

L

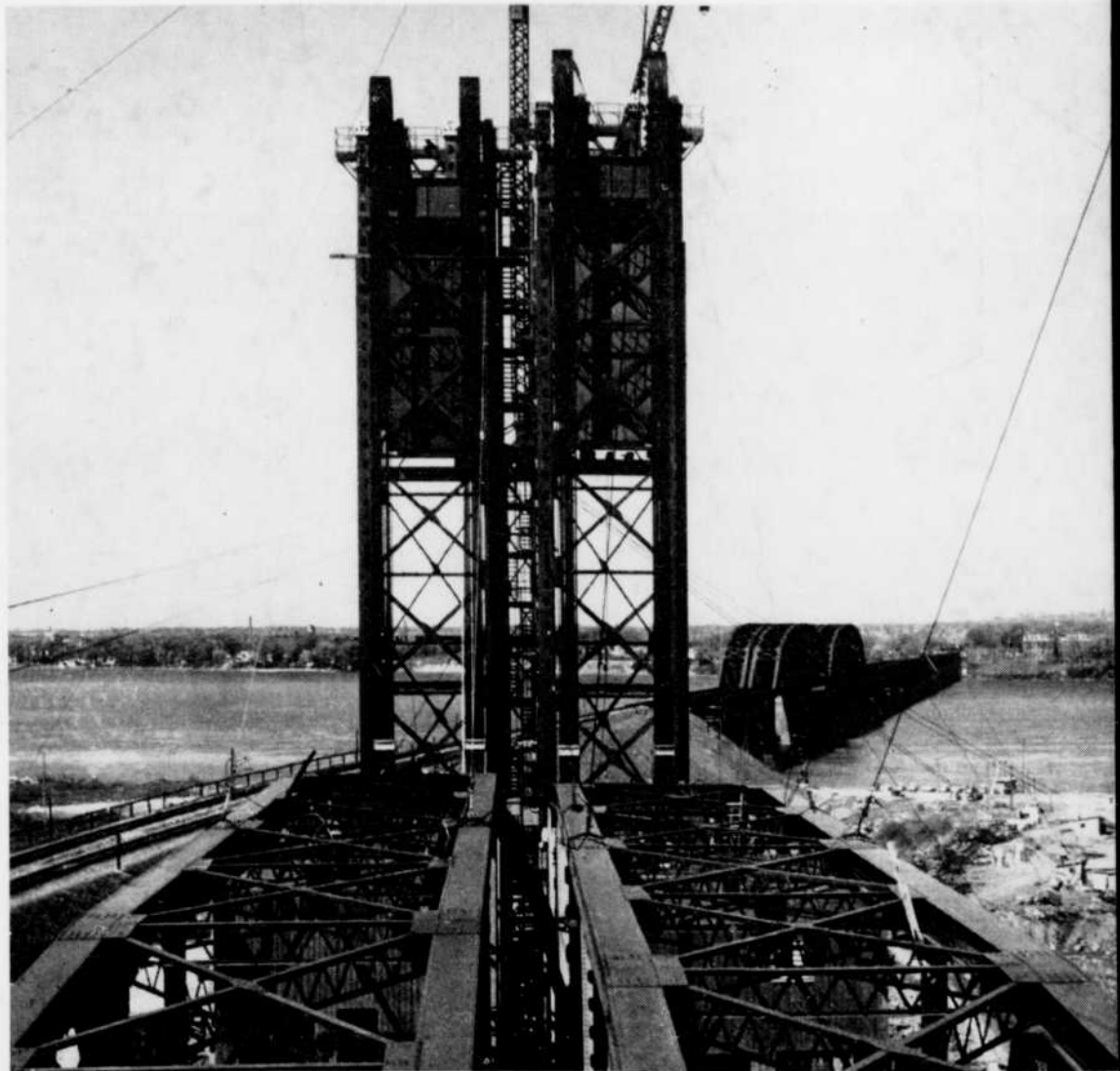
INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

ÉTÉ 1958

44^{IÈME} ANNÉE

NO 174





**CONSTRUISEZ
AVEC LE TUBE
DE CUIVRE
NORANDA
POUR
LE DRAINAGE**

LES MEILLEURS MATÉRIAUX COÛTENT MEILLEUR MARCHÉ !

Pour toute installation, grande ou petite, vous obtiendrez de meilleurs résultats, à un coût initial moins élevé, avec le tube de cuivre Noranda pour le drainage, les égouts et les conduits d'évents.

Cette tuyauterie en cuivre pur anti-rouille s'installe en une fraction du temps requis par la tuyauterie oxydable. Ses raccords unis et soudés éliminent le filetage, le plombage et le calfeutrage. A cause de son poids léger, des sections complètes peuvent être préfabriquées et livrées au chantier pour installation.

Le tube de drainage Noranda exige également peu d'espace. Le tube standard de 3" se pose dans les cloisons intérieures ordinaires, sans vous obliger à ériger les cloisons plus épaisses requises pour les systèmes de tuyauterie oxydable.

La Section du Service Technique de Noranda vous aidera pour tous détails impliquant l'usage du tube de cuivre Noranda pour le drainage. Assurez-vous ce service en communiquant avec le bureau Noranda de votre localité.

NORANDA COPPER TUBE COPPER **Noranda** BRASS *Satisfaction assurée*

Bureaux de ventes : Montréal — Toronto — London — Edmonton — Vancouver

SCIENCES

ARTS

ECONOMIE

CULTURE



L'INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

ÉTÉ 1958

VOLUME 44 — No 174

**CONSEIL DE
L'ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS
DE POLYTECHNIQUE**

Officiers :

MM. Henri Gaudefroy, D.Sc., Ing.P., président
Léo Roy, Ing.P., 1er vice-président
Georges Demers, Ing.P., 2ème vice-président
Jacques Laurence, M.Sc., Ing.P., secrétaire-trésorier

Directeurs :

MM. Jean Barcelo, Guy-L. Blain, Geo.-E. de Varennes,
Yvon Gariépy, Charles-R. Roberge, Conrad Laver-
dure, Roger Bernier, Guy Cyr, Jean-René Desmarais,
Jean Guay, Marcel Papineau, Paul-Emile Piché.

Directeurs ex-officio :

MM. Maurice Gérin, Philippe-A. Dupuis, J.-G. Chênevert.

Représentants :

MM. Philippe-A. Dupuis et Georges Demers,
section de Québec
Walter J. Manning, section Ottawa-Hull
Jacques Limoges, section du Nord de Québec et
Ontario
Henri Gaudefroy, Corporation de l'École
Polytechnique
Robert Filiatrault, Association des étudiants de
Polytechnique.

**COMITÉ D'ADMINISTRATION
DE L'INGÉNIEUR**

MM. J.-G. Chênevert, Ing.P., président
Ernest Lavigne, D.Sc., Ing.P., secrétaire administratif
Jacques-M. Décary, L.S.C., trésorier
Ignace Brouillet, D.Sc.A., Ing.P., président de la
Corporation de l'École Polytechnique
Henri Gaudefroy, D.Sc., Ing.P., directeur de l'École
Polytechnique.

**COMITÉ SCIENTIFIQUE
DE L'INGÉNIEUR**

MM. Jean-C. Bernier, M.Sc., Ing.P., directeur du Centre
de recherches à Polytechnique — président
Roger-P. Langlois, M.Sc., Ing.P., professeur agrégé
à Polytechnique — secrétaire
Roger Brais, Ph.D., Ing.P., professeur titulaire à
Polytechnique
Georges Welter, D.Sc., professeur titulaire à
Polytechnique.

ADMINISTRATION

E. Lavigne, Ing. P. secrétaire

RÉDACTION

Louis Trudel, Ing. P. rédacteur en chef

PUBLICITÉ

Représentants

Les Editions Commerciales Inc.
3587, ave Papineau, Montréal 24
Tel. : LA. 5-1665

SOMMAIRE

LA SOUDURE À L'ARC par Victor Caron, Ing. P.	9
LES RÉACTIONS AGRÉGAT-CIMENT DANS LE BÉTON par Edmour Chauvet, Ing. P.	12
HARNACHEMENT DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE AU ROYAUME-UNI par James Murray	20
DIFFRACTOMÉTRIE DE QUELQUES MINÉRAUX ARGILEUX par Guy Perrault, Ing. P., Ph.D.	22
LA FONDATION DES PAVAGES URBAINS par J. Hode Keyser, Ing. P.	30
LE TRAVAIL À FROID D'ALLIAGES D'ALUMINIUM FACILITÉ PAR LA RÉVERSION par Blaise Cliche, Ing. P.	40
COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE.....	43
VIE DE L'ASSOCIATION	45
NOUVELLES DES DIPLÔMÉS	46
REVUE DES LIVRES	50
INDEX DES ANNONCEURS	64

PHOTO DE COUVERTURE

Voie Maritime du Saint-Laurent à Caughnawaga,
Pylônes des ponts-levis jumelés sur la voie du chemin de
fer Pacifique Canadien, une oeuvre de la Dominion Bridge
Company Limited qui, en 1912, érigait également la
travée que l'on voit à l'arrière-plan.

EDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, 1430, rue St-Denis, Montréal 18, Canada, Tél. : VI. 9-5311. — Parution : mars, juin, septembre et décembre. — Imprimeurs : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et Etats-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Autorisée comme envoi postal de la seconde classe, Ministère des Postes, Ottawa. — Droits d'auteurs : Les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. — La reproduction des gravures et du texte des articles parus dans L'INGÉNIEUR est permise à la condition d'en indiquer la source et de faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication les reproduisant.

Tirage certifié : Membre de la Canadian Circulations Audit Board.

CCAB

Au seuil d'une vie de progrès...

Il connaît la fascination des "grands projets," c'est pourquoi il a choisi le génie comme profession.



L'oeuvre de l'ingénieur professionnel—une aventure continue vers le progrès—se rencontre partout au Canada, aujourd'hui. Cette oeuvre se manifeste de multiples façons—avions à réaction qui sillonnent le ciel... cours d'eau détournés pour se transformer en énergie électrique... systèmes micro-ondes pour la transmission à distance des signaux de télévision... autoroutes qui accélèrent la circulation et modifient la silhouette des villes... pipelines géants qui traversent plaines et montagnes. La clairvoyance, l'initiative, le jugement ordonné de l'ingénieur sont essentiels au progrès de notre ère fertile en nouveautés techniques.



Toucher un interrupteur domestique met en oeuvre, pour vous, tout un système d'outillage électrique compliqué. L'électricité ne peut pas être emmagasinée—elle est produite et livrée instantanément à la vitesse de la lumière. En fait, de votre interrupteur, vous remontez à la source même de l'énergie électrique par l'entremise de câbles, compteurs, transformateurs, sous-stations, appareils de coupeure, génératrices, turbines. Ce procédé incroyable... sûr, de tout repos, de prix modique... nous vient de la dextérité de l'ingénieur professionnel.



Le besoin d'ingénieurs grandit de pair avec le Canada. Il y a 20 ans à peine, de 700 travailleurs un seul était ingénieur diplômé... aujourd'hui on en compte un par 150. Canadian General Electric en emploie près d'un millier... environ un par 20 employés—et le besoin s'accroît sans cesse afin de satisfaire à la demande toujours croissante pour l'équipement nécessaire à la génération et à

la transmission de l'énergie électrique et pour la fabrication des innombrables produits qui la mettent en oeuvre.

Depuis au delà de 50 ans, notre compagnie maintient un programme d'entraînement destiné aux ingénieurs diplômés. Dans nos usines, ces ingénieurs acquièrent des connaissances approfondies des principes théoriques et pratiques de fabrication, de dessin et d'installation. Appelé "Test-Course", ce cours postsecondaire a formé un grand nombre des ingénieurs professionnels engagés aujourd'hui dans divers domaines de l'industrie canadienne.



Le champ d'action des ingénieurs est appelé à s'étendre davantage au Canada où le peuple est si conscient de l'utilité de l'électricité que la demande pour cette commodité est doublée *tous les dix ans!* Des ingénieurs s'adonnent aujourd'hui au dessin de produits nouveaux et à l'élaboration d'industries qui n'existaient pas il y a quelques années alors que de nombreux développements électriques tels que la télévision, étaient encore à l'état de projet.

La première usine d'énergie atomique du Canada ouvre de nouveaux horizons pour la génération de l'électricité; les nombreux problèmes complexes rencontrés au cours de cette réalisation présentent au génie électrique le plus grand défi de tous les temps. Canadian General Electric construit cette usine aux Rapides Des Joachims près de Chalk River, pour l'Energie Atomique du Canada Limitée et l'Hydro-Ontario. Nous voyons là un seul des formidables projets qui démontrent le rôle important joué par les ingénieurs professionnels... les hommes-clefs de l'expansion de notre nation.



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



Des édifices en béton

pour le stationnement



L'adaptabilité du béton à tout genre de construction a permis de résoudre les problèmes d'espace et d'équipement mécanique dans ces deux garages de stationnement automatique construits pour la régie du stationnement à Toronto.



Garages de la régie du stationnement, à Toronto, rue Temperance et place Dundas.

Architectes et ingénieurs:
JOHN B. PARKIN ASSOCIATES

Entrepreneurs généraux:
DUPONT CONSTRUCTION COMPANY

Demandez-nous des exemplaires gratuits des brochures "Parking Garage Layouts" et "Modern Concrete Parking Garages" (en anglais seulement).

LE CIMENT "CANADA" EST À LA BASE D'UN BÉTON DE HAUTE QUALITÉ

Canada Cement
COMPANY LIMITED

IMMEUBLE CANADA CEMENT, MONTRÉAL
BUREAUX DE VENTE À MONCTON • QUÉBEC • MONTRÉAL • OTTAWA • TORONTO
WINNIPEG • REGINA • SASKATOON • CALGARY • EDMONTON

Service technique et documentation gratuits

La compagnie Canada Cement vous offre, par l'intermédiaire de chacun de ses bureaux, un service technique et une documentation complète sur le béton.



un produit de qualité pour tous genres de construction

Allied Chemical Canada, Ltd.

A compter du 1^{er} juin, Allied Chemical Canada, Ltd. sera responsable de la conduite et de l'expansion future des affaires de cinq compagnies canadiennes établies depuis longtemps, un commerce appuyé par l'investissement de plus de \$50 millions de dollars. Les affaires de ces entreprises étaient jusqu'ici dirigées par:

The Barrett Company, Ltd.—bardeaux et revêtements d'asphalte, toitures en rouleaux, papiers à lambris, feutres, "pitch" et asphaltes, planches isolantes, goudrons, enduits, ciments, peintures, émaux pour pipes-lines, anhydride d'ammoniaque, solvants dérivés du goudron, niacine, anhydride phtalique, plastiques, etc.

Brunner Mond Canada, Ltd.—cendre de soude, chlorure de calcium, soudes et sels modifiés.

National Aniline & Chemical Company, Ltd.—teintures, détersifs et produits chimiques organiques.

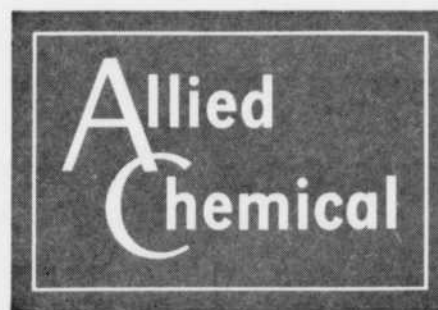
The Nichols Chemical Company, Ltd.—acide sulfurique, sulfate d'aluminium, acide fluorhydrique, autres produits chimiques lourds, produits chimiques purifiés, acides "C.P." et ammoniaque, produits chimiques pour l'agriculture et réfrigérants.

Semet-Solvay Company, Ltd.—coke.

Les marques déjà bien connues établies pour ces produits et le service à la clientèle avec lequel elles se sont depuis longtemps identifiées seront continués comme par le passé.

Allied Chemical Canada, Ltd.

BUREAU CHEF: 1450, RUE CITY COUNCILLORS, MONTRÉAL





Cliché, gracieux Chemins de fer nationaux du Canada

Il lui fallait la tranquillité !

Cet homme dirige la circulation des trains à la gare centrale du C.N.R., à Montréal. Lui et ses collègues sont responsables de la sécurité de milliers de voyageurs circulant sur l'enchevêtrement des voies. On ne peut s'acquitter d'une tâche comme la sienne qu'avec de l'expérience, de l'attention et surtout dans la tranquillité.

Pour construire l'hôtel Reine Elizabeth, immédiatement au-dessus de son bureau, il a fallu résoudre un problème tout à fait spécial. Comment monter sans bruit l'énorme charpente d'acier afin de ne pas nuire au bon fonctionnement de la gare ? Les ingénieurs de Dominion Bridge, en étroite collaboration avec ceux du C.N.R., ont résolu ce problème. Le rivetage fut virtuellement éliminé et des méthodes d'assemblage spéciales par soudage et boulonnage furent mises au point.

Une fois de plus, l'acier a prouvé sa souplesse d'utilisation en résolvant un délicat problème de construction.



DOMINION BRIDGE COMPANY LIMITED

Usines et bureaux dans tout le Canada

Départements : STRUCTURE • CHAUDRONNERIE • MÉCANIQUE • ENTREPÔT

Une nouvelle technique de sautage sous l'eau accélère le creusement du canal Welland

La faible sensibilité de l'agent de sautage NITRONE permet l'amorçage à "retard fractionné" de fortes charges là où les vibrations doivent être réduites au minimum.

Dans les opérations de sautage sous l'eau, les explosifs brisants ont normalement tendance à propager la mise à feu de trou en trou. C'est pourquoi l'amorçage à retard fractionné est généralement impraticable. En raison de sa faible sensibilité, l'agent de sautage NITRONE ne se propage pas et permet d'employer la technique à retard fractionné pour la mise à feu de charges considérablement plus fortes... tout en réduisant les vibrations à une ampleur acceptable.

L'emploi de cette technique présente également d'autres avantages: sautages plus économiques, du fait de l'accélération des opérations, meilleure fragmentation, moindre quantité d'explosifs, moindre forage en surcroît de profondeur.

Les représentants des ventes et du service technique de la C-I-L sont toujours à votre disposition pour vous fournir tous renseignements d'ordre technique sur l'application de la méthode à retard fractionné dans vos opérations de sautage. Adressez-vous à un bureau de ventes des explosifs C-I-L ou écrivez à la Canadian Industries Limited, Division des Explosifs, C.P. 10, Montréal.

