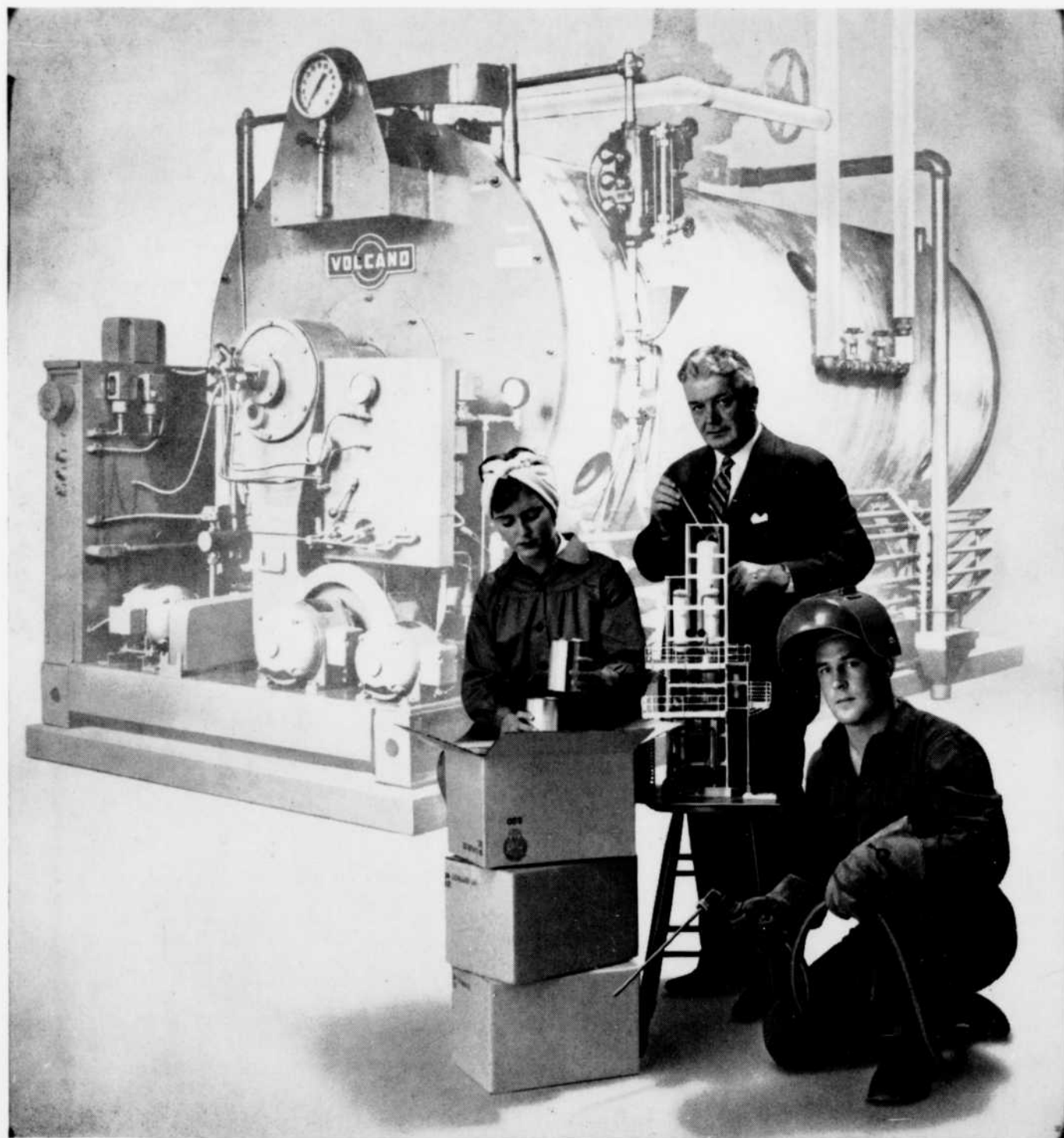
## D'UN OcéAN À L'AUTRE VOLCANO SERT L'INDUSTRIE

est complet, prêt à être raccordé. Des techniques perfectionnées assurent un rendement sûr, efficace et économique, année après année. Vous pouvez en outre faire appel à nos spécialistes pour l'étude de tous vos besoins en chauffage. Communiquez avec le

distributeur Volcano de votre localité. Les CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES "STARFIRE" — appareils de 5 à 500 c.v., à l'huile, au gaz ou combinés.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

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



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