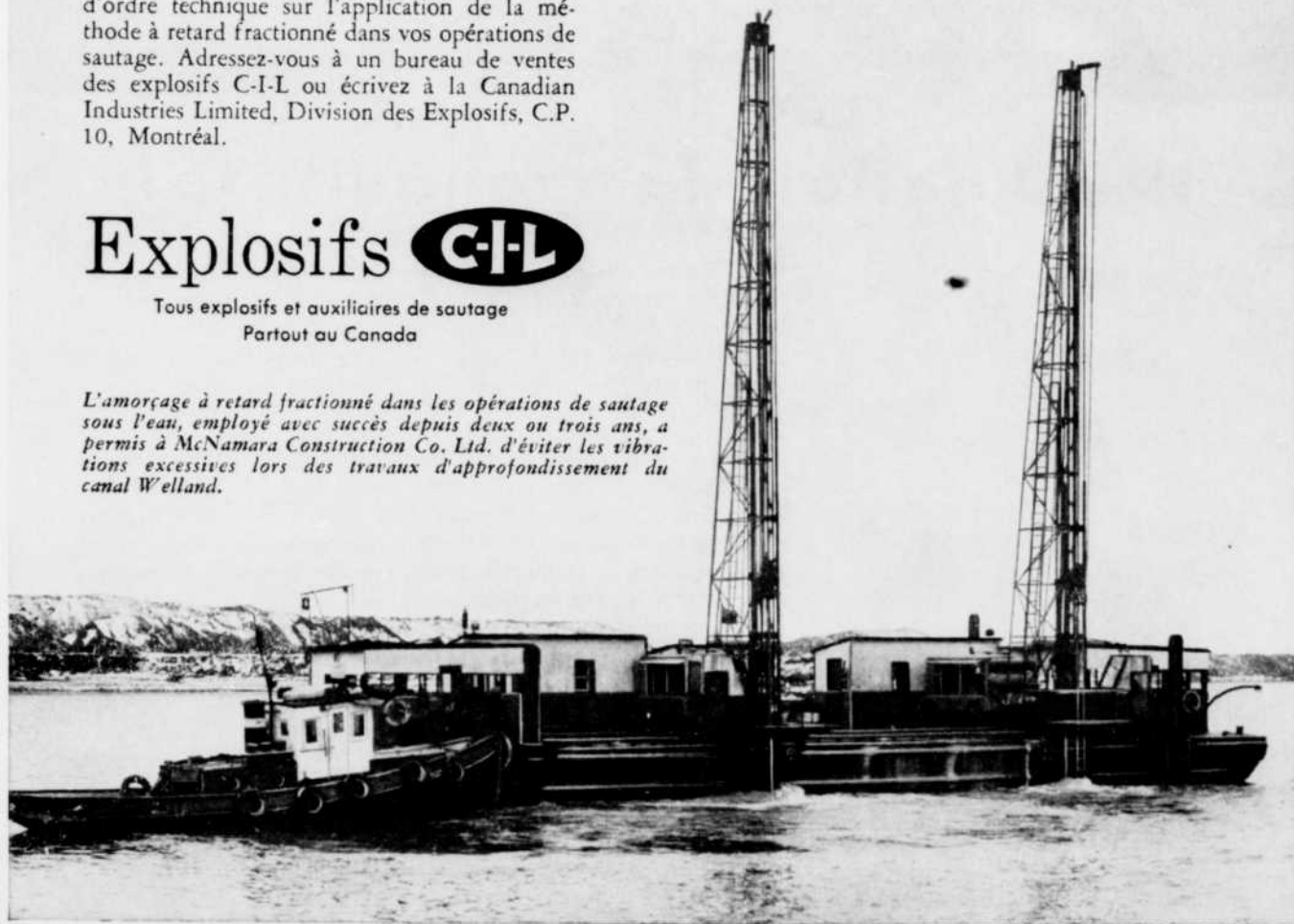
Explosifs **C-I-L**

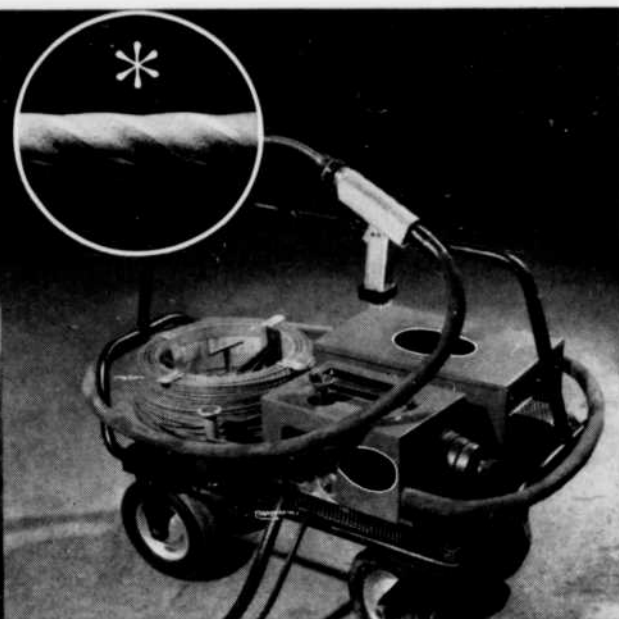
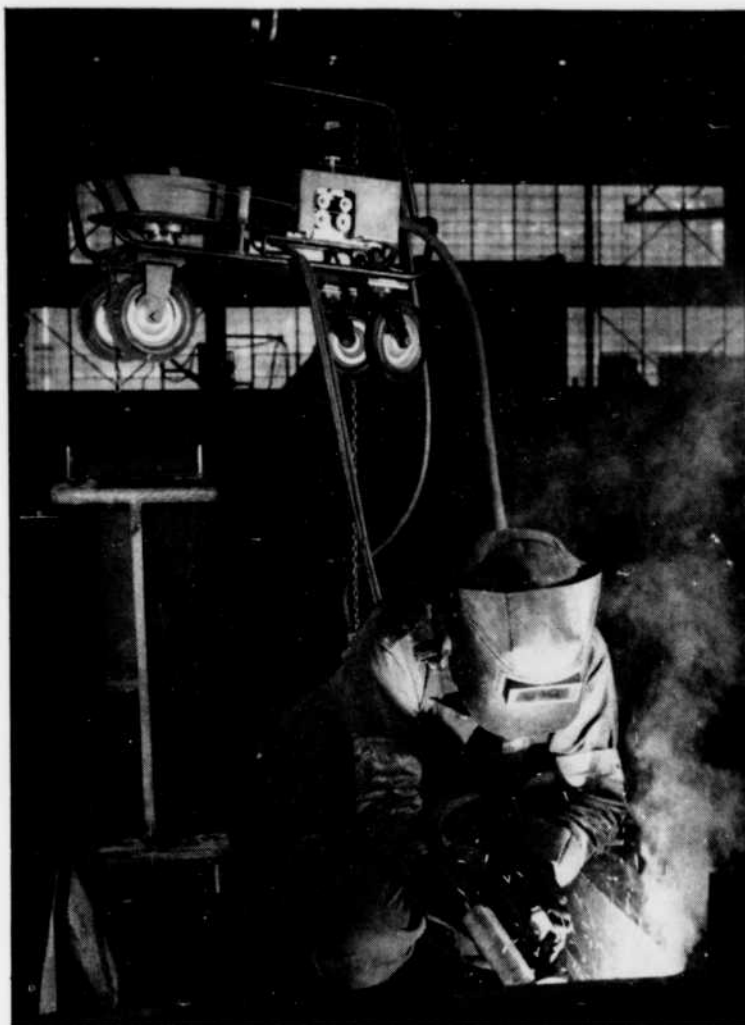
Tous explosifs et auxiliaires de sautage
Partout au Canada

L'amorçage à retard fractionné dans les opérations de sautage sous l'eau, employé avec succès depuis deux ou trois ans, a permis à McNamara Construction Co. Ltd. d'éviter les vibrations excessives lors des travaux d'approfondissement du canal Welland.



Les bulles de gaz qui crèvent à la surface sont le seul indice de cette opération de sautage sous l'eau pour laquelle on a fait usage de la technique à retard fractionné.





Le nouveau système

DYNAWELD

L.A.

**vous donne une électrode
"C-O-N-T-I-N-U-E"**

POUR LA PREMIÈRE FOIS EN AMÉRIQUE DU NORD...

*Le nouveau fil-électrode tors enrobé Dynaweld à calibrage de précision (grossi deux fois).

Soudage semi-automatique à grand rendement

LES FABRICANTS DE MÉTAL ont longtemps cherché un système de soudage à l'acier doux d'utilisation aussi simple que les électrodes mais qui ne présenterait pas leur faible coefficient d'utilisation, la perte des extrémités des électrodes, etc. Le nouveau système de soudure à l'arc continu Dynaweld L.A. répond parfaitement à ces conditions. Ce nouveau procédé, conçu et mis au point par un groupe de spécialistes et d'ingénieurs de Canadian Liquid Air, vient d'être mis à la disposition de l'industrie après plus d'une année d'essais intensifs par plusieurs importantes firmes industrielles canadiennes.

Ce nouveau procédé augmente substantiellement la production grâce à son grand coefficient d'utilisation et à l'emploi d'un courant de voltage supérieur à celui généralement utilisé, ce qui per-

met une plus grande déposition de métal d'apport. D'utilisation simple, le procédé Dynaweld L.A. fonctionne sans refroidissement à eau ni écran protecteur à gaz.

Le cœur du système Dynaweld est un fil-électrode tors enrobé à calibrage de précision constituant le métal d'apport qui forme ainsi une électrode "continue" d'acier doux. Le fil se dévide automatiquement de son rouleau à une vitesse déterminée et s'achemine à travers le pistolet porte-électrode. Le courant est fourni par une machine à souder ordinaire CA ou de préférence CC.

Le système Dynaweld ne requiert aucun dispositif mécanique ou électrique en dehors de la source d'électricité. Il forme un appareil portatif aux multiples applications. De construction robuste, il ne comprend que peu d'organes

mobiles et ne demande qu'un minimum d'entretien.

Le système Dynaweld est particulièrement recommandé pour toutes les soudures à l'acier doux pour lesquelles on utilise une grande quantité d'électrodes ordinaires ou d'électrodes en limaille de fer. Du point de vue métallurgique, le métal d'apport fourni par le fil du Dynaweld est exactement semblable au métal d'apport des électrodes ordinaires en acier doux AWS E 6012, E 6024 et E 6020.

Pour tous renseignements complémentaires concernant le nouveau système Dynaweld L.A. adressez-vous à la succursale L.A. de votre localité où l'on se fera un plaisir d'étudier les procédés de soudure utilisés dans votre atelier ou votre usine afin de déterminer s'il vous serait possible d'adopter le nouveau système Dynaweld.

Canadian LIQUID AIR Company
LIMITED

Succursales, usines, magasins et distributeurs d'un océan à l'autre.



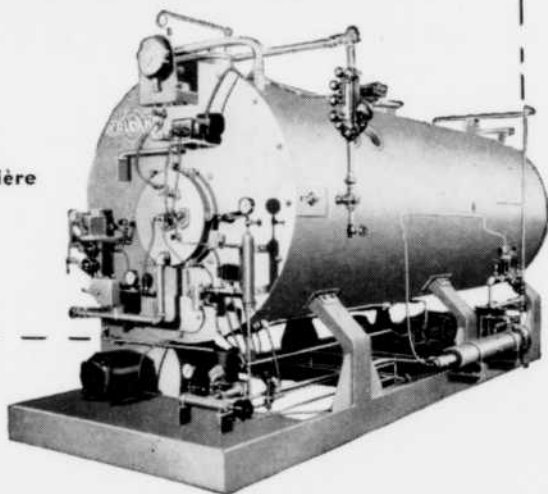
Chaudières Automatiques

VOLCANO

Édifice des Assurances du Groupe Commerce, St-Hyacinthe, Qué.

Le chauffage de cet édifice est assuré par une chaudière automatique Volcano de 150 c.v. à basse pression.

Architecte: David & David
Ingénieurs conseils: J.P. Huza & Associates
Entrepreneur général: Charles Gilbert Ltée
Entrepreneurs de chauffage: Ed. Bernier & Cie Enrg.



- Les chaudières automatiques "Starfire" assurent un fonctionnement parfait à un coût minimum.
- Chaudières des plus modernes fonctionnant au gaz ou à l'huile — de 9 à 500 c.v.
- Appareil autonome. Son faible encombrement permet de l'installer dans les chaufferies de petites dimensions. Installation facile.
- Ne nécessite pas de fondation ou de cheminée de grandes dimensions (seul un tuyau d'échappement est nécessaire afin de protéger les édifices voisins). Prête à fonctionner après le branchement des conduites de vapeur, d'eau et de combustible et le raccordement au réseau électrique.

Plus d'un siècle d'expérience dans
la fabrication des chaudières

VOLCANO LIMITÉE

8635, boul. St-Laurent, Montréal, Qué.

Usines: ST-HYACINTHE, Qué.

Succursales: QUÉBEC — TORONTO

Service de ventes et de réparations
dans toutes les villes importantes

WILFRID GIROUARD, président

VOLCANO - les chaudières automatiques utilisées partout au Canada



LE SOUDAGE À L'ARC

par

Victor Caron, Ing. P.

Professeur agrégé, Département de Métallurgie,
Ecole Polytechnique de Montréal.

Introduction

Souder deux pièces, c'est les réunir en assurant la continuité de la matière entre ces deux pièces. Le soudage électrique à l'arc est le procédé de soudure autogène dans lequel l'arc électrique constitue la source d'énergie thermique pour fondre les bords à souder, avec ou sans métal d'apport, et sans l'intervention d'une pression. Un assemblage soudé présente deux parties distinctes : la zone fondue constituée par du métal solidifié, et le métal de base situé de part et d'autre de la zone fondue.

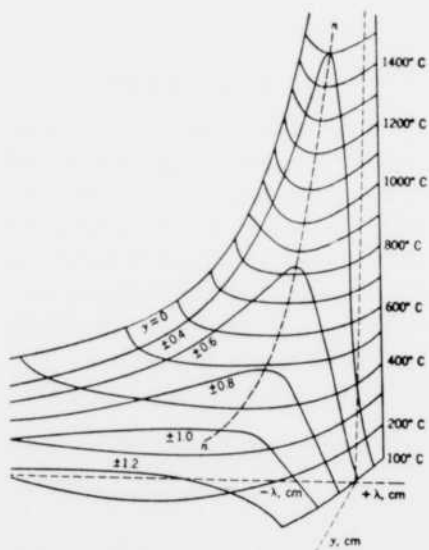


Fig. 1 — Solide thermique de soudage. (Wulff, Udin, Funk).

L'arc électrique est la manifestation d'une émission d'électrons provenant d'une cathode incandescente, venant bombarder l'anode à très grande vitesse; l'ionisation des gaz contribue au maintien de la décharge. Dans le soudage à l'arc, celui-ci jaillit entre la pièce et une tige métallique appelée électrode qui peut être fusible ou réfractaire. Des calculs théoriques fixent à 6000° K la température approximative régnant dans le noyau de l'arc.

Cycle thermique

La mise en oeuvre d'une source de chaleur à la fois localisée et mobile crée en chaque point du métal de base au voisinage du bain de métal fondu, des perturbations thermiques qui y déclenchent des modifications structurales et physico-chimiques. L'étude du cycle thermique de soudage et son interprétation selon les données de la métallographie permettent de déterminer la répartition des constituants et structures résultant de ces modifications. L'histoire thermique de chacun des points du métal comprend les facteurs suivants :

- 1—vitesse d'échauffement;
- 2—température maximum atteinte;
- 3—temps de maintien à cette température;

4—vitesse de refroidissement.

A—Régime thermique semi-stationnaire

L'apport de chaleur amène dans le métal l'établissement d'un régime semi-stationnaire par rapport à trois axes de coordonnées rectangulaires dont l'origine coïncide avec la source calorifique. La Fig. 1 donne la valeur des températures dans un plan parallèle à la surface d'une tôle d'acier. Le graphique obtenu délimite un solide thermique dont le volume et la forme varieront avec le procédé, la méthode d'exécution, l'énergie mise en jeu, et la masse des pièces.

L'existence de gradients thermiques dans le bain de métal fondu est improbable à cause de son agitation et de la rapidité des effets de convection.

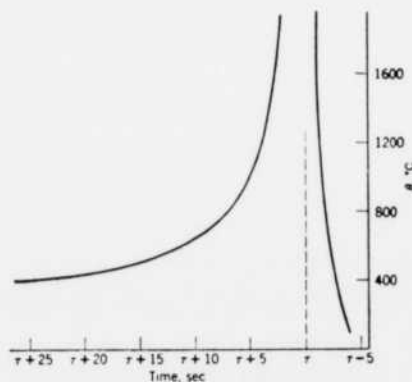


Fig. 2 — Relation température-temps dans l'axe de la soudure. (Wulff, Udin, Funk).

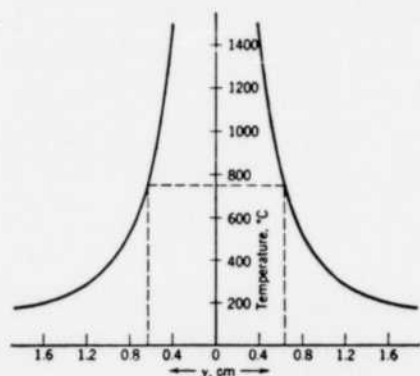


Fig. 3 — Température maximum de chaque côté de la zone fondue. (Wulff, Udin, Funk).

B—Vitesses d'échauffement et de refroidissement

Pour faciliter l'étude de ces vitesses, il est préférable de considérer la source de chaleur en mouvement par rapport à un point fixe de la pièce. La courbe de la Fig. 2, correspondant au régime de la Fig. 1, représente la relation température-temps pour un point situé directement sous la source de chaleur et dans l'axe longitudinal de symétrie du cordon de soudure. La vitesse d'échauffement est évidemment plus élevée que celle de refroidissement.

C—Température maximum

La valeur de la température maximum atteinte en un point donné du métal de base revêt une grande importance car elle conditionne les phénomènes métallurgiques qui s'y produisent. La répartition des températures maxima dans la zone de transformation d'un acier est montrée à la Fig. 3, référant toujours au même régime thermique.

Quelques phénomènes généraux

Cette esquisse d'un cycle thermique de soudage nous permet maintenant d'y relier ces phénomènes se produisant dans le métal de base et celui de la zone fondue.

A — ZONE FONDUE

Cette zone est le siège de phénomènes se déroulant à l'état li-

quide, et d'autres, lors de la solidification.

a) Fusion avec électrode nue

- (i) Absorption de gaz — Le contact de l'air avec le métal fondu entraîne la dissolution d'un pourcentage important d'azote et d'oxygène. En sursaturation l'azote forme avec le fer le nitrure Fe_3N que l'on retrouve dans la microstructure et dont l'influence sur les propriétés mécaniques est défavorable. Le dégagement de l'azote peut former des soufflures lors de la solidification.

L'oxygène en sursaturation forme FeO qui se décante ou reste emprisonné dans le métal solide sous forme de globules. Le carbone forme CO qui favorise aussi la formation de soufflures. Le rôle délétère de l'oxygène sur les propriétés mécaniques n'a pas la même gravité que celui de l'azote.

- (ii) Modifications chimiques — L'absorption d'oxygène de l'air par le métal fondu entraîne des pertes d'éléments oxydables comme le silicium, le carbone, le manganèse. L'oxyde FeO réagit avec le manganèse et le silicium pour donner SiO_2 et MnO qui s'éliminent par décantation. Ces oxydes sont parfois présents dans le métal solidifié sous forme d'inclusions. La teneur en carbone est abaissée par le dégagement du gaz CO .

b) Fusion avec électrode enrobée

Le soudage à l'arc s'effectue généralement avec des électrodes enrobées ou sous la protection d'une atmosphère protectrice d'un gaz approprié. Afin de minimiser l'importance des phénomènes indésirables, on revêt l'électrode d'un enrobage qui contient un grand nombre de matières miné-

rales et organiques jouant respectivement un rôle déterminé, soit lors de la fusion, soit pendant la solidification. Sur le plan métallurgique, mentionnons les fonctions suivantes :

- 1—protection du métal par dégagement d'une atmosphère gazeuse;
- 2—protection du métal déposé par formation d'un laitier;
- 3—addition d'éléments destinés à produire la composition désirée.

Les électrodes enrobées ont cependant créé des difficultés avec certaines nuances d'acier en favorisant, lors de la fusion, la formation d'hydrogène, lequel occasionnait la fissuration du métal de base dans sa zone de transformation. Ces difficultés furent surmontées principalement par la mise au point d'un enrobage basique.

c) Solidification

La solidification du métal de soudure survient de façon très rapide et la structure microscopique est caractérisée par son orientation prononcée et sa forme aiguillée : on l'appelle structure basaltique.

Certains défauts peuvent accompagner la solidification : soufflures, ségrégation, inclusions, fission à chaud.

B — MÉTAL DE BASE

Le métal de base subit un traitement thermique variable en chaque point, de chaque côté de la zone fondue de toute soudure brute d'exécution, la largeur de cette zone de transformation étant variable. Diverses modifications résultent de ces traitements thermiques locaux.

a) Modifications structurales

- (i) Métal recuit — Un métal recuit, en l'absence de transformation, allotropique, sera sujet à un grossissement du grain accompagné d'une di-

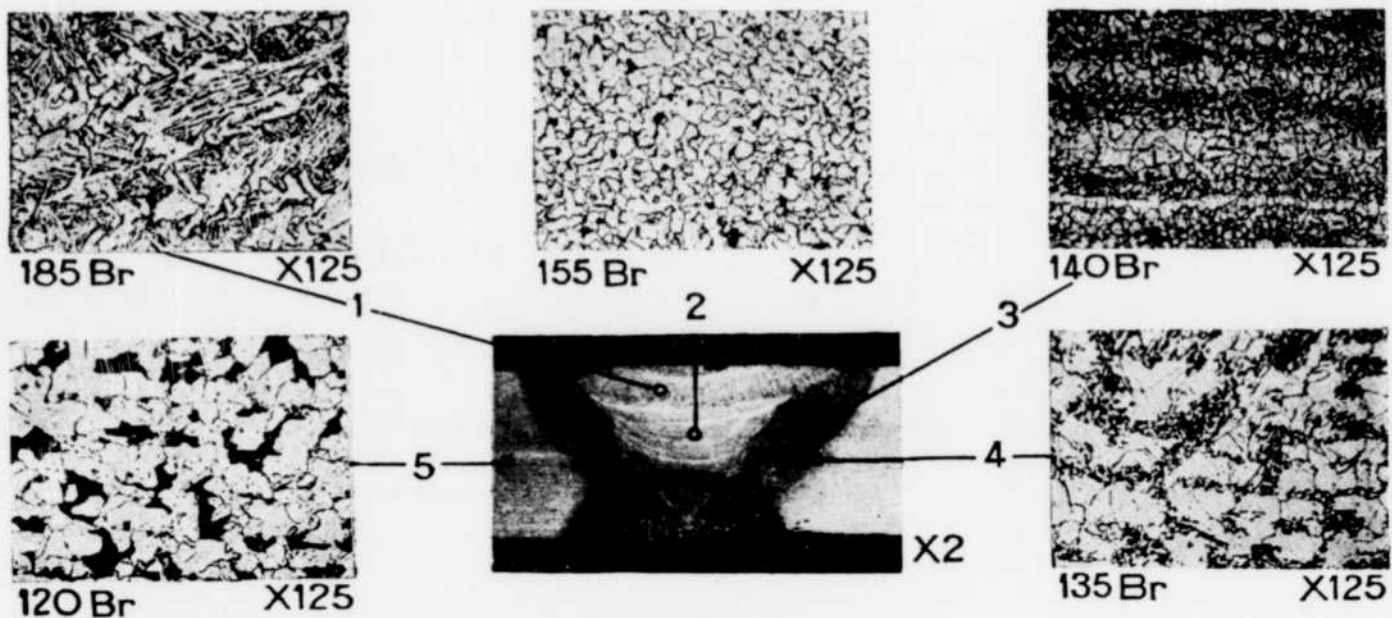


Fig. 4 — Microstructures dans un joint soudé. Tôle d'acier doux de 10 mm. La dureté est indiquée en nombre Brinell. (D'après Séférian).

minution de la dureté. Celle-ci aura une valeur minimum en bordure immédiate de la ligne de fusion, car la température γ est la plus élevée.

- (ii) Métal écroui — Un métal écroui sera le siège d'une recrystallisation ainsi que d'un grossissement du grain. A nouveau, la dureté diminuera dans cette zone.
- (iii) Précipités — Dans certains alliages, tels les Duralumins, l'échauffement provoque entre autres phénomènes, la précipitation de composés solubles ou la coalescence d'un précipité métastable. La précipitation de carbures de chrome aura lieu dans certains aciers austénitiques inoxydables affectant sérieusement leur résistance à la corrosion.

b) Modifications physico-chimiques

- (i) Acier doux recuit — Les transformations allotropiques introduisent certaines complications. La dureté de la zone de surchauffe, en dépit de la grosseur accrue du grain, sera plus élevée que celle du métal situé au-delà de la zone de transformation, à cause de la présence d'une perlite fine. La planche de la Fig. 4 groupe les aspects microscopiques des diverses structures formées dans un joint soudé.
- (ii) Aciers trempants — Pour certaines nuances d'acier, la zone de transformation, par suite du phénomène de trempe, affichera des valeurs prohibitives de dureté qui engendreront parfois sa fissuration.

En terminant, il convient de signaler que des effets mécaniques s'associent toujours au cycle thermique pour provoquer des déformations ou créer des contraintes internes.

BIBLIOGRAPHIE

- WELDING HANDBOOK, American Welding Society, 1950
- WELDABILITY OF STEELS, par R. Stout et W. Doty, Welding Research Council, 1953
- WELDING FOR ENGINEERS, par Udin, Funk et Wulff, Wiley & Sons, 1954.
- METALLURGY OF WELDING, par Bruckner, Pitman Publishing Co. 1954
- WELDING METALLURGY, par Henry & Clausen, American Welding Society, 1949
- LES SOUDURES, D. Séférian, Dunod, Paris.



LES RÉACTIONS AGRÉGAT-CIMENT DANS LE BÉTON

par

Edmour Chauret, Ing. P.

Chef du Laboratoire d'essais des matériaux,
Cité de Montréal

Propos préliminaires

Toute cause pouvant créer dans le béton un état de tension ou de compression peut être un facteur de désagrégation.

Bien que la publicité ait réussi à attacher au mot béton l'idée de permanence, le béton apporte dans le coffrage des nombreuses raisons de n'être pas permanent. Ces raisons sont inhérentes aux matériaux qui constituent le béton et aux influences extérieures auxquelles cette pierre synthétique est exposée. Il n'est pas étonnant que le béton vive dangereusement. On peut dire qu'il est continuellement en état de déséquilibre chimique et physique. Il est composé de matériaux de remplissage qui sont les agrégats et d'un ciment qui lie ces matériaux pour former une masse hétérogène. Ces agrégats sont des complexes chimiques qui apportent dans le béton tous les éléments qui forment la croûte terrestre.

Le ciment lui-même est le produit de cuisson de substances calcaires et silicieuses, contenant une dizaine d'éléments chimiques secondaires. Sous l'effet de la chaleur, ces éléments participent à des combinaisons compliquées, fragiles et obscures et qui font l'objet des théories des physiciens. Les normes de l'American Society for Testing Materials (1), ASTM, qui paraissent en sept volumes tous les trois ans, décrivent

les propriétés des sept types de ciment Portland. L'article 4 mentionne les quatre principaux composants du ciment Portland, qui sont, le silicate tricalcique, le silicate dicalcique, l'aluminate tricalcique et l'aluminoferrite tétracalcique. Ces produits chimiques existent dans le clinker de ciment, mais pas nécessairement dans les limites indiquées au tableau de l'article 4. Ce n'est que par des calculs basés sur l'analyse que ces limites sont établies.

L'article 4 traduit bien la complexité cristallographique et chimique de cet alliage alcalino-terreux et métallique qu'est le ciment Portland. Il est facile aussi d'imaginer quel déséquilibre chimique règne dans ce mélange d'éléments. C'est pourquoi au malaxage, lorsqu'on ajoute l'eau, l'hydratation et la prise provoquent d'innombrables phénomènes chimiques, colloïdaux et cristallographiques.

Evidemment le béton mérite la confiance qu'on lui fait après un siècle d'expériences et en somme la publicité n'exagère pas en parlant de permanence. Mais il est la victime de déficiences nombreuses, soit organiques, soit provoquées par des agents extérieurs. La durabilité du béton est soumise à de nombreux facteurs. Mentionnons la composition minéralogique et granulométrique des agrégats, la qualité du ciment, le

dosage des ingrédients, le rapport de l'eau au ciment, la mise en place, l'hydratation et la maturation en présence d'eau, l'action des agents chimiques extérieurs, du gel, du dégel, de l'eau et de la dessiccation, etc... Il y a aussi la réaction chimique entre les agrégats et le ciment.

Nous nous contenterons d'étudier dans cet article cette dernière question, au sujet de laquelle il s'est fait beaucoup de recherches dans le monde entier et quelques travaux de mise-au-point dans notre laboratoire.

Les réactions ciment-agrégat

Certains agrégats sont capables de réagir avec le ciment Portland pour former des produits qui causent de la dilatation à l'intérieur du béton et affaiblissent le lien entre l'agrégat et le ciment. Ces réactions sont nombreuses et obscures, mais peuvent se diviser en deux types : 1) Réaction entre certains agrégats siliceux et l'alcali du ciment formant des gels de silicates alcalins, qui peuvent produire de la dilatation; 2) Réaction entre certains agrégats ferrugineux, tels que des dolerites et basaltes et le ciment hydraté et la chaux.

L'intérêt des expérimentateurs s'est surtout porté vers la réaction silice-alcali, l'autre type de réaction ayant fait l'objet de très peu de travaux. En 1940, Thomas

E. Stanton publia (2) dans les "Proceedings" de l'"American Society of Civil Engineers", les résultats d'une expertise faite sur des constructions de béton de Californie. Les constatations furent l'objet d'une étude plus élaborée faite par Stanton et ses collaborateurs et publiée (3) dans le Journal de l'"American Concrete Institute" de janvier 1942. Stanton attribua la fissuration et la désagrégation de constructions de béton près de Monterey, Californie, à une dilatation excessive du béton par l'action des alcalis du ciment sur de l'opale contenue dans l'agrégat. Il est intéressant de noter que cet agrégat avait subi avec satisfaction les essais de résistance aux expansifs (soundness) et qu'il avait servi à la préparation d'autres bétons de bonne qualité.

Les travaux de Stanton provoquèrent une somme considérable de recherches. De nombreuses hypothèses tentèrent d'expliquer le processus du phénomène, qu'on appela la réactivité des agrégats. Cependant, de ces hypothèses, nous croyons que celle émise dans l'A.C.I. (4) (5) par "Powers et Steinour" ingénieurs de la "Portland Cement Association", est la plus plausible. En voici l'essentiel :

La plupart des agrégats réactifs sont de la silice amorphe, qui se présente sous forme de gel solidifié ou qui est tout simplement vitreuse. La forme non cristallisée de la silice la rend plus vulnérable à l'action des alcalis. Il se produit des composés alcalino-siliceux complexes. La chaux du ciment, entrant en action, établit autour de la particule de silice alcalinisée une pellicule d'un composé plus stable silice-alcali-chaux. Cette pellicule empêche la diffusion de la chaux et provoque une pression osmotique dangereuse.

Voici comment le phénomène se développe selon l'hypothèse de Powers et Steinour :

Un grain composé en partie ou en totalité de silice amorphe, telle que opale, calcédoine, chert, est attaqué en milieu aqueux par l'oxyde alcalin du ciment. Il se forme un composé silice-alcali avec augmentation de volume. La chaux hydratée, se diffusant dans l'eau de malaxage, vient former un complexe silice-alcali-chaux sans augmentation de volume. Ce dernier complexe forme carapace autour du grain de silice et empêche le contact de la chaux et de la silice alcalinisée. Si la pellicule est assez perméable à la chaux, la réaction silice-alcali-chaux se fait sans dommage au béton. Or, plus il y a d'alcali dans le ciment, plus la teneur d'alcali par rapport à la chaux augmente et plus la pellicule devient imperméable à la chaux. Résultat : le complexe alcali-silice augmentant de volume continue à se former au lieu du complexe alcali-silice-chaux n'augmentant pas de volume.

En pratique, pour avoir réactivité dangereuse, il faut : 1) que l'agrégat contienne des substances réactives telles que de l'opale, de la calcédoine, du chert, certains schistes, etc . . . , 2) que ces substances soient finement divisées; 3) que le ciment contienne une assez forte teneur en oxyde de sodium et de potassium.

Il est bon aussi d'observer que les complexes chimiques sodiques et potassiques contenus dans le ciment Portland ne sont peut-être pas ionisables au même degré et que deux ciments indiquant à l'analyse la même teneur en alcalis peuvent ne pas posséder une égale réactivité vis-à-vis les agrégats. Est-ce une explication des résultats de Donald Woolf publiés (6) dans "Public Roads"? Woolf déclare qu'il n'est pas tout-à-fait vrai que la réactivité agrégat-ciment soit proportionnelle à la teneur en alcali du ciment. Les essais prouvent que la dilatation du béton est facteur du rapport de la teneur en alcali du ciment et

de la teneur en substances réactives des agrégats. Il existe donc des teneurs "pessima" en silice réactive et en alcali, qu'il appartient à l'expérience de déceler.

L'action chimique du ciment sur l'agrégat ou vice-versa constitue donc un problème important, dont les chimistes et ingénieurs furent toujours conscients, mais qui s'imposa à l'attention des techniciens lorsque Stanton attacha le grelot en 1940. La Société américaine d'essais des matériaux, l'"American Society for Testing Materials" (ASTM), ne manqua pas de s'intéresser à ce problème. Le volume III des Standards de l'ASTM de 1955 contient le projet de normes C-227-52T, intitulé "Potential alkali reactivity of cement-aggregate combinations". (7)

Méthode de l'ASTM C-227

Commentaires sur la méthode

Cette méthode consiste à établir une granulométrie de l'agrégat, à faire un mortier contenant une partie de ciment et 2.25 parties d'agrégat, à conserver les échantillons pendant un an à 100°F dans une atmosphère saturée d'humidité et à prendre des mesures précises tous les mois.

Le supplément 1956 aux Standards de l'ASTM pour agrégats de béton no C-33 (8) mentionne l'essai C-227 touchant la réactivité. Comme toujours et avec raison l'ASTM est prudente. Elle énumère les quatre projets de normes soumis aux membres de la société au sujet de la réactivité.

La spécification C-33 contient donc ces notes : "Nous proposons des méthodes de détection de la réactivité potentielle. Cependant ces méthodes ne fournissent pas de données quantitatives permettant de prévoir le degré de réactivité tolérable. L'interprétation des résultats est donc laissée au jugement de l'expérimentateur et à l'expérience qu'il a d'autres bétons préparés avec les agrégats et ciments sous essais".

Plus loin une note interprétant les résultats de cette spécification C-227 sur les mélanges réactifs agrégat-ciment est un peu plus explicative. "Les résultats de cet essai (C-227), si l'on emploie un ciment à haute teneur en alcali (.8% et plus), établissent la possibilité d'une réactivité dangereuse. Les mélanges d'agrégat et de ciment, qui par cet essai produisent une dilatation excessive, peuvent être considérés comme partiellement réactifs. Quoique la ligne de démarcation entre un mélange non réactif et un mélange réactif ne soit pas clairement définie, on considère généralement comme dangereuse une dilatation qui dépasse .05% après trois mois et .10% après 6 mois."

C'est le souci continu des ingénieurs en essais de matériaux d'imaginer des essais qui reproduisent les conditions auxquelles ces matériaux sont soumis et d'essayer d'établir une corrélation entre les essais au laboratoire et le comportement des matériaux à l'usage. Stanton déclare donc dans les "Proceedings" de l'ASTM de 1948 (9) qu'il est rarement possible d'établir une si bonne corrélation entre le laboratoire et le chantier que celle établie par la méthode de l'ASTM C-227. Stanton établit une liste de cas typiques de structures en béton menacées de ruine à cause de la réaction entre le ciment et l'agrégat et où les essais au laboratoire ont confirmé le fait. Dans d'autres cas des mélanges réactifs au laboratoire se révélèrent subséquemment réactifs sur les chantiers. D'autres expérimentateurs ont établi la même corrélation, par exemple Temper (10), Mielenz et Witte (11) et Blanks et Meissner (12).

Essais au Laboratoire municipal (C-227)

Le personnel technique du Laboratoire d'essais des matériaux de la Ville de Montréal, intéressé

comme tous les techniciens municipaux au problème de l'escalage des trottoirs, a commencé en 1955 à étudier nos ciments et agrégats à la lumière des projets de normes proposées par l'ASTM en 1952, 1954 et 1955.

Les raisons qui nous incitèrent à entreprendre ces longs travaux sont les suivantes: 1) Ignorance des propriétés réactives des agrégats employés à Montréal dans le béton; 2) Présence, selon les rapports géologiques, de chert dans certains calcaires de Montréal. Or le chert contient de l'opale qui est reconnue comme réagissant à l'action des alcalis; 3) Présence bien connue de schiste dans des dépôts de calcaire de Trenton actuellement exploités, surtout quand les dépôts se rapprochent des lits de schistes d'Utica; 4) Emploi à Montréal de ciments à haute teneur en alcalis.

L'expérience nous avait révélé aussi que sur beaucoup de trottoirs, où il y a présence d'agrégats calcaires, nous observons un phénomène que les Américains appellent "pop-out", c'est-à-dire que, lorsqu'un fragment de calcaire est près de la surface, le mortier superposé s'écaille. Or dans beaucoup de cas ces fragments sont schisteux. Est-ce un phénomène de réactivité ou le simple fait du gel et dégel? Probablement les deux, à notre avis. De plus en 1954 le ministère des Mines d'Ottawa avait publié (13) le rapport Picher sur les agrégats devant servir aux travaux de la canalisation. L'auteur avait prélevé de nombreux échantillons à proximité des futurs travaux. Il y avait entre autres des calcaires plus ou moins schisteux de la série de Trenton et de Black River. Dans plusieurs mélanges, il s'était servi du poussier (screening) de ces calcaires, présumant avec raison que la partie schisteuse de ces roches est en plus grandes quantités dans le fin que dans le gros. A l'essai gel et dégel, les mélanges avec poussière donnèrent de

mauvais résultats. Evidemment, il ne fit pas d'essais de réactivité, mais je crois selon mon expérience que le phénomène de réactivité contribua à diminuer la résistance de ces bétons au gel et dégel.

Messieurs Philippe Lecompte, inspecteur technique, et Roch Rivard, analyste au laboratoire de béton, préparèrent selon les exigences C-227 treize séries d'échantillons comprenant 26 genres de mélanges et 104 échantillons. Nous employâmes trois ciments dont les caractéristiques apparaissent au tableau I.

Nous préparâmes selon la granulométrie spécifiée, des agrégats de neuf différentes sources et compositions. La description de ces agrégats fins apparaît au tableau II.

Un groupe de neuf séries, apparaissant au tableau III, fut mis en moules au début de septembre 1955, un autre groupe de quatre le fut en janvier 1956. Les neuf premières séries sont plus intéressantes, car elles servent à établir l'action de deux ciments à alcalinités différentes sur des agrégats identiques. Par exemple, la série numéro 1 comprend quatre échantillons préparés avec le ciment A et le sable 1, et quatre échantillons préparés avec le ciment B et le même sable, et de même dans chacune des neuf premières séries.

Le tableau III contient les pourcentages d'allongements des treize séries après trois, six et douze mois, chaque chiffre étant la moyenne de dilatation de quatre échantillons. Nous avons cru ne pas charger inutilement ce tableau en n'y inscrivant pas les allongements pris chaque mois pendant un an.

Interprétation des résultats

Voici les observations que l'on peut tirer du tableau III:

TABEAU I

Caractéristiques	Ciment A	Ciment B	Ciment C
Alcali total	1.05%	.55%	.98%
Dilatation à l'autoclave ..	0.156%	0.163%	0.346%
Consistance de la pâte	23.6	24.0	24.2
Consistance du mortier	10.42	10.50	10.54
Prise initiale	4.30 hres	2.20 hres	4 hres
Prise finale	7.30 hres	4 hres	6.05 hres
Tension à 7 jours	372 lbs/po. ca.	313 lbs/po. ca.	345 lbs/po. ca.
Tension à 28 jours	427 lbs/po. ca.	375 lbs/po. ca.	395 lbs/po. ca.

1. — Les ciments A et C, ayant des teneurs en alcali d'environ 1%, ont donné des échantillons ayant une moyenne d'allongements dans le même ordre de grandeur;

2. — Les moyennes d'allongements des échantillons faits avec le ciment B, à .55% d'alcali, sont

TABEAU II

AGRÉGATS	
Description	
No 1	Sable très employé à Montréal.
No 2	Sable très employé à Montréal.
No 3	Sable très employé à Montréal.
No 4	50% de sable 1, plus 50% de sable 5.
No 5	Sable préparé à partir de la couche supérieure du Trenton-St-Michel.
No 6	50% de sable 2 plus 50% de sable 5.
No 7	50% de sable 3 plus 50% de sable 8.
No 8	Sable préparé à partir de la couche inférieure du Trenton-St-Michel.
No 9	Sable standard Ottawa, plus 5% de verre pyrex.
Notes :	
1.	La couche inférieure du Trenton, formation Saint-Michel est moins schisteuse que la couche supérieure (14).
2.	Il est prouvé que le verre pyrex réagit avec l'alcali. Le sable 9 est donc un sable réactif synthétique.
3.	Les sables 1, 2 et 3 sont des sables à béton les plus employés à Montréal. Les sables 5 et 8 ont été préparés à partir des calcaires de deux carrières de Montréal.

treize fois plus petites à trois mois, cinq fois plus petites à six mois et 2.5 fois plus petites à un an que les moyennes des allongements des échantillons faits avec le ciment A, à 1.05% d'alcali. Il semble donc que Stanton ait eu raison de dire que l'allongement par réactivité est proportionnelle à la teneur en alcali du ciment.

3. — Le schiste dans les agrégats fins en augmente la réactivité. Ainsi le sable numéro 5 préparé avec un calcaire plus schisteux produit des allongements beaucoup plus grands que les allongements des échantillons contenant du sable 8, préparé avec un calcaire moins schisteux.

On voit dans le tableau III que le mélange numéro 5 indique après un an des allongements de .064% avec du ciment A et de .016 avec du ciment B, ce qui donne une moyenne de .040%. Par contre le mélange numéro 8 indique après un an des allongements de .008 avec le ciment A et de .002 avec le ciment B, ce qui donne une moyenne de .005. L'allongement de .040, agrégat plus schisteux, est donc 8 fois supérieur à l'allongement de .005, agrégat moins schisteux. Il faut donc conclure que le schiste possède la propriété de réagir avec l'alcali du ciment.

4 — L'ASTM considère que des échantillons préparés selon la méthode C-227 et qui indiquent après trois mois une dilatation supérieure à .05% et après six mois une dilatation supérieure à .10% possèdent une dilatation dangereuse. Or dans le tableau III aucun échantillon n'a atteint .05 à trois mois et .10 à six mois, mis à part évidemment les échantillons du mélange 9, où l'on a mis intentionnellement une substance réactive.

TABEAU III — RÉSULTATS DES ESSAIS C-227

% D'ALLONGEMENT DES ÉCHANTILLONS									
SABLES	PREMIER GROUPE DE 9						2e GROUPE DE 4		
	CIMENT A			CIMENT B			CIMENT C		
	3 mois	6 mois	1 an	3 mois	6 mois	1 an	3 mois	6 mois	1 an
1	.008	.015	.018	-.004	-.001	.005	.013	.022	.026
2	.013	.018	.024	.000	.004	.011	.020	.025	.030
3	.010	.018	.027	-.008	-.005	.002	.015	.022	.034
4	.016	.019	.037	-.004	-.002	.007			
5	.022	.038	.064	.000	.007	.016	.027	.048	.073
6	.017	.033	.052	.000	.004	.011	.020	.035	.063
7	.013	.015	.027	.003	.003	.006	.014	.018	.030
8	.003	.001	.008	-.004	-.003	.002	.012	.016	.029
9	.014	.044	.142	.027	.040	.086	.022	.035	.072
	Moyenne des 9 sables			Moyenne des 9 sables			Moyenne des 9 sables		
	.013	.022	.044	.001	.005	.016	.016	.025	.040
	Moyenne, moins sable 9			Moyenne, moins sable 9			Moyenne, moins sable 9		
	.013	.020	.032	-.002	.001	.007	.015	.024	.036

Il faut donc en conclure que les ciments et agrégats employés à Montréal ne produisent pas une réactivité dangereuse, du moins selon la méthode recommandée C-227 par l'ASTM. Mais il n'en reste pas moins qu'un béton, préparé avec un ciment trop alcalin et exposé à des conditions climatiques autres que celles établies par la méthode C-227, pourrait subir un allongement, qui, s'ajoutant à l'allongement provoqué par d'autres facteurs, pourrait mettre une construction en danger. C'est cette idée qui a présidé à l'élaboration de la méthode C-342 de l'ASTM.

Méthode de l'ASTM C-342

Commentaires sur la méthode

Les auteurs de la méthode C-227 s'étaient efforcés d'établir des conditions de température et d'humidité qui favoriseraient, sans trop l'accélérer, le phénomène de réaction entre la silice des agrégats et l'alcali du ciment. Cependant dans l'esprit de plusieurs, cette méthode semblait imposer des limites étroites à des phénomènes physico-chimiques influençables par trop de facteurs trop variables. L'interprétation des essais, selon la méthode C-227, pouvait donc créer une confiance illusoire ou amener une condamnation trop catégorique des matériaux. Des expérimentateurs imbus de cette idée avaient déjà accumulé une somme considérable de travaux en imaginant d'autres techniques que celle de la méthode C-227.

C'est pourquoi, le Sous-comité II-b de l'ASTM, chargé d'étudier la réactivité des agrégats et faisant partie du Comité C-9, intéressé au béton et agrégat, publia (15) dans le Bulletin d'octobre 1953, un rapport préliminaire signé par Mielenz, sur deux méthodes servant à déterminer la réactivité des agrégats, la méthode Conrow (16) et la méthode Sholer. (17).

Selon Mielenz, la réactivité des agrégats se présente sous plusieurs formes, les unes dangereuses, les autres inoffensives. Ces réactions se divisent en deux catégories principales: 1) Réactions provenant des oxydes de sodium et de potassium libérés durant l'hydratation du ciment; 2) Réactions ne dépendant pas de ces oxydes.

Les travaux de Sholer d'une part et de Conrow d'autre part portent sur l'étude des réactions de la deuxième catégorie, tout en ne négligeant pas les réactions de la première catégorie silice-alcali.

En 1951, six laboratoires, sous les auspices du comité II b de l'ASTM avaient entrepris en collaboration des travaux sur l'application des méthodes Sholer et Conrow. Le rapport Mielenz, que je viens de mentionner, donnait des précisions sur le progrès des travaux en 1953. Les "Proceedings" de l'ASTM de 1954 (18) contenaient le rapport final du Sous-comité II b sur la réactivité des agrégats.

Conclusion de l'enquête

Le Sous-comité II b accepta comme projet de méthode d'essais la méthode Conrow, mais refusa d'accepter la méthode Sholer, à cause d'une trop grande discordance entre les résultats des six laboratoires. Cette méthode consiste à soumettre les échantillons de béton à des cycles de mouillage et de séchage de manière à provoquer des contraintes différentielles dans la masse du béton par l'action de la pression osmotique et de la dilatation thermique de l'agrégat et du mortier. Cette méthode donne des résultats qui concordent avec le comportement de constructions de béton exposées longtemps aux intempéries. Cependant nous nous contenterons d'étudier la seule méthode Conrow, parce que l'ASTM l'a acceptée comme projet de méthode d'essais C-342 (19)

et parce que nous avons commencé à appliquer cette méthode dans notre laboratoire. Vers 1950, Conrow avait fait une expertise dans l'ouest américain sur le mauvais état de plusieurs constructions de béton. Il avait publié ses travaux dans les "Proceedings" de l'ASTM de 1952 (16), travaux qui avaient été repris en collaboration par les six laboratoires et qui constituèrent la substance de la méthode C-342.

Le Sous-comité II b avait choisi comme agrégats, trois sables et graviers et trois ciments, avec lesquels les six laboratoires devaient travailler. Il y avait deux sables et graviers de bonne qualité, un sable de la rivière Columbia, qui avait servi au barrage de la Grande Coulée, un sable de Clear Creek, près de Denver, de qualité bien connue et le sable de "Republican River", du Kansas, connu comme cause de réactions ciment-agrégat. Le ciment le plus alcalin contenant 1.2% d'oxyde de sodium et potassium, le moyennement alcalin .58% et le moins alcalin .17%.

Cette méthode consiste à préparer le mortier selon une composition indiquée, à conserver les échantillons dans les moules dans la chambre humide pendant 27 jours, à les immerger sept jours dans l'eau à 130°F, à les faire sécher sept jours dans une étuve à 130°F et à les conserver ensuite dans l'eau à la température normale. Il s'agit ensuite de mesurer les échantillons au micromètre chaque mois durant un an. On voit que la différence de la méthode Conrow par rapport à la méthode C-227 réside dans cette période de dessiccation à l'étuve entre une période de saturation à 130°F et une autre à 70°F, traitement pouvant évidemment favoriser la réaction silice-alcali, mais provoquer surtout un ébranlement dans la masse du béton.

Il résulta de ces essais coopératifs les conclusions suivantes:

1) Aucun des trois ciments ne provoqua une dilatation anormale des échantillons préparés avec les sables Columbia et Clear Creek; 2) Tous les échantillons préparés avec le sable "Republican River" indiquèrent des dilatations dangereuses. La teneur en alcalis des ciments n'influença pas les pourcentages de dilatation, le ciment le moins alcalin indiquant même les dilatations les plus considérables. Maintenant quelle est la raison de la nocivité de ce sable? L'analyse lithologique révéla que le sable contenait près de 20% de feldspath potassique sous forme de cristaux libres. Or, d'après le Sous-comité II b, ces particules de feldspath peuvent contribuer à la détérioration du béton pour les raisons suivantes: 1) Bas coefficient de dilatation thermique; 2) Faible adhésivité ciment-feldspath; 3) Inertie de la particule dans une pâte en tension ou en compression. En somme, le feldspath et la pâte de ciment durcis réagissent dans des proportions inégales aux changements de température et d'humidité, créant des solutions de continuité aux points de contact ciment-agrégat.

Essais au Laboratoire municipal (C-342)

Après avoir terminé les essais par la méthode C-227, le personnel du Laboratoire entreprit de soumettre les agrégats employés à Montréal à l'essai Conrow C-342, dans le but d'établir une corrélation entre les deux méthodes. Comme la méthode Conrow fait intervenir le procédé de mouillage et de séchage et comme nous savons par l'expérience que les schistes ou calcaires schisteux sont sensibles aux variations d'humidité, nous préparâmes des agrégats comme il apparaît au tableau IV.

L'agrégat numéro 1 du tableau IV de la formation "Black River" est reconnu comme ne contenant peu ou point de schiste. L'agrégat 7 du tableau IV est un calcaire de Trenton reconnu comme

contenant de 4 à 6% de schiste. Cet agrégat peut être équivalent aux échantillons 2 ou 3 du tableau IV.

Chaque chiffre apparaissant au tableau IV est la moyenne de trois échantillons.

Le Supplément 1956 de l'ASTM (8) déclare à la page 163 qu'un mélange ciment-agrégat, essayé selon la méthode Conrow C-342, ne doit indiquer après un an un allongement supérieur à .20%, si ce béton doit être exposé à de grandes variations de température et d'humidité.

Nous pouvons donc voir au tableau IV les résultats de nos essais faits avec la méthode C-342. Nous ne donnons que les allongements pris à 100 jours, 184 jours et 380 jours. Les allongements de chaque mois chargeraient inutilement notre tableau.

La figure 1 contient les courbes d'allongements des agrégats 8 et 9 du tableau IV et du sable "Republican River" avec ciment très

alcalin et ciment peu alcalin. Ces deux dernières courbes sont reproduites des pages 363 et 361 des "Proceedings" (18) de l'ASTM 1954.

Interprétation des résultats

Voici les observations que l'on peut tirer du tableau IV et de la figure 1:

1. — Tous les allongements des échantillons faits avec les agrégats de 1 à 7 inclusivement sont de beaucoup en deçà du maximum de .20% d'allongement permis par l'ASTM;

2. — Les différences d'alcalinité des ciments ne semblent pas avoir eu une influence interprétable;

3. — L'agrégat (6) du tableau IV contient 94% de calcaire, 6% de schiste et 20% de cendres volantes, substance pouzzolanique destinée à prévenir l'effet de la réactivité. Ce produit semble avoir amélioré le mélange. Mais ce n'était qu'un essai préliminaire fait

TABLEAU IV — RÉSULTATS DES ESSAIS C-342

AGREGATS									
Ciments	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CENT JOURS									
A	.014	.017	.018	.020	.012	.009	.016	—	—
D	.012	.011	.011	—	.016	—	.010	.270	.014
184 JOURS									
A	.023	.029	.032	.034	.040	.019	.027	—	—
D	.022	.024	.025	—	.055	—	.020	.379	.077
380 JOURS									
A	.025	.029	.033	.035	.050	.021	.032	—	—
D	.023	.025	.026	—	.070	—	.023	.415	.285
AGRÉGATS									
Nos									
1 Calcaire reconnu comme non schisteux, formation "Black River".									
2 97% de 1 plus 3% de 5.									
3 94% de 1 plus 6% de 5.									
4 91% de 1 plus 9% de 5.									
5 Schiste d'Utica.									
6 Agrégat no 3 avec 20% de cendres volantes en plus du ciment.									
7 Calcaire no 5 du tableau no 2.									
8 Sable no 2 du tableau no 2.									
9 Sable no 1 du tableau no 2.									
CIMENTS									
A Ciment contenant .97% d'alcali.									
D Ciment contenant .69% d'alcali.									

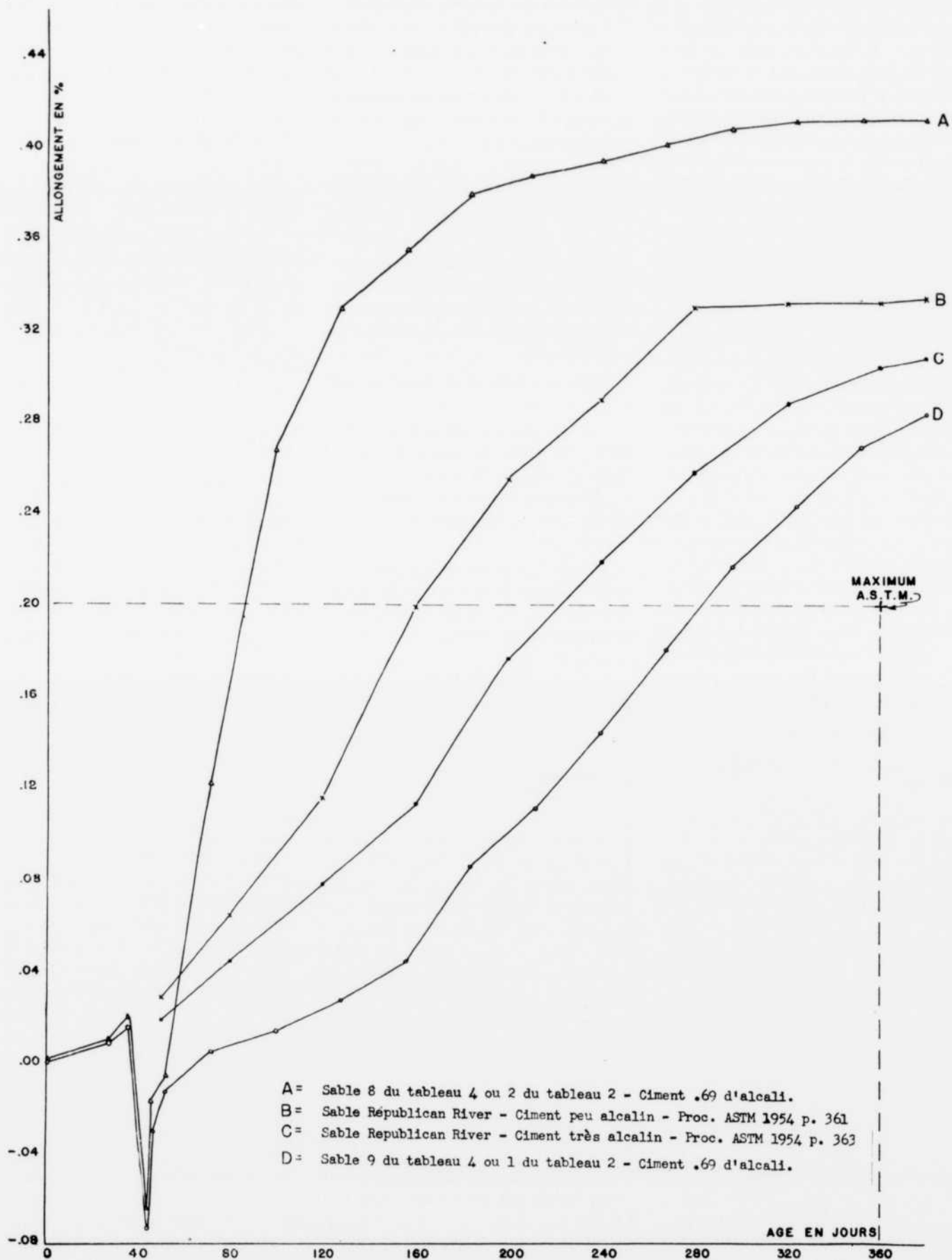


Fig. 1 — Dilatation probable des Mélanges Ciments-Agrégats. Méthode A.S.T.M. C-342

dans le but d'étudier l'action de certains additifs contre la réactivité;

4. — Les allongements augmentent avec les teneurs en schiste, mais pas au point où nous l'avions supposé. Ces résultats proviennent du fait qu'en somme la méthode Conrow ne contient qu'un cycle de mouillage et séchage. Le schiste étant sensible aux variations d'humidité et de température devrait plutôt être soumis à l'essai Sholer qui reproduit ce cycle d'innombrables fois;

5. — Enfin les courbes de la figure 1 indiquent que les agrégats 8 et 9 du tableau sont aussi mauvais que le sable "Republican River" étudié par Conrow. On sait que la nocivité de ce dernier provient de la teneur en feldspath potassique rose, selon l'opinion du Sous-comité II b. Or les sables 8 et 9 proviennent d'endroits qui font partie du rivage que la mer Champlain se forma aux pieds des Laurentides. R. H. Picher, (20) du Ministère des Mines d'Ottawa affirme que les sables de cette formation aux endroits indiqués sont constitués d'environ 65 à 75% de gneiss, roches qui comme le granit contiennent du quartz, du feldspath et du mica. Il sera donc important de faire ou faire faire l'analyse lithologique de ces sables, avant de reprendre l'essai Conrow pour confirmer les résultats déjà acquis.

Il y a quelques mois nous avons remis en moule les sables 8 et 9 afin de reprendre l'essai Conrow.

Fort de notre expérience acquise au cours de ces essais de réactivité et de nombreux essais de gel et dégel que nous avons faits, nous projetons d'entreprendre une étude plus complète des matériaux de béton employés à Montréal afin de trouver des remèdes possibles à l'écalage des trottoirs et pavages.

En terminant, je remercie MM. Philippe Lecompte et Roch Rivard de la somme considérable de travail et d'étude que les essais plus haut mentionnés ont exigée au milieu de la routine journalière des essais de béton et de matériaux.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ASTM — C-150-55 Standard Specifications for Portland Cement, édition 1955, volume 3, page 1.
- (2) Thomas E. Stanton. "Expansion of Concrete through reaction between cement and aggregate". "Proceedings of American Society of Civil Engineers", volume 66, page 1781 (1940).
- (3) Stanton-Portep-Mader-Nicol. "California experience with the expansion of concrete through reaction between cement and aggregate". Journal of American Concrete Institute, 11 Janvier 1942, page 209.
- (4) T. C. Powers et H. H. Steinour. — Part I: "The Chemical reaction and mechanism of Expansion". "Proceedings" de l'A.C.I., volume 26, février 1955.
- (5) Idem — Part II: "Hypothesis concerning safe and unsafe reaction with reactive silica in concrete". "Proceedings" de l'A.C.I., volume 26, avril 1955.
- (6) Donald O. Woolf — "Reaction of aggregate with low alkali cement". "Public Roads", volume 27 no 3, août 1952.
- (7) C-227-52T — "Potential alkali reactivity of cement aggregate combinations". ASTM Standards 1955, volume 3.
- (8) Supplément 1956, "Standards" de l'ASTM C-33-56T. "Concrete aggregates", volume 3, page 163.
- (9) Thomas E. Stanton — "Correlation of laboratory tests with field experiences of excessive concrete expansion induced by a reaction between the cement and aggregate". "Proceedings" de l'ASTM, volume 48, page 1057 (1948).
- (10) Bailey Temper — "Correlation of Laboratory tests with field experience in alkali-aggregate reaction". "Proceedings" de l'ASTM volume 48, page 1067 (1948).
- (11) Richard C. Mielenz et Leslie P. Witte — "Tests used by the Bureau of reclamation for identifying reactive concrete aggregates". "Proceedings" de l'ASTM, volume 48, page 1071 (1948).
- (12) R. F. Blanks et H. S. Meissner — "Deterioration of concrete dams due to alkali-aggregate reaction". "Transactions, American Society Civil Engineers," volume 111, page 743 (1946).
- (13) R. H. Picher — "Durability of aggregates in concrete mixes". Ministère fédéral des Mines — Section des minéraux industriels. Mémoire série no 129.
- (14) T. H. Clark — "La région de Montréal". Ministère des Mines de Québec. Rapport géologique numéro 46.
- (15) Richard C. Mielenz — "Potential reactivity of aggregate in concrete and mortar". Bulletin de l'ASTM, octobre 1953.
- (16) A. D. Conrow — "Studies of abnormal expansion of Portland cement concrete". "Proceedings" de l'ASTM, volume 52, page 1205 (1952).
- (17) C. H. Sholer et W. E. Gibson — "Effect of various coarse aggregates upon the cement aggregate reaction". Journal of A.C.I., volume 44, page 1009 (1948).
- (18) "Final Report on cooperative tests..." "Proceedings" de l'ASTM 1954, page 356.
- (19) C-342 — Potential volume change of cement aggregate combination. ASTM Standards 1955. Vol. 3.
- (20) R. H. Picher — "Graviers de voirie de la province de Québec. Ministère des Mines, Ottawa.

HARNACHEMENT DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

AU ROYAUME-UNI

Deuxième stade
par

James Murray

La deuxième phase du programme atomique de l'Angleterre progresse rapidement.

La fin du premier stade a été marquée par la mise en service de Calder Hall (cf., *L'Ingénieur*, No 168, Hiver 1956), la première centrale atomique industrielle du monde. Le deuxième stade comporte la construction, actuellement en train, de centrales beaucoup plus puissantes.

Les changements réalisés à Berkeley, tout près des rives de la Severn, caractérisent parfaitement cette deuxième phase du programme d'énergie atomique. Si on regarde aujourd'hui cet emplacement, il est difficile de s'imaginer qu'il y a quelques mois seulement il n'y avait là que des fermes. On a creusé trois immenses puits, un pour la salle des turbines et un pour chacun des deux réacteurs prévus; on a établi dans ces puits des radiers de béton et le travail se poursuit nuit et jour. Un millier d'ouvriers sont déjà au travail à Berkeley et ce nombre s'accroîtra jusqu'à un maximum de 2,500.

D'immenses excavations

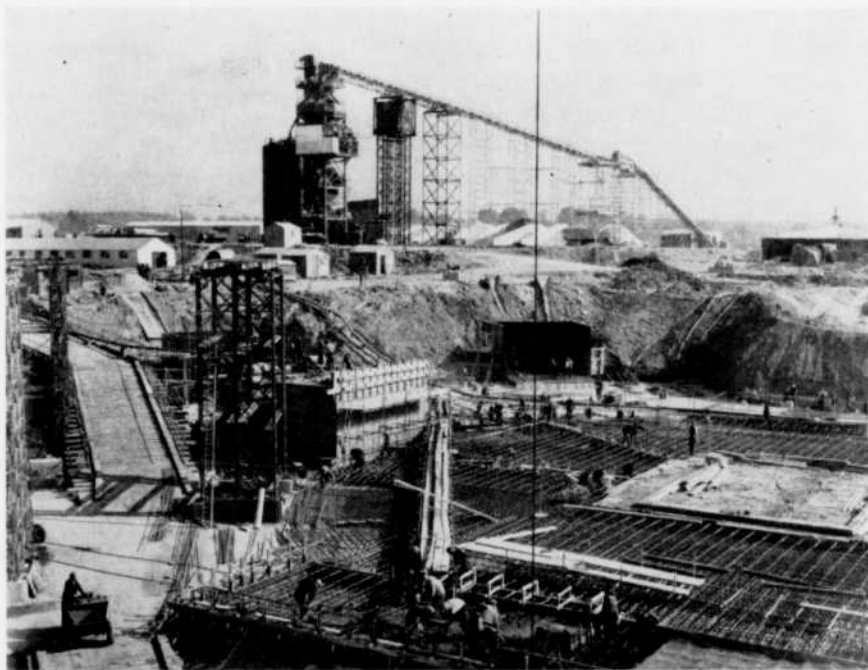
La plus importante opération de terrassement a été le creusement d'une tranchée profonde de plus de 40 pieds et longue de 650 pieds, dans laquelle sera logée la salle des turbines. Non loin de là, les pelles mécaniques ont enlevé plus de 150,000 vg. cu. de

roche et de terre pour creuser les puits destinés aux réacteurs. Tous les déblais de ces trois grandes excavations, plus quelque 250,000 tonnes de déblais de carrière amenés d'ailleurs, ont été répartis sur le sol de manière à relever son niveau d'environ dix pieds et à le mettre au-dessus de l'étape des plus fortes marées.

Les ingénieurs ont déjà commencé l'exécution des travaux hydrauliques du système de circulation d'eau. A une distance de 600 pieds dans l'estuaire on élèvera un mur à chicanes d'un quart de mille de longueur qui

séparera l'eau chaude sortante de l'eau froide d'arrivée. Ce mur sera construit en pieux creux de tôle d'acier.

On draguera en face de l'arrivée d'eau un large chenal profond de 17 pieds, afin de toujours pouvoir disposer d'assez d'eau froide malgré la hauteur maximum de 34 pieds des marées de l'estuaire de la Severn. Des tunnels de 9 pi. 6 po. de diamètre, pour l'établissement desquels on a fait des sondages d'exploration, relieront l'arrivée d'eau à la salle des pompes; celle-ci sera construite dans un puits de 60



La station d'énergie nucléaire de Berkeley, Gloucestershire, Angleterre, en construction.

pieds de profondeur placé derrière le quai.

Une formation spéciale

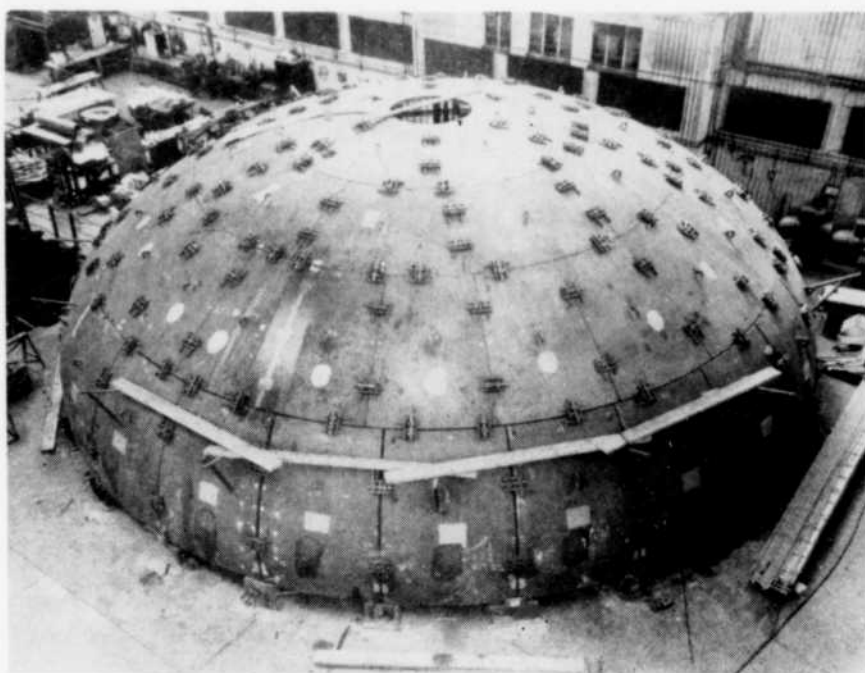
On a posé près du puits du réacteur No 1 une dalle de béton spécial sur laquelle se fait le soudage du dôme inférieur — d'un poids de 180 tonnes — de l'enveloppe de pression du réacteur; les pièces de ce dôme, en tôles d'acier de 3 pouces d'épaisseur sont façonnées et montées avant leur envoi à Berkeley.

Chaque membre de l'équipe de soudage a suivi un cours de formation intensif — soudage et vérification — pour le mettre en état de satisfaire aux spécifications sévères qui sont édictées pour le soudage sur place de la Classe 1 de tôles de cette épaisseur; l'équipe est en outre dotée d'appareils à rayons-X pour la vérification de toutes les soudures.

Ce procédé de construction du dôme inférieur permet de travailler en même temps aux fondations; ensuite le dôme sera mis en place à l'aide d'un robuste système de bogies roulant sur des rails.

A l'abri des intempéries

Le bouclier thermique à double paroi sera alors construit avant le montage sur place de l'enveloppe de pression et la mise en place graduelle du béton. Un ensemble de colonnes d'acier espacées de 15 pieds et mesurant 8 par 6 pouces maintiendra les tôles du bouclier thermique en place tandis qu'on amènera à l'intérieur et qu'on soudera les panneaux. Quand le travail atteindra une hauteur de 38 pieds, on abaissera un toit spécial afin de former une salle chauffée et à l'abri des intempéries, dans laquelle monteurs et soudeurs pour-



Le dôme inférieur de l'enveloppe de pression du réacteur de Berkeley. Le montage de l'enveloppe a été fait à pied d'oeuvre.

ront travailler à l'aise. On peut soulever ce toit à mesure que les parois du bouclier thermique s'élevèrent. On pourra aussi l'enlever complètement quand on voudra déposer dans l'enceinte les matériaux servant à la construction de l'enveloppe de pression.

On aura recours à une méthode analogue de soudage sur place pour les échangeurs de chaleur ou chaudières qui transforment la chaleur extraite du réacteur par le gaz de circulation en vapeur qui actionne les turbines.

Il y a seize chaudières, huit autour de chaque réacteur. Chacune pèse, complète, 400 tonnes; elle est en tôle de 1 1/8 po.; son diamètre est de 17 pi. 6 po. et sa hauteur de 70 pieds. Ces chaudières sont en cours de laminage par section à Wolverhampton et on les transportera sur le chantier. Après avoir été montées sur place, sur une plate-forme spéciale, elles seront amenées à leur position définitive à l'aide de chariots. Deux grues-pylônes de 96 pieds,

écartées de 27 pieds, soulèveront les échangeurs de chaleur pour les faire passer de la position horizontale à la position verticale.

Une véritable petite ville

Le camp occupé par le personnel de l'entreprise occupe une superficie de près de 9 1/2 acres; il a été organisé de manière à pouvoir loger 600 hommes dans des baraquements à chauffage central et à cabines à deux lits. Ces baraquements comportent tous les aménagements de douches et de toilette.

Trois cuisines principales prépareront des repas chauds pour 1,600 hommes qui mangeront en une seule séance. Il y aura aussi des salles de jeu avec billards et ping-pong et une salle de concert.

Avec ses 48 bungalows indépendants pour le personnel marié, le camp formera une véritable petite ville contenant un magasin, une blanchisserie, un bureau de poste et un hôpital.

DIFFRACTOMÉTRIE

DE QUELQUES MINÉRAUX ARGILEUX

par

Guy Perrault, Ing.P., Ph.D.

Professeur agrégé, Département de géologie,
Ecole Polytechnique de Montréal

Introduction

Les minéraux argileux sont d'importance capitale pour l'ingénieur civil; il est souvent appelé à placer les bases de structures ou édifices en contact avec des matériaux argileux. Ou encore aura-t-il à traverser des couches argileuses pour aller placer les assises de ces structures sur d'autres matériaux. Par ailleurs, l'argile est importante comme matière première dans la construction, dans la fabrication du ciment, dans les forages des puits d'huile, etc.

Il existe un nombre assez grand de minéraux argileux. Ces diverses espèces minérales possèdent des propriétés physiques et chimiques très variables qu'elles transmettent aux mélanges argileux qui les contiennent. Il est bien important de connaître l'identité des minéraux argileux, afin de pouvoir mieux comprendre les propriétés des sols et de pouvoir mieux interpréter les essais qu'on en fait. Finalement, une identification précise des minéraux argileux peut mettre en doute la validité des essais usuels de mécanique des sols, dans certains cas où la composition minérale est inusitée.

Il existe plusieurs méthodes d'études des minéraux argileux. Les études par diffraction des rayons X sont les plus communément employées actuellement

pour l'identification. D'autres méthodes, telles que l'analyse thermique différentielle et les méthodes chimiques, peuvent apporter des renseignements supplémentaires bien utiles dans l'identification. Toutefois, les méthodes par rayons X demeurent encore les plus certaines et c'est grâce surtout à ces méthodes que nos connaissances sur la structure atomique des minéraux argileux continuent de se développer.

Dans une école de sciences appliquées aussi importante que Polytechnique, l'étroite collaboration entre le département de minéralogie et celui de mécanique des sols ne peut donner lieu qu'à des bénéfices mutuels: aux ingénieurs civils, une meilleure compréhension des propriétés des sols; aux minéralogistes, une connaissance plus complète de l'abondance et de la distribution géographique des minéraux argileux.

Cette première contribution du laboratoire de diffraction de l'École Polytechnique à l'étude des argiles comporte l'établissement de standards de diffractométrie de minéraux argileux de plusieurs localités types. A partir de ces standards, il m'est possible d'identifier les minéraux argileux des sols par comparaison; du moins, les limites de l'identification sont-elles bien indiquées par le nombre assez grand de standards choisis.

Je traiterai des espèces suivantes:

1. la kaolinite
2. la halloysite et la méta-halloysite
3. la montmorillonite
4. la hectorite
5. la dickite
- 6 l'illite
7. la pyrophyllite.

Ces espèces comprennent la majeure partie des argiles. Il existe nombre d'autres constituants aux argiles: les chlorites, les micas, les amphiboles, les oxydes de fer, le quartz, les feldspaths, les carbonates, etc. J'ai étudié par ailleurs la plupart de ces autres minéraux (Perrault 1955).

Appareils et constantes

Les appareils qui ont servi aux études de diffractométrie ont déjà été décrits récemment (Perrault 1957). Ce sont les appareils du laboratoire de diffraction, soit:

1. Une source de courant à haute tension; c'est le transformateur Norelco avec une puissance maximum nominale de 60 kilovolts à 50 milliampères.
2. Des tubes pour la production des rayons X; ce sont des tubes Norelco, refroidis à l'eau, dont les anticathodes sont divers métaux (Cu, Co, Mo, etc.).
3. Un goniomètre pour la mesure des angles 2θ , synchronisé à:
4. Un enregistrement graphique; c'est l'enregistreuse Brown.

5. Un compteur-scintillomètre Norelco. L'intensité des raies diffractées est mesurée par le compteur-scintillomètre. L'enregistreuse Brown totalise le nombre d'impulsions qui frappent le compteur.

Les constantes de mon étude sont :

1. Un kilovoltage de 30 et un milliampérage de 10, aux bornes du tube de diffraction.

2. Le tube de diffraction en était un à anticathode de cobalt. Pour garder à un maximum l'intensité des stries de diffraction, je n'ai pas utilisé de filtre, qui tout en soustrayant la strie $K\beta$, enlève aussi une quantité considérable des stries $K\alpha$. Par contre, les stries $K\beta$ s'identifient facilement sur le diffractogramme et ne causent en général aucun ennui dans l'analyse des enregistrements.

3. L'enregistrement s'est fait avec une constante du temps de 4 secondes, c'est-à-dire que les impulsions sur le compteur-scintillomètre sont totalisées toutes les 4 secondes. L'échelle verticale de l'enregistrement était de 16 à 1 (16 impulsions par division verticale).

4. La vitesse de scanning était de $2^\circ 2\theta$ par minute.

5. Les fentes de collimation étaient de 1° pour les rayons X incidents et de 0.006 pouce et 1° pour les rayons X diffractés.

Ces conditions ont été jugées optima pour la production rapide et précise de diffractogrammes des minéraux argileux.

Pour une première étude, j'ai utilisé les standards des minéraux argileux fournis par Ward's Natural Science Establishment. Ceux-ci étaient secs. Je n'ai toutefois fait aucun effort pour contrôler l'humidité à laquelle je les ai exposés, mais les ai tout simplement manipulés dans l'atmosphère du laboratoire de diffraction qui est en général sèche. Des études sont en cours actuellement

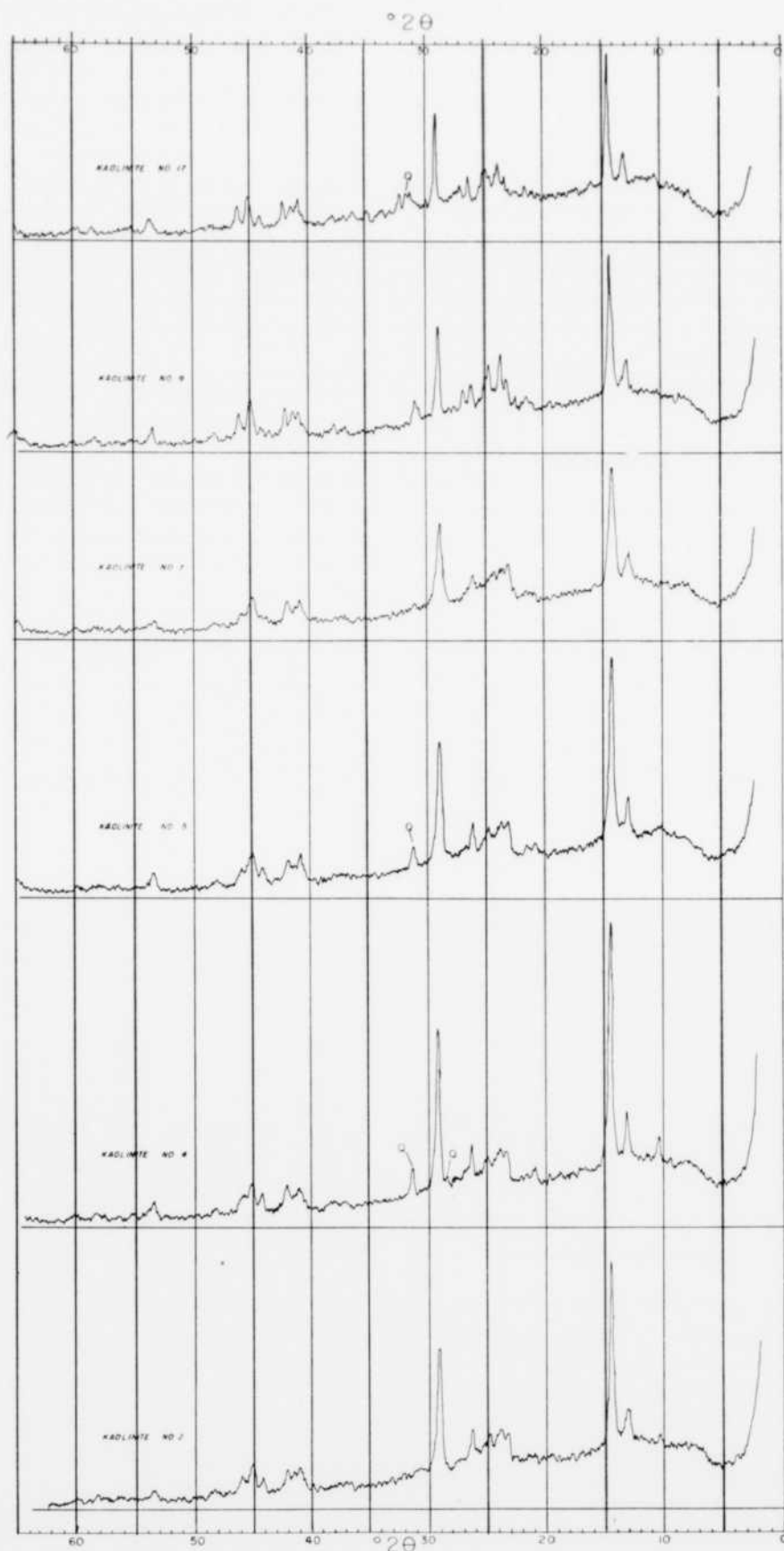


Fig. 1 — Diffractogrammes de la kaolinite. La provenance des divers spécimens est comme suit : No 17 : Lewistown, Montana, U.S.A. No 9 : Mesa Alta, New Mexico. No 7 : Bath, South Carolina, Dixie Rubber Pit. No 5 : Bath, South Carolina, McNamee Pit. No 4 : Macon, Georgia, Crude O'Neil kaolin. No 2 : Macon, Georgia, Birch Pit. Tube : CO sans filtre.

sur l'effet de l'humidité sur certains de ces minéraux; pour plusieurs espèces, l'influence est minime et ne peut être mesurée par diffractométrie. Les spécimens de Ward's Natural Science Establishment comprenaient une série de 33 spécimens de diverses localités collectionnés et analysés par l'American Petroleum Institute (Research Project No. 49). Les localités, sources de ces divers échantillons, sont indiquées au bas du diffractogramme.

La kaolinite

Les caractères principaux du diffractogramme de la kaolinite sont les suivants (voir fig. 1) :

1. Les réflexions (001) et (002) sont très intenses et sont situées respectivement à 7.14Å et 3.57Å. En général, les particules de dimensions 1 ou 2 μ sont micacées; par sédimentation sur une plaque

de verre, on peut réaliser des aggrégats dans lesquels les particules micacées sont parallèles quant à la direction de leur plan principal (001). Ceci a pour effet d'accroître l'intensité relative de ces réflexions sur le diffractogramme. La halloysite, par contraste, ne présente pas ces phénomènes d'orientation préférentielle parce qu'elle n'est généralement pas micacée en grains très fins.

2. On ne saurait confondre la kaolinite avec les minéraux du groupe de la montmorillonite. Ces derniers ont des réflexions (001) et (002) à environ 14.5Å, tandis que les mêmes espacements réticulaires, pour la kaolinite, sont 10Å et 5Å.

3. Quant aux chlorites, celles qui sont ferrugineuses peuvent présenter des difficultés, mais si l'on prend bien soin d'enregistrer la région 14Å (i.e. 2θ entre 6° et

8°), on devrait pouvoir y distinguer la réflexion (001) des chlorites.

4. Quant à la dickite, les stries autres que (001) et (002) peuvent permettre de la distinguer de la kaolinite; leur nombre est plus grand dans la kaolinite, mais en général elles sont mieux définies pour la dickite. La kaolinite comporte deux stries respectivement à environ 2.33Å et 2.28Å, alors que dans la même région la dickite ne comporte qu'une seule ligne à environ 2.32Å. On pourrait ainsi continuer d'énumérer les caractéristiques des deux patrons de diffraction.

Les mesures les plus récentes et les plus certaines sur les dimensions et la symétrie de la cellule unitaire de la kaolinite indiquent une symétrie triclinique et les paramètres suivants: $a = 5.14\text{Å}$, $b = 8.93\text{Å}$, $c = 7.37\text{Å}$, $\alpha = 91.8^\circ$,

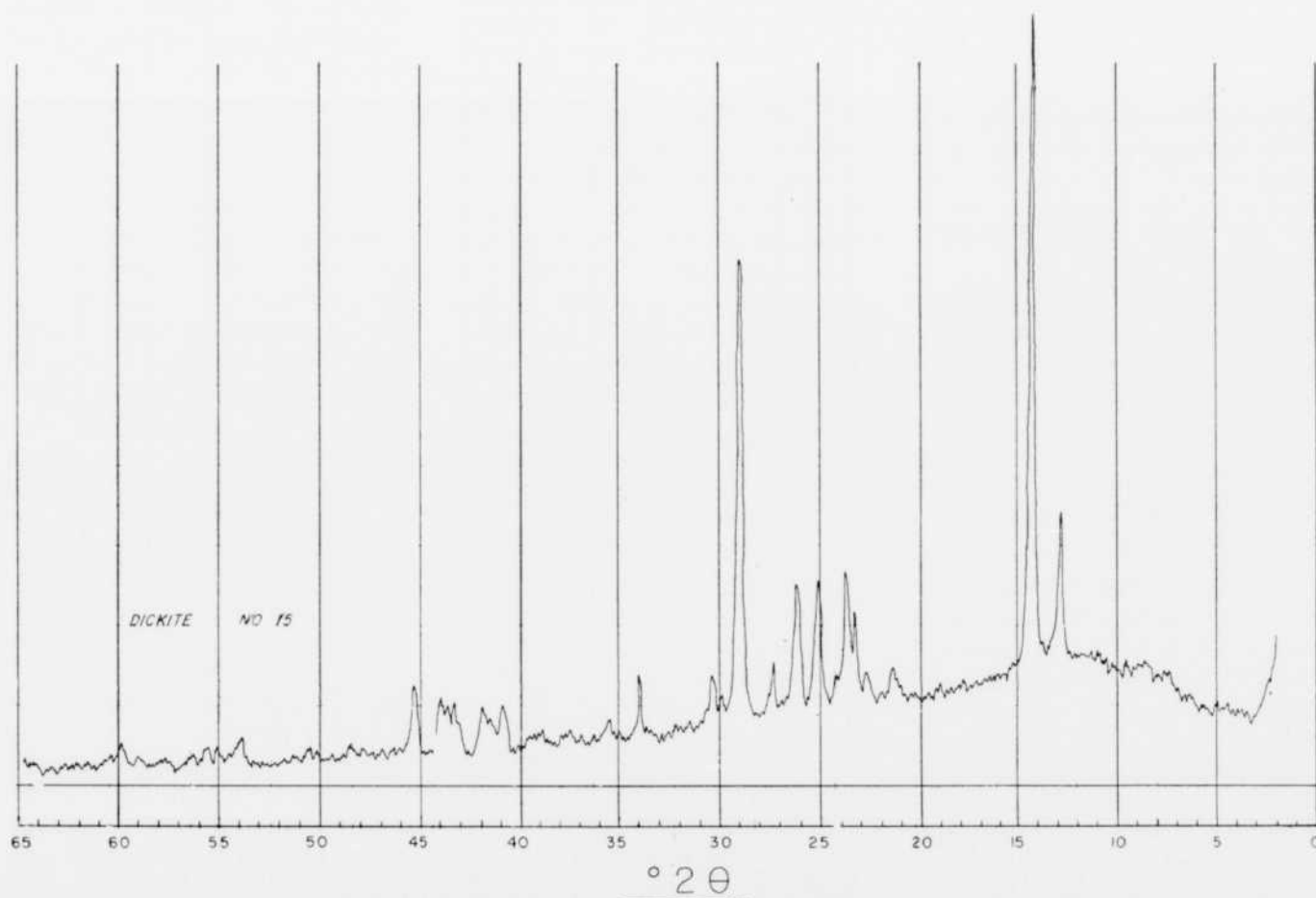


Fig. 2 — Diffractogramme de la dickite. Provenance : San Juanito, Chihuahua, Mexique.

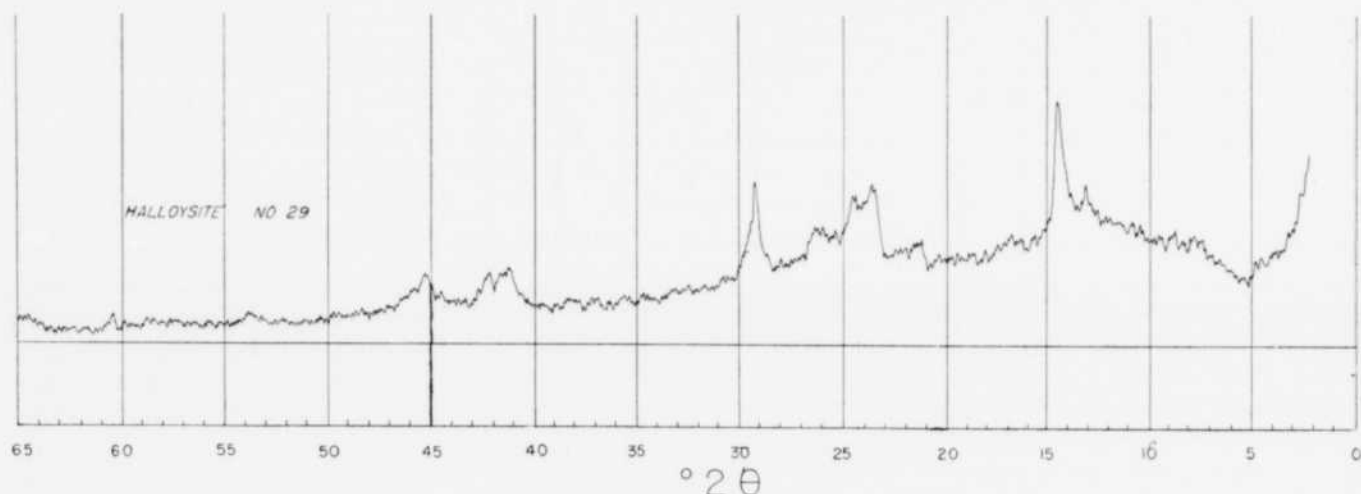


Fig. 3 — Diffractogramme de la halloysite de Wagon Wheel Gap, Colorado.

$\beta = 104.5-105^\circ$, $\gamma = 90^\circ$ (Brindley et Robinson, 1946a).

La kaolinite ne possède pas les propriétés de gonflement des montmorillonites. Son coefficient d'activité est de 0.2-0.4 (Grim 1955). Sa composition chimique est: $Al_2(Si_2O_5)(OH)_2$ ou $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ($SiO_2/Al_2O_3 \approx 2$). Les détails de la structure atomique de ce minéral sont bien illustrés dans Brindley (1951, p. 40).

La dickite

Le diffractogramme de la dickite (fig. 2) ressemble beaucoup à ceux de la kaolinite. Avec un peu de soin, toutefois, on peut y relever des différences assez grandes pour permettre de distinguer ces deux espèces. Il semble que les déterminations de Gruner (1932) soient encore les plus généralement acceptées; une cellule unitaire monoclinique avec $a = 5.14\text{\AA}$, $b = 8.94\text{\AA}$, $c = 14.42\text{\AA}$, $\beta = 96^\circ 50'$. La dickite a la même composition chimique que la kaolinite.

La halloysite

L'interprétation des diffractogrammes de la halloysite permet d'en connaître l'état d'hydratation. Inversement, pour l'identification plus facile de ce minéral, il faut

connaître les conditions d'hydratation au moment de la préparation du diffractogramme. Pour les diagrammes de la fig. 1, la halloysite était déshydratée, comme l'indique aussi la strie à 7.2\AA ; pour une halloysite déshydratée, la diffraction des rayons X sur (001) est observée à 7.2\AA , tandis que pour une halloysite pleinement hydratée, la diffraction sur (001) est observée à 10.1\AA . En plus des stries à 7.2\AA (001), 3.6 (002), 10.1 (001 hydraté) et 3.7 (003 hydraté), la halloysite hydratée ou sèche est caractérisée par des stries de diffraction asymétrique; i.e. la pente est raide vers 2θ diminuant et douce vers 2θ croissant. On retrouve un tel sommet à la fig. 3. Les cristallographes et minéralogistes conviennent que ces sommets asymétriques représentent un effet "cross-grating", ou diffraction d'une structure ordonnée en deux dimensions seulement (voir Brindley, 1951, p. 45).

La halloysite est une espèce minérale du groupe des kaolins. L'ordre à l'échelle atomique à l'intérieur de la cellule unitaire de la halloysite ne semble pas complet. Des plans de glissement suivant a et b semblent indiqués (Brindley, Robinson et MacEwan, 1946, et Brindley et Robinson,

1948); ces plans de glissement comportent la plupart du temps un déplacement suivant a qui n'est pas ordonné par rapport au glissement suivant b . On caractérise donc la halloysite surtout par les espacements réticulaires (001), (002) et (003).

La halloysite se gonfle par hydratation d'une quantité égale à environ 35% de son volume initial.

La halloysite "déshydratée" a essentiellement la même composition chimique que la kaolinite: $Al_2Si_2O_5(OH)_2$; lorsque complètement hydratée, sa composition chimique devient $Al_2Si_2O_5(OH)_2 \cdot 2H_2O$.

La montmorillonite

Le nom "montmorillonite" est couramment employé pour désigner des substances assez différentes. Avant donc de poser des standards diffractométriques pour cette substance, je passe en revue les questions de nomenclature.

A son origine, Damour et Solvetat (1847) avaient appliqué le nom "montmorillonite" à des substances argileuses en provenance de Montmorillon (France);

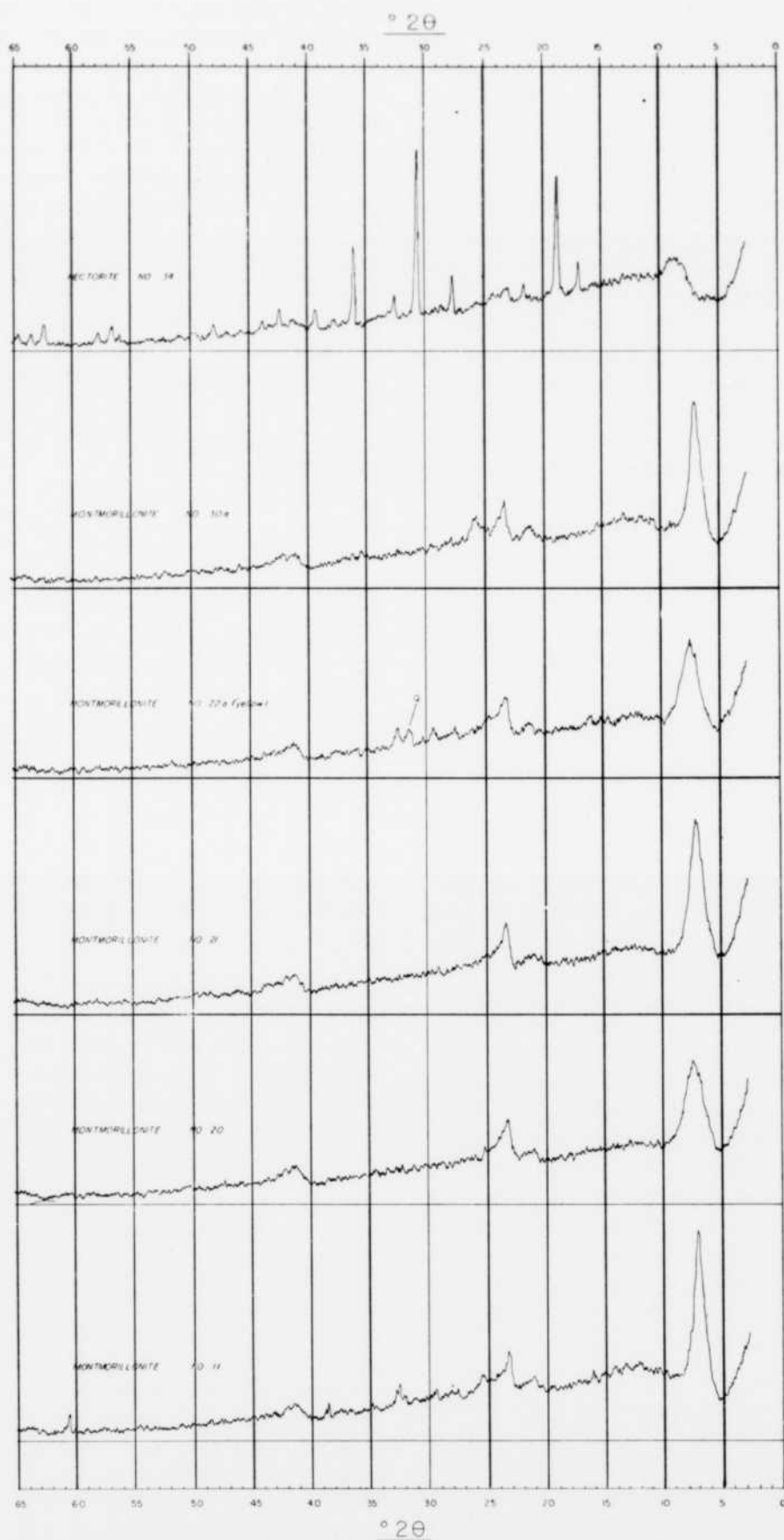


Fig. 4 — Diffractogrammes de la hectorite et d'autres montmorillonites. Les provenances sont comme suit : Hectorite : No 34, Hector, Californie. Montmorillonites : No 30a, Bayard, New Mexico. No 22a, Amory, Mississippi. No 21, Polkville, Mississippi (La Mine Chisholm). No 20, Polkville, Miss. (La Mine Husband). No 11, Santa Rita, New Mexico.

la composition chimique de ce matériel était $4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (1+x)\text{H}_2\text{O}$, x entre 1 et 6.4 suivant l'état d'humidité du minéral. Autant que possible, on devrait garder au nom "montmorillonite" sa signification première.

Depuis ce temps, on a découvert plusieurs autres substances de composition chimique différente, possédant des propriétés analogues; e.g. la propriété de gonflement avec hydratation. Certains minéralogistes ont appliqué à ces minéraux le nom général de montmorillonite. Il peut y avoir avantage à continuer cet usage, si on prend la précaution de bien indiquer que dans ce dernier cas, il s'agirait plutôt de minéraux du groupe de la montmorillonite, que de l'espèce même. En anglais, MacEwan (1951) recommande l'usage du terme "montmorillonoid" pour désigner les minéraux du groupe de la montmorillonite.

Dans le groupe des montmorillonites, on reconnaît plusieurs séries de minéraux :

a) Une première série quant au rapport Si:Al. Cette proportion peut varier entre 1:1 et 3:1. Sedletsky (1942, 1945) suggère pour ces minéraux qu'on les nomme montmorillonites suivis d'un chiffre index, lequel serait deux fois le rapport Si:Al, soit $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. On aurait ainsi des montmorillonites — 2, — 3, — 4, — 5 et — 6.

Les formules chimiques limites pour cette série sont :



et



b) Une deuxième série quant à l'importance de la substitution Fe^{3+} pour Al^{3+} . En général, cette substitution semble réelle seulement pour les montmorillonites — 3 (proportion Si:(Al + Fe) = 3.2). On se sert aussi des noms suivants pour ces minéraux :

la nontronite —
 $(\text{Si}_{7.33}\text{Al}_{0.67})^{\text{IV}}(\text{Fe}^{\cdot})^{\text{VI}}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$

la beidellite —
 $(\text{Si}_{7.33}\text{Al}_{0.67})^{\text{IV}}(\text{Al}^{\cdot})^{\text{VI}}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$

c) Une troisième série quant à la quantité des cations en coordination six dans la structure atomique. C'est la série des montmorillonites "trioctaédriques" (voir MacEwan, 1951) dont la formule type est :



La substitution Al pour Si est possible jusqu'à :



On emploie aussi le nom saponite pour désigner ces minéraux.

La hectorite est un cas très spécial de cette série qui a comme composition chimique :



d) Il existe d'autres minéraux du groupe de la montmorillonite qui sont très rares.

L'identification des minéraux du groupe de la montmorillonite est difficile. On observe deux genres de stries sur les diffractogrammes des montmorillonites :

a) les stries du type (hk); en général, celles-ci sont asymétriques avec une pente plus raide vers θ décroissant;

b) les stries (001); ces stries sont symétriques.

Les stries (hk) permettent des calculs des dimensions a et b de la cellule unitaire. Ces dimensions sont fonction du remplacement Si par Al, Al^{+} par Fe^{+} et de la quantité totale de Mg. Il semble bien qu'avec des mesures précises des dimensions a et b (de l'ordre de 0.002\AA), on puisse arriver à

conclure à la composition chimique probable. Actuellement, les données de cette nature ne sont pas suffisamment abondantes pour permettre de telles conclusions.

Quant aux stries (001), elles reflètent surtout la quantité d'eau dans la cellule unitaire, mais aussi les cations échangeables présents (Ca^{2+} , Na^{+} et H^{+}). L'étude de ces réflexions est très instructive et doit se faire dans des conditions contrôlées d'humidité, de disponibilité des ions Ca^{2+} , Na^{+} , H^{+} , et de disponibilité des substances organiques. La montmorillonite est très active et peut rajouter jusqu'à saturation des couches de ces matériaux dans sa cellule unitaire; ces additions changeront nécessairement les réflexions (001), quant à leur espacement et leur intensité.

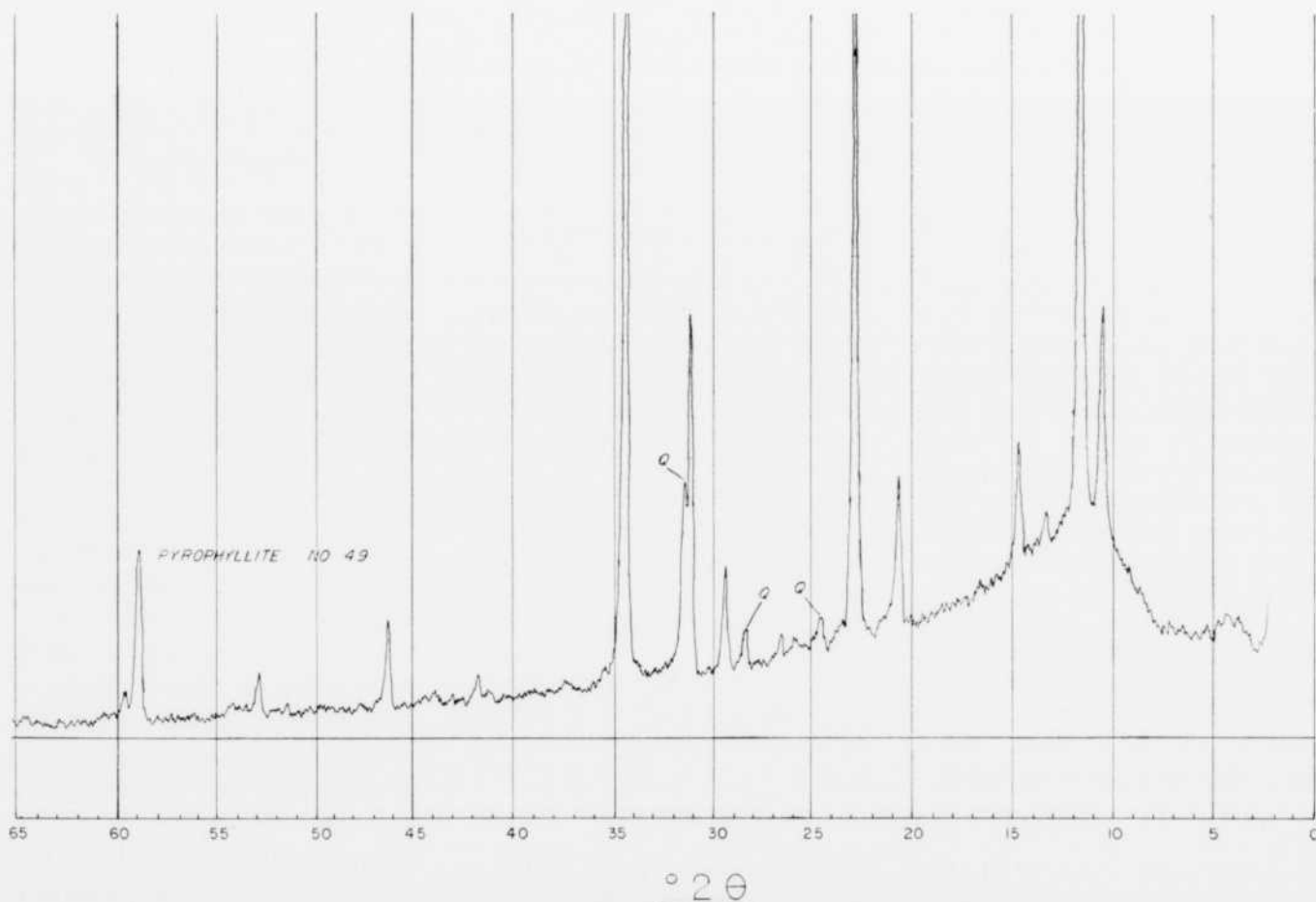


Fig. 5 — Diffractogramme de la pyrophyllite de Robins, North Carolina.

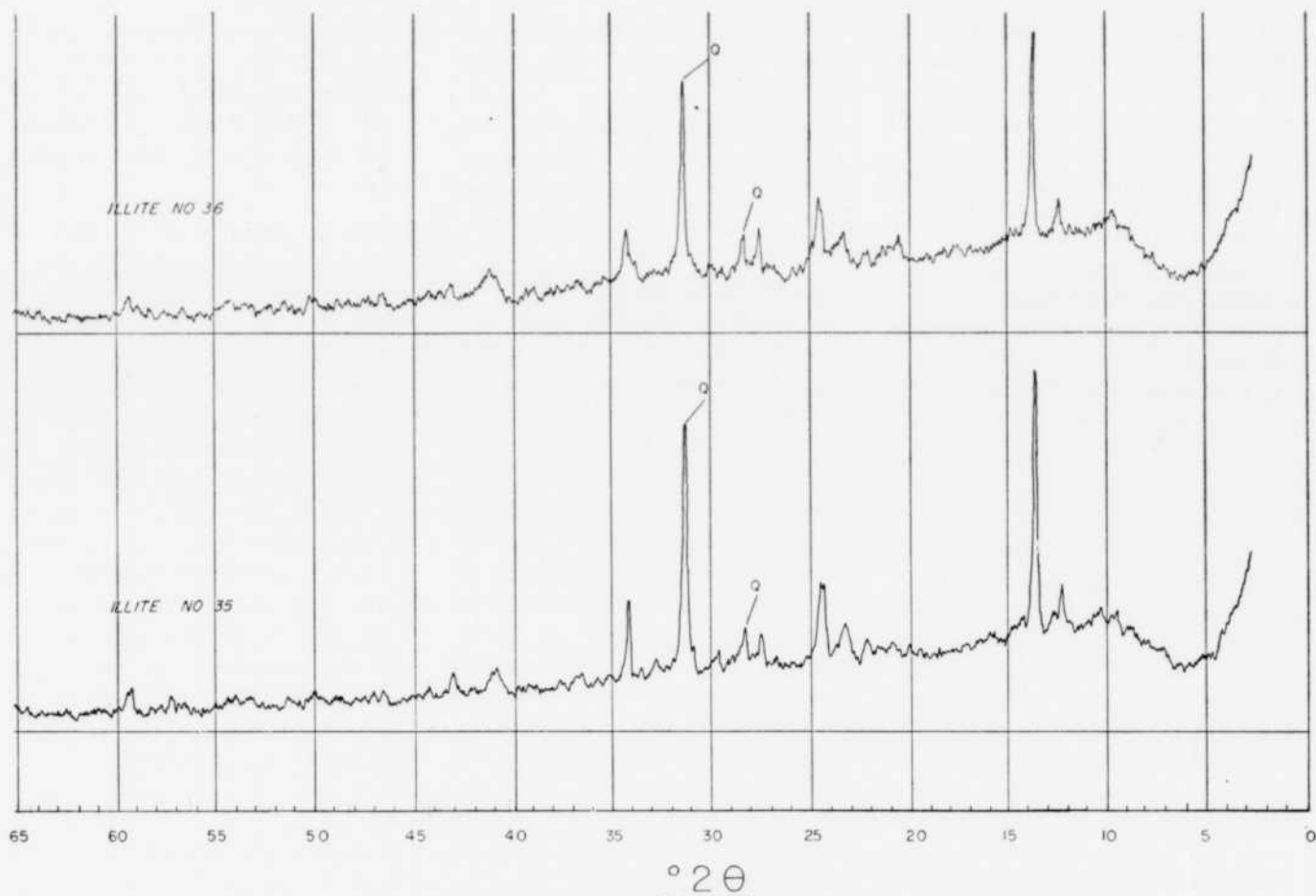


Fig. 6 — Diffractogrammes de l'illite. Provenances : No 36, Morris, Illinois. No 35, Fithian, Illinois.

La fig. 4 présente quelques diffractogrammes de montmorillonites diverses. Les conditions de l'étude ne sont pas complètement connues. Ces diagrammes sont préliminaires et mes études se continuent sur cette espèce minérale particulièrement. Même dans cette étude préliminaire, on peut encore reconnaître la hectorite des autres montmorillonites.

La pyrophyllite

Le diffractogramme de la pyrophyllite est très clair (fig. 5). Ce minéral s'identifie assez facilement par son diffractogramme; les sommets sont à environ 11.4° , 22.8° et 34.1° (soit 9, 4.5 et 3.4Å). La pyrophyllite a comme composition chimique : $(\text{Si}_6)(\text{Al})^{\text{VI}}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$.

Ce minéral ne possède pas les propriétés de gonflement que possèdent les espèces du groupe de la montmorillonite. Sa structure atomique est semblable à celle des micas; une structure en feuilles, avec cette différence que le feuillet unitaire pour la pyrophyllite est électriquement neutre tandis que le feuillet unitaire pour les micas est lié au feuillet suivant par des cations (e.g. K^+).

La pyrophyllite est dioctaédrique comme l'indique la formule structurale ci-haut.

Illite

Le nom "illite" a été tout d'abord appliqué aux minéraux micacés des argiles (Grim, Bray et

Bradley, 1937). En général, il s'agit souvent de muscovite; l'illite présente donc un diffractogramme qui ressemble beaucoup à celui de la muscovite. L'illite est en général à grain beaucoup plus fin que la muscovite; les stries sont par conséquent un peu moins précises sur le diffractogramme. La muscovite a comme composition chimique : $\text{K}_2(\text{Al}_2\text{Si}_6)^{\text{IV}}(\text{Al})^{\text{VI}}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$. Strictement à partir de données de diffractométrie, la distinction entre deux espèces de la famille des micas peut être très difficile. Toutefois, on peut assez facilement reconnaître qu'une espèce appartient à la famille des micas par son diffractogramme (fig. 6).

Conclusions

1. Par diffractométrie, on peut identifier les particules fines des matériaux argileux. On peut même, grosso modo, reconnaître les proportions de certains constituants dans les mélanges.

2. L'identification de la kaolinite, de la dickite, de la hectorite, de la halloysite et de l'illite est assez facilement réalisable.

3. L'identification des minéraux du groupe des montmorillonites est plus difficile. Alors que les caractères généraux de cette famille de minéraux sont très semblables, les différences mineures qui permettraient de distinguer les montmorillonites — 2, — 3, — 4, — 5 et — 6, les beydellites, les nontronites et les montmorillonites trioctaédriques ne sont pas toujours apparentes sur les diffractogrammes. Il faut ici avoir recours à d'autres méthodes (analyse thermique différentielle, échange de cations, formation de complexes organiques, etc.).

Remerciements

Je désire exprimer ma gratitude à mon assistant, monsieur Legendre, qui a fait la plupart des travaux en laboratoire dont les conclusions sont présentées dans ce texte. Messieurs les professeurs Côme Carbonneau et Léopold Bataille ont relu le manuscrit et

y ont suggéré diverses modifications quant à la présentation et la teneur technique. La responsabilité des idées scientifiques émises ci-haut me revient et, tout en remerciant mes collègues, je ne veux nullement les rendre responsables de déclarations avec lesquelles ils ne sont pas nécessairement d'accord.

Références

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, Research Project No. 49 :

1. Glossary of Clay-Mineral Names (1949), par Paul F. Kerr et P. K. Hamilton.
2. Reference Clay Localities — United States (1949), par Paul F. Kerr et J. L. Kulp.
3. Differential Thermal Analyses of Reference Clay-Mineral Specimens (1949). Auteur inconnu; je n'ai pas pu me procurer ce rapport.
4. Reference Clay Localities — Europe (1950), par Ralph Jerome Holmes.
5. Occurrence and Microscopic Examination of Reference Clay-Mineral Specimens (1950), par Paul F. Kerr, M. S. Main et P. K. Hamilton.
6. Electron Micrographs of Reference Clay Minerals (1950), par D. W. Davis, T. G. Rochow et F. G. Rowe, M. L. Fuller, Paul F. Kerr et Peggy-Kay Hamilton.
7. Analytical Data on Reference Clay Minerals (1950). Auteur inconnu; je n'ai pas pu me procurer ce rapport.
8. Infrared Spectra of Reference Clay Minerals (1950), par Hans H. Adler et Paul F. Kerr, Ellis E. Bray et Nelson P. Stevens, John M. Hunt, Walter D. Keller et E. E. Pickett.

BRINDLEY, R. E. (1951) : "X-Ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals". Min. Soc., Clay Minerals Group, London 1951. Edité par G. W. Brindley.

BRINDLEY, G. W. et ROBINSON, K. (1946 à) : "Kaolinite". Min. Mag., Vol. 27, pp. 242-253.

BRINDLEY, G. W. et ROBINSON, K. (1948) : "Dehydration of Halloysite in Relation to Temperature and Pressure". Min. Mag., Vol. 28, pp. 423-428.

BRINDLEY, G. W., ROBINSON, K. et MAC-EWAN, D. M. C. (1946) : "Halloysite and Metahalloysite". Nature, Vol. 157, pp. 225 et seq.

DAMOUR, A. A. et SALVETAT (1947) : "Analyses sur un hydrosilicate d'alumine trouvé à Montmorillon (Vienne)". Ann. Chim. Phys., (III), Vol. 21, pp. 376-383. Consulté dans MacEwan 1951.

GRIM, R. E. (1955) : "Recent Developments in Clay Mineralogy and Technology". Econ. Geol., 50th Anniversary, Vol. pp. 619-638.

GRIM, R. E., GRAY, R. M. et BRADLEY, M. F. (1937) : "The Mica in Argillaceous Sediments". Am. Min., Vol. 22, pp. 813-829.

GRUNER, J. W. (1932) : "Dickite". Zeit. f. Krist., Vol. 83, pp. 394-404. Consulté dans Brindley 1951.

MAC-EWAN, D. M. C. (1951) : "The Montmorillonite Minerals". Chapitre IV dans Brindley 1951.

PERRAULT, G. (1955) : "Geology and Mineralogy of the Western Margin of the Labrador Trough". Part III — Study of Iron Silicates. Thèse Ph.D., Université de Toronto, 1955.

PERRAULT, G. (1957) : "Le laboratoire de diffraction des rayons X de l'École Polytechnique". L'Ingénieur, 43e année, no 171, p. 37-44.

SEDLITSKY, I. D. (1942) : "Subdivision of Colloid-Dispersed Minerals of the Montmorillonite Group". C. R. Acad. Sci. U.R.S.S. Consulté dans MacEwan 1951.



LA FONDATION DES PAVAGES URBAINS

par

J. Hode Keyser, Ing. P.

Laboratoire d'Essais des Matériaux
Cité de Montréal

Cet article constitue la matière d'un rapport préliminaire préparé pour la cité de Montréal et est publié avec la gracieuse autorisation du chef des laboratoires municipaux.

1 — Sols de Montréal comme terrains de fondation pour pavage

a) Historique géologique de Montréal.

L'île de Montréal fait partie de la région des basses terres du St-Laurent. Cette plaine, dont les roches sous-jacentes relèvent à peu près exclusivement de l'ordovicien, est caractérisée par huit monts isolés, qui surgissent du sol sur une distance d'environ 60 milles. Le Mont-Royal est le plus connu et peut être considéré comme typique de ce groupe.

En résumé, l'histoire géologique de Montréal et ses environs peut se diviser en quatre étapes, chacune étant séparée par une longue période d'érosion. La première étape est l'ère précambrienne. Les roches ignées des montagnes des Laurentides se sont formées durant cette ère. Ces roches servent de base sur laquelle les sédiments plus récents se sont déposés. La seconde étape est caractérisée par la submergence marine du précambrien et a vu la formation des schistes sédimentaires, des calcaires, des dolomies et des grès. Ces formations caractérisent toute l'île de Montréal à l'exception du Mont-Royal. C'est grâce à une longue période d'érosion subséquente que des rocs sédimentaires ont pu se mettre en évidence. La troisième étape est celle des activités ignées,

qui ont provoqué la formation des collines montréalaises, dont le Mont-Royal. Cette étape consiste en deux intrusions principales, qui pénètrent également les calcaires environnants dans toutes les directions. C'est aussi durant cette troisième étape qu'en un certain nombre d'endroits, sur les versants du Mont-Royal et dans le voisinage, des brèches ignées se sont formées. La plus connue de ces brèches est celle que l'on voit sur l'île Ste-Hélène.

La quatrième étape est dite pléistocène et se caractérise par la glaciation continentale. Durant cette étape une nappe de glace recouvrit les surfaces continentales et déposa sur son parcours les matériaux d'érosion. Cette épaisse nappe de glace provoqua un mouvement isostatique, qui se manifesta par une dépression. Cette épaisse nappe de glace provoqua un mouvement isostatique, qui se manifesta par une dépression. Cette dépression permit l'envahissement graduel par la mer Champlain du haut de la vallée du St-Laurent et la disparition des nappes de glace. La fonte de cette glace permit une nouvelle émergence de la surface continentale et rétablit le Saint-Laurent dans sa position primitive. La présence actuelle des dépôts de sables et graviers des plages au flanc nord-ouest du Mont-Royal constitue une preuve de

cette nouvelle émergence. En résumé, c'est au cours de cette quatrième étape que les dépôts pléistocènes et récents de Montréal se sont formés. (Voir tableau I). Les dépôts résultant de cette dernière étape forment les couches des sols qui recouvrent l'île de Montréal.

b) Classification des sols de Montréal

Les dépôts reposant sur le roc de Montréal proviennent des périodes pléistocène et récente. Selon les agents qui ont contribué à leur formation, ces dépôts se subdivisent comme il apparaît au tableau I. Les caractéristiques géotechniques de ces sols apparaissent au tableau II.

Époque pléistocène

Sable et gravier à saxicaves. Dépôts de plage formés de sable, gravier et cailloux arrondis et contenant plus ou moins de coquillages. C'est un dépôt poreux de sable et gravier et qui doit subir une densification mécanique avant de servir de terrain de fondation.

Argile Champlain. Argile grise ou bleuâtre, pouvant être laminée et pouvant contenir, mais assez rarement, de petits cailloux de grosseurs variables. L'argile de Montréal est un très mauvais sol de fondation : elle est très sensible au remaniement, (sensitivité quelquefois supérieure à 10), à la

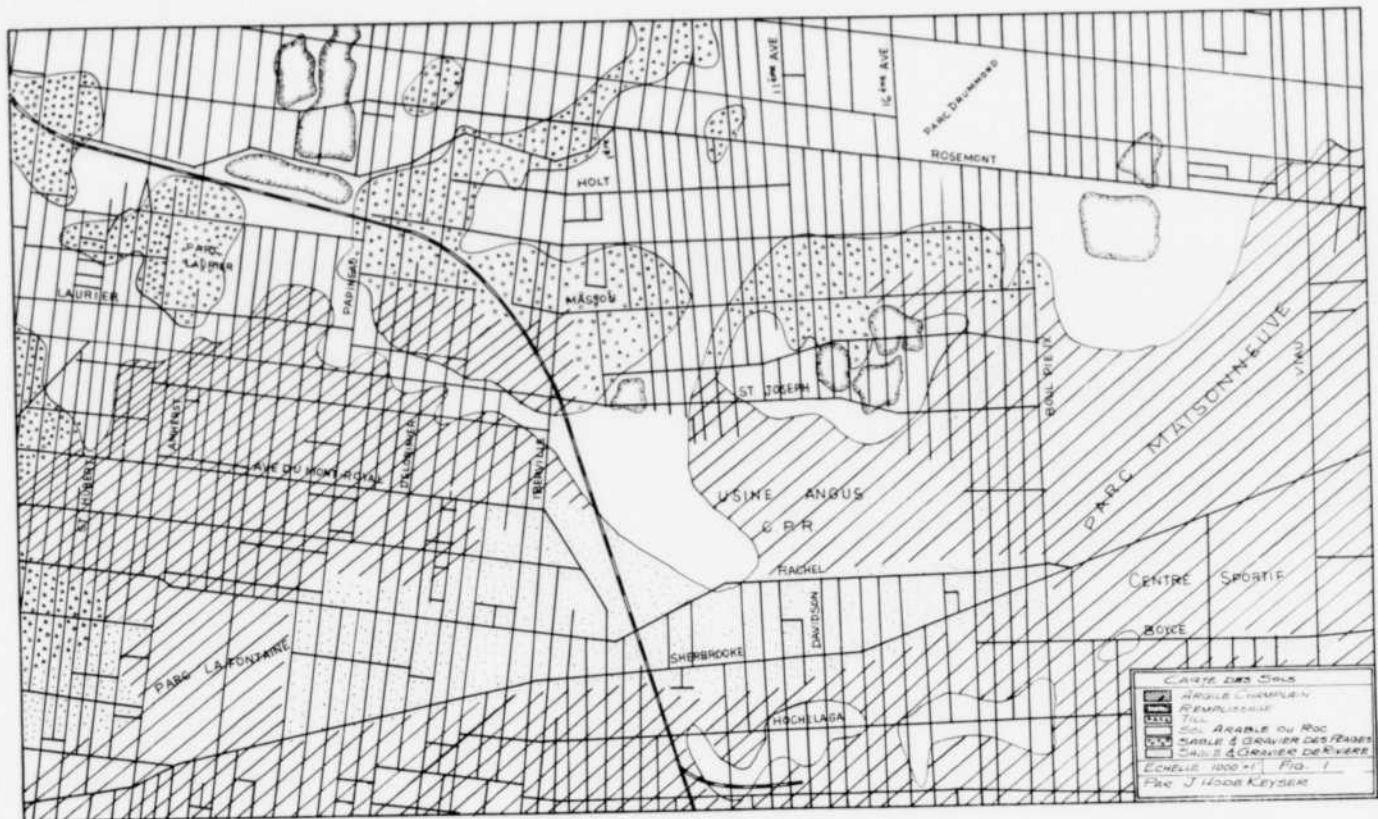


Fig. 1 — Carte des sols.

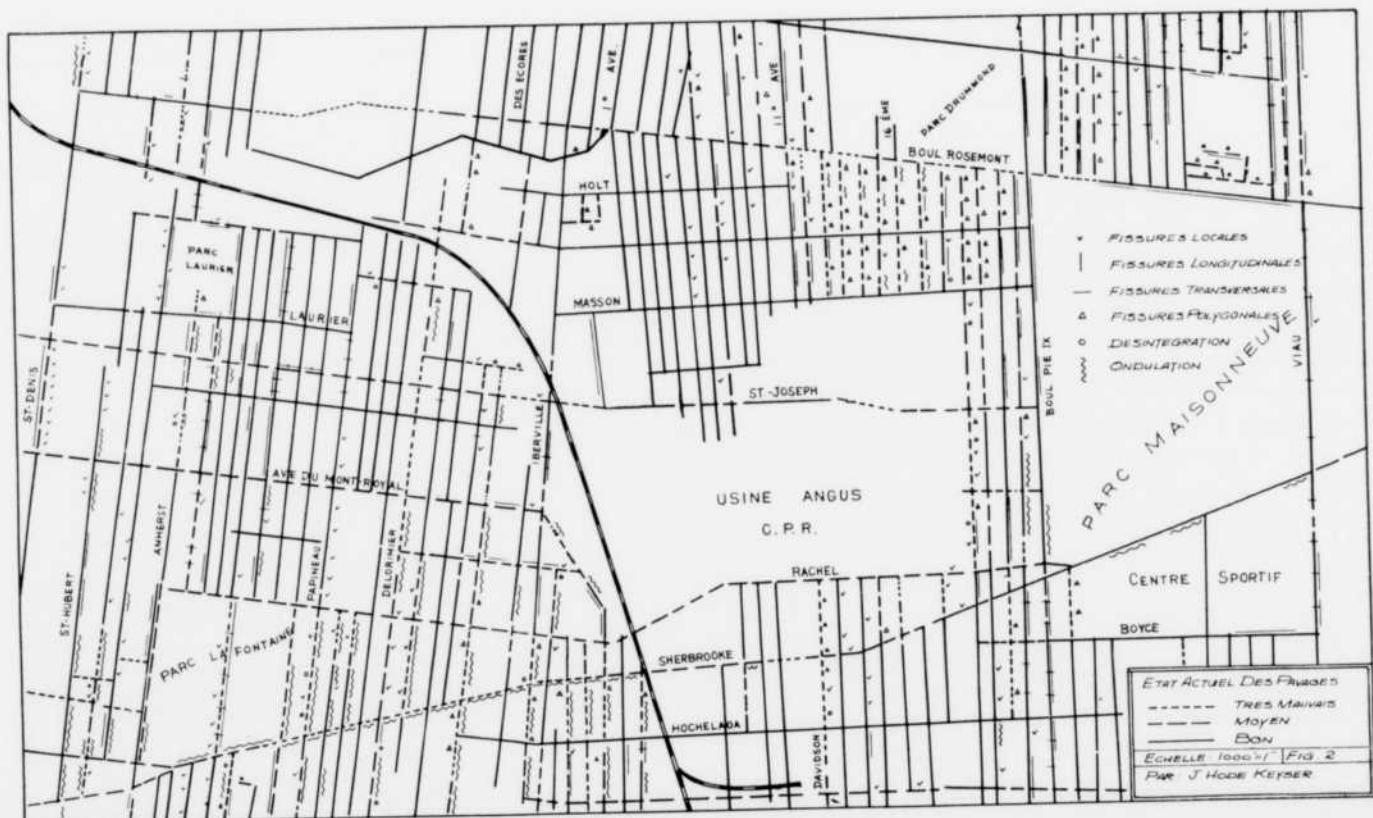


Fig. 2 — Etat actuel des pavages.



Fig. 3 — Carte des pavages d'un secteur déterminé.

compression et au gonflement. Elle est pratiquement imperméable et lorsqu'elle n'est pas silteuse, résiste passablement bien à l'action du gel et dégel. Son poids unitaire varie de 90 à 120 lbs par pied cube et la valeur du C.B.R., lorsque l'argile est saturée, est généralement inférieure à 6. Le poids spécifique des particules solides varie généralement de 2.69 à 2.72.

Silt pré-léda. Dépôts de particules en majorité de grosseurs "silt", et sable fin. Il peut contenir un peu d'argile, de sable et de

gravier. Ce silt saturé d'eau devient coulant (sable mouvant, quick sand). C'est un pauvre terrain de fondation. Il est sensible au gel et dégel.

Argile à blocs ou till. Mélange d'argile, sable et cailloux, devenant très dur à l'état sec (hard pan). A cause de sa bonne granulométrie et de sa compacité, le till est un bon terrain de fondation.

Époque récente

Dépôts lacustres. Dépôts formés au fonds des lacs drainés et con-

tenant de l'argile, du sable, de la marne coquillière, du carbonate de calcium et des matières organiques. Ces dépôts ont une faible

Tableau I — Classification géologique des sols de Montréal

SOLS RECOUVRANT MONTRÉAL			
PLEISTOCÈNE		RÉCENT	
DÉPÔT NON STRATIFIÉ	DÉPÔT STRATIFIÉ	DÉPÔT LACUSTRE	DÉPÔT DE RIVIÈRE
Till de base	Sables et graviers à saxicaves.	Argile lacustre	Sables et graviers
Till de surface	Argile à Léda	Marne coquillière	Silt
	Dépôts de glaces flottantes.	Tourbe	Dépôt de cours d'eau.
	Silt pré-léda.		

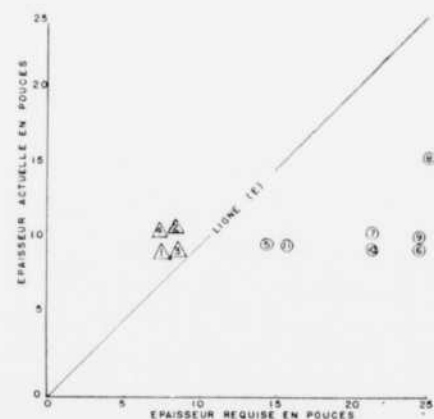


Fig. 4 — Evidence de la cause de rupture des pavages, d'après une enquête sur les conditions actuelles. Δ Pavage rigide, base de béton en bonne condition. \circ Pavage rigide, rupture de la base de béton. Ligne "E": Lieu géométrique des épaisseurs économiques. "Wheel load" approximative 10,000 livres. Localisation: (1) 34ième et beaubien. (2) Mobile et Tonty. (3) 12ième et Beaubien. (4) Dandurand et 14ième. (5) Marie-Anne et Chapleau. (6) Hogan et Frontenac. (7) Rachel et Préfontaine. (8) Rachel et Valois. (9) Valois et Sherbrooke. (10) Charlemagne et Mont-Royal. (11) St-Théodore et Rouen. Les épaisseurs indiquées ci-haut sont les épaisseurs totales i.e. sous-fondation, plus couche de fondation, plus couche de roulement.

capacité portante, sont compressibles et constituent de mauvais terrains de fondations.

Tourbe. Résidus d'origine végétale et partiellement carbonisés.

Sable et gravier de rivière. Dépôts formés sur d'anciens cours de rivières et qui contiennent peu de particules fines.

Sol arable. Mélange de résidus végétaux et de produits d'érosion et de sédimentation.

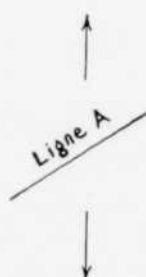
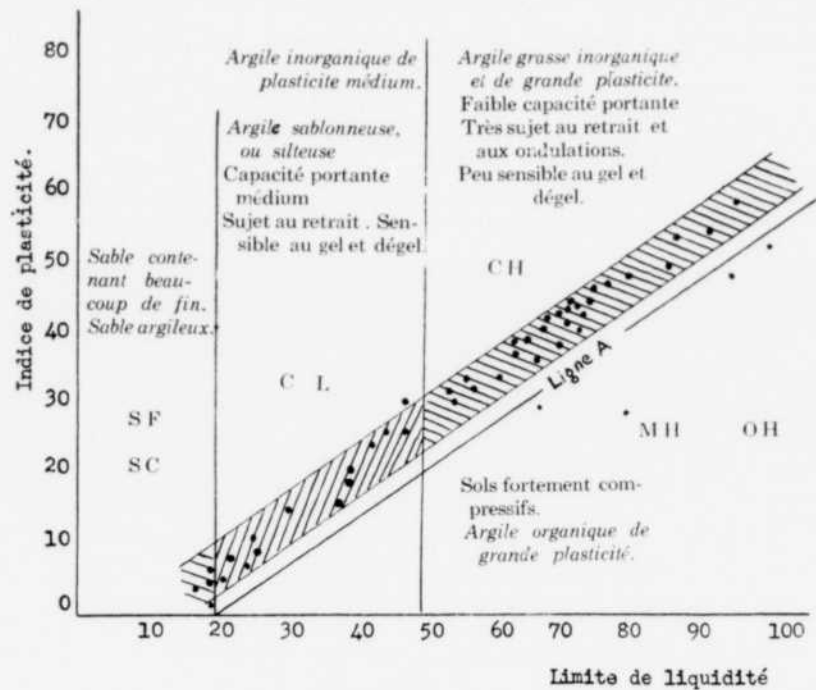
Sol d'apport. Dépôts, faits de mains d'hommes, de matériaux naturels ou de déchets.

c) Carte géologique d'un secteur déterminé.

Afin de mettre en évidence la relation entre le sous-sol et l'état actuel des pavages, nous avons dressé une carte géologique des sols du quadrilatère limité par les rues Viau, Rouen, Saint-Denis et Beaubien. (Fig. 1).

Fig. 5 — Les argiles de Montréal et leurs qualités comme terrain de fondation, d'après la classification L.L.-I.P. du "Highway Research Board".

Fig. 6 — Drainage de la circulation d'après les propriétés du sol.



La dureté et la résistance à l'état sec augmentent. La perméabilité et le taux de déformation décroissent.

Comparaison des sols par rapport à la ligne A pour une limite de liquidité donnée.

La dureté et la résistance à l'état sec décroissent. La perméabilité et le taux de déformation augmentent.



Caractéristiques de limite de liquidité - indice de plasticité des sols argileux de Montréal.



DRAINAGE DE LA CIRCULATION LOURDE
 PERMISE
 INTERDITE
 PERMISE APRES ETUDE
 ECHELLE 1000' = 1" FIG. 6
 PAR J. HOOD KEYSER

Tableau II — Caractéristiques des sols de Montréal

	% DE LA SUPERFICIE TOTALE	VALEUR DE FONDATION	GELIVITE	DRAINAGE
Till	46%	Excellent	Peu à médium	Pratiquement imperméable
Argile	23%	Pauvre à très pauvre	Médium	Pratiquement imperméable
Silt	7%	Pauvre	Médium à actif	Bon à pauvre
Sable et gravier des plages	7%	Excellent	Nil	Excellent
Sable et gravier de rivière	4%	Bon	Peu à nil	Excellent
Tourbe	2%	Extrêmement pauvre	Peu	Moyen à pauvre
Roc	11%	Excellent		

Nous avons choisi ce quartier, parce qu'il contient tous les sols de Montréal, à l'exception du silt et de la tourbe et parce que la présence du roc solide permet de mieux illustrer l'importance d'un bon terrain de fondation. De plus les anciennes carrières nous four-

nissent des exemples de mauvais sols d'apport.

II — Enquête sur l'état des pavages.

a) Observations et déductions.

Nous avons fait une inspection de l'état actuel des pavages situés

dans le quadrilatère plus haut mentionné. La figure 2 illustre l'état actuel des pavages. Nos observations ont porté sur l'évaluation des fissures locales, longitudinales, transversales, polygonales, sur la désintégration superficielle et sur les dénivellations différentielles. A la suite de cette enquête, nous avons classé les pavages en quatre catégories : bons, moyens, critiques et mauvais.

Une étude comparative des figures 1 et 2 a révélé que, dans les régions où le sous-sol possède une moindre capacité portante, la détérioration est plus grande. Nous avons observé que dans la plupart des cas, les fissures d'un pavage situé sur un terrain argileux ou sur un sol à faible capacité portante sont dues à une construction non-adaptée au sous-sol. Par ailleurs, dans la section Rosemont, où le roc est généralement près de la surface, dans la plupart des cas les bases de béton ne sont pas fissurées (voir tableau III) et les défauts proviennent d'autres causes que de



Fig. 7 — Recouvrement des pavages.

Tableau III — Causes de rupture des pavages

LOCALISATION	ANNÉE DE CONSTRUCTION	SOUS-SOL	DÉFECTUOSITÉ	RÉSISTANCE BÉTON	CAUSE DE DÉFECTUOSITÉ
34e et Beaubien	Construction en 1952	Sol d'apport sur roc	Fissures de 1/4" en divers sens Asphalte seulement	6" 4400-5000	Asphalte
Mobile et Tonty	1951	Sol d'apport sur roc	Fissures longitudinales et polygonales. Asphalte seulement	6" 4000-4500	Asphalte
12e et Beaubien	1931	Sol d'apport sur roc	Fissures locales Asphalte seulement		Asphalte
Dandurand et 14e	1929	Till sur roc	Fissures polygonales de 1/4" - 1/2" Asphalte seulement	6" 520	Asphalte
Marie-Anne et Chapleau	1927	Sable de rivière sur argile	Fissures longitudinales Asphalte et béton	Désintégrée	Fondation
Hogan et Frontenac	1951	Argile	Fissures longitudinales 1/8" Asphalte et béton	6" 5300	Fondation
Rachel et Préfontaine	1933	Argile	Fissures longitudinales Asphalte et béton		Fondation
Rachel et Valois	1954	Sable de rivière sur argile	Fissures longitudinales et locales de 1/8" Asphalte et béton	8" 3800	Fondation
Valois et Sherbrooke	1951	Sable de rivière sur argile	Fissures locales, longitudinales et diagonales Asphalte et béton	6" 3000	Fondation
Charlemagne et Mont-Royal	1953	Argile	Fissures longitudinales continues	6" 1531	Fondation
St-Théodore et Rouen	1949	Argile	Fissures longitudinales continues Asphalte et béton	6" 1907-3950	Fondation

la fondation. La figure 7, représentant le même quadrilatère, indique les pavages qui ont reçu un recouvrement depuis moins de 3 ans. Une comparaison des figures 2 et 7 confirme encore mieux l'influence du sous-sol sur la détérioration des pavages.

Afin de déterminer la cause des fissures et de rechercher s'il y a rupture de la base de béton, nous avons prélevé une série de carottes au-dessus des fissures de 11 pavages. (Tableau III). Afin d'obtenir des échantillons plus révélateurs du phénomène de fissuration, nous avons carotté au-dessus de petites fissures aux endroits à mauvais sous-sols et au-dessus de fissures larges aux endroits à bons



Fig. 8 — Dépôt glacial non stratifié - Till. A l'angle de la rue Masson et de la 12ième avenue.

Tableau IV — Types de défectuosité à prévoir dans un pavage rigide

	BÉTON		ASPHALTE	
	CAUSE	EFFET	CAUSE	EFFET
Défectuosité due au "design" du pavage et du mélange.	Fondation trop faible. Dalle trop faible. Mauvaise fondation. Pas de "dowel" et joint mal scellé. Espacement des joints.	Fissures dans les bouts et les coins et désintégration. Affaissement différentiel. Fissures transversales. Fissures longitudinales. Rupture de compression.	Excès de ciment asphaltique. Mélange trop dense. Mauvais mélange. Manque de ciment asphaltique et poussière de pierre. Trop de ciment asphaltique dans la couche lieuse. Déplacements.	Fissures. Fissures polygonales et désintégration. Détérioration. Agréats non enrobés. Coulage. Base poussiéreuse ou trop lieuse. Désintégration de la surface.
Défectuosité due aux matériaux.	Agrégat peu solide. Béton de mauvaise qualité. Mauvais joint de construction. Mauvaise maturation du béton. Action de gel sur ciment faible. Action du gel sur le sous-sol. Température humide durant la construction.	Désintégration du béton. Béton avec vides. Fissures polygonales. L'eau affaiblit le sous-sol et cause d'autres fissures. Fissures de retrait. Désintégration. Soulèvement de la dalle. Fissures et affaissement de la dalle.	Agréats avec impuretés. Poussière de pierre non appropriée. Ciment asphaltique est trop dur. Agrégat poli et peu résistant. Manque de circulation. Circulation anormale.	Abrasion et fissures en hiver. Dérapage. Fissures polygonales. Marques sur pavage.
Défectuosité due à la température et à la circulation.				

sous-sols. L'interprétation de ce carottage, qui apparaît au tableau III, confirme encore plus l'effet d'un mauvais sous-sol sur un pavage non adapté à ce sous-sol.

b) Défectuosités possibles des pavages rigides.

Le tableau IV classifie les types de défectuosités observées sur les pavages rigides. Notre enquête nous en a révélé plusieurs qui sont inhérents à la qualité même des matériaux employés. En général les bases de béton sont bonnes, mais les mélanges asphaltiques mériteraient une étude plus poussée, surtout au point de vue du choix du type de mélange asphaltique.

c) Comparaison entre les épaisseurs requises et l'état actuel des pavages.

Etant données les déficiences observées, nous avons refait le

calcul des épaisseurs des onze pavages, qui ont été l'objet d'un carottage. La figure 4 représente les épaisseurs actuelles et les épaisseurs requises. Pour établir ces épaisseurs requises par les sous-sols nous avons employé la méthode semi-empirique du "Highway Research Board", avec vérification par la méthode "Westergaard". Dans la figure 4 on voit que quatre pavages sont au-dessus de la ligne "E" et que sept pavages sont au-dessous de cette ligne.

Or l'enquête a révélé que le béton du groupe de quatre n'indiquait pas de fissuration grave, tandis qu'il y a eu rupture de béton dans le groupe de sept. Observation qui établit la nécessité de construire un pavage en tenant compte du sous-sol.

d) Épaisseur des pavages rigides aux États-Unis.

Pour illustrer l'importance de l'étude des sous-sols, nous nous permettons de reproduire les données techniques tirées de la publication 499 de la "National Academy of Sciences, National Research Council" de Washington et intitulée "Bituminous Paving Mixtures".

Ce bulletin, publié en 1957 par "Highway Research Board", contient une enquête faite auprès de 28 états américains, du district de Columbia et de la Voirie ontarienne sur les spécifications de pavages.

Notre tableau V reproduit les épaisseurs moyennes spécifiées par quelques états de la partie nord des États-Unis pour les pavages rigides.

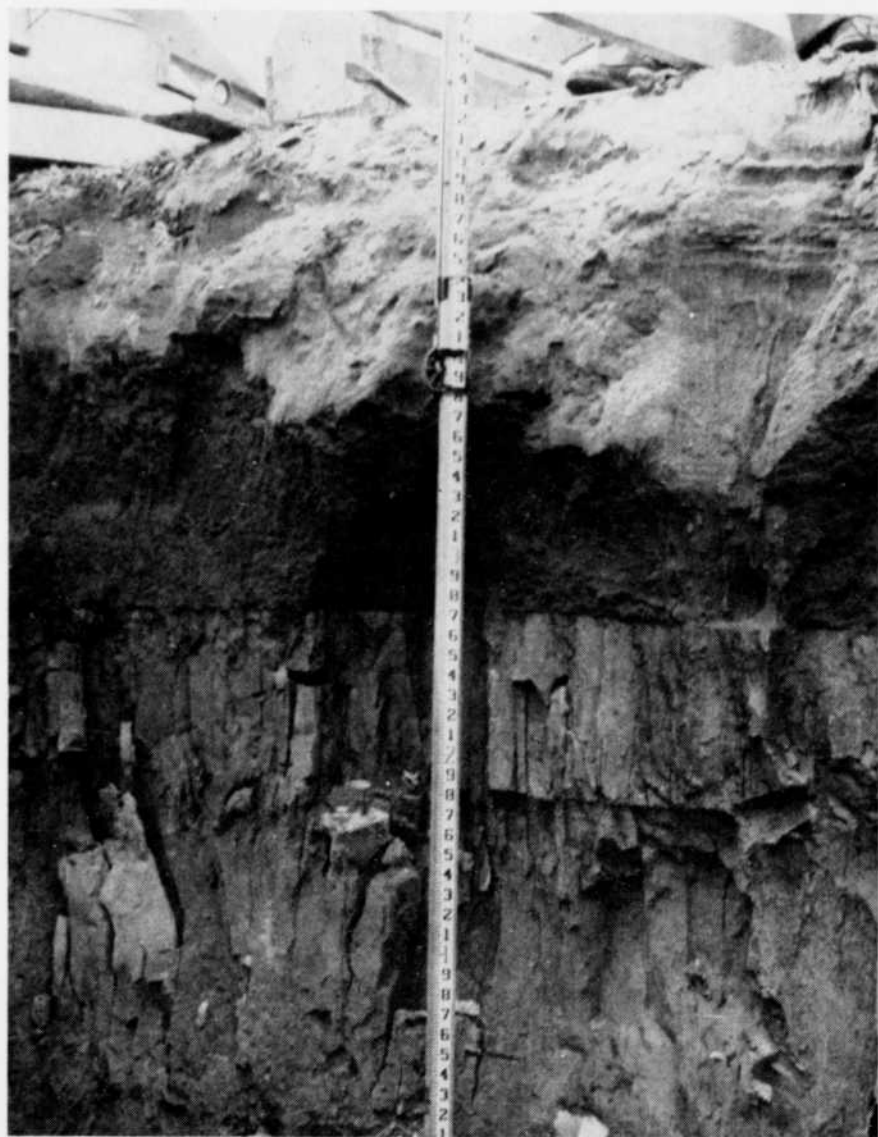


Fig. 9 — Dépôts de sables de rivière reposant sur l'argile Champlain au sommet de la côte Sherbrooke près de la rue Davidson.

Le terrain de fondation ayant servi comme base du calcul est du type A-6 de l'«U.S. Public Road Administration». Ce type est un sol de plasticité moyenne, moins sensible que l'argile de surface rencontrée à la côte Sherbrooke.

III — Problèmes de fondation.

a) Nécessité d'étudier les problèmes de fondation.

Dans le passé, lorsqu'il n'y avait pas de méthode pour évaluer l'épaisseur d'une fondation, les mêmes méthodes de construction étaient employées pour tous les pavages et très peu de considération était donnée au problème de fondation. Par con-

séquent, des dalles de même épaisseur étaient employées sur un sol argileux comme sur un sol granulaire, ce qui occasionnait des frais d'entretien et de réparation onéreux. Lorsque l'on a un sous-sol qui a des capacités portantes variant dans une proportion de 30 à 1, tel que le till et l'argile de Montréal, une étude au moins sommaire de la fondation pour chaque pavage devient indispensable, afin de déterminer le type de construction et l'épaisseur économique du pavage.

L'étude de la fondation est non seulement la détermination de la capacité portante et du tassement prévisible, mais elle est aussi une étude de construction, de stabilisation, de compaction, de drainage et de gel et dégel. Etant donné que les sols de Montréal sont très variables et que les conditions locales diffèrent d'un endroit à l'autre, chaque site de construction de pavage devrait être étudié sous tous ses aspects géotechniques.

b) Causes de rupture dues aux fondations.

L'enquête sur les pavages nous a permis de conclure que les causes de rupture des pavages sont les suivantes :

1. Charges excessives dues à la circulation.



Fig. 10 — Sables et graviers des plages à l'élévation 480 près des rues Ridgewood et Côte-des-Neiges. On remarque le changement brusque des grosseurs des particules.

Tableau V — Épaisseurs des pavages rigides aux États-Unis*

	ÉPAISSEUR DE LA SOUS-FONDATION	ÉPAISSEUR DE LA BASE PLUS SURFACE	ÉPAISSEUR TOTALE	MÉTHODE EMPLOYÉE
District de Columbia	8" Min.	10"	18" Mith.	Expérience
État de Michigan	12" Min	11"	23"	Classification C.B.R.
État de New-York	12"	10.5"	22½"	Détermination rationnelle
État de Rhode-Island	6" — 12"	9" — 11"	15" — 23"	Pas de rapport
État de Washington	12½"	7.5"	19½"	"Hveem et swell pressure test."

Épaisseur moyenne des pavages en pouces calculée d'après les conditions suivantes :

Terrain de fondation : A-6

Pluie annuelle : 32 pouces.

Pénétration de la gelée : 28 pouces.

Circulation : moyenne à lourde.

*D'après une enquête du "National Academy of Sciences, National Research Council" de Washington, publication 499 ou encore "Highway Research Board", bulletin 160.

Une charge excessive sur un pavage rigide reposant sur un sous-sol de faible capacité portante cause la rupture du sous-sol. Cette rupture s'accompagne d'un affaissement différentiel et provoque inévitablement la rupture du pavage. C'est probablement la cause principale de la rupture des pavages.

2. Charges dues à d'autres causes.

Des charges excessives sur la base peuvent être produites par les causes secondaires suivantes : consolidation locale du sous-sol, changement de la teneur en eau, action du gel et dégel.

c) Sous-fondation pour pavages rigides.

La relation entre les charges et la capacité portante du sous-sol détermine en grande partie l'épaisseur du pavage rigide. En général, plus la capacité portante du sous-sol est faible et instable, plus la dalle doit être épaisse pour une charge donnée. Lorsque la capacité du sous-sol est trop faible, le traitement du sous-sol et l'addition d'une base intermédiaire devient nécessaire dans le but de mieux répartir les charges sur le sous-sol. Notons qu'une sous-fondation qui permettrait un

affaissement différentiel peut aussi causer la rupture de la dalle sans que le sous-sol soit affecté.

d) Solutions aux problèmes de fondation.

La méthode idéale pour solutionner un problème de fondation de route serait celle qui tiendrait compte de la charge et de la déformation des matériaux compris entre chaque couche durant tout le temps que le pavage existe. Elle devrait aussi tenir compte de la vraie distribution des charges à travers les sous-fondations, de l'intensité de la circulation et de la distribution des charges des roues à travers toute la dalle. Cette méthode devrait donner l'épaisseur et le mode de construction le plus économique. Mais jusqu'à ce jour, aucune méthode de calcul ne tient compte de toutes ces considérations.

Les méthodes utilisées généralement (il y en a plus de 50) se ressemblent plus ou moins et sont plus ou moins empiriques. Parmi ces méthodes, nous en avons choisi trois qui, à notre avis, peuvent répondre d'une façon générale à nos problèmes.

1. La méthode semi-empirique de "Highway Research Board" se basant sur les limites de consis-

tance, la granulométrie et l'expérience utilisée aux États-Unis.

2. La méthode de "Westergaard" avec modification. Cette méthode est basée partiellement sur la théorie et partiellement sur l'expérience.

3. La méthode de C.B.R. Cette méthode est surtout employée pour les pavages flexibles.

e) Étude d'un sol type : l'argile.

L'argile Champlain est une argile grise et plastique plus ou moins stratifiée. Elle est aussi connue sous le nom d'argile à léda parce qu'elle contient des fossiles de *léda glacialis* en quantité plus abondante que les autres gastéropodes. L'argile Champlain contient quelquefois des particules de grosseur gravier. Elle devient silteuse lorsque les particules de grosseur gravier augmentent. Les principaux constituants de l'argile Champlain sont des hydrates d'alumine, des silices, du fer et de 15 à 20 pour cent de carbonate de calcium, qui caractérise le calcaire de la région. L'argile Champlain repose généralement sur le silt ou le till ou directement sur le roc.

L'argile de Montréal est un très mauvais sol de fondation : elle est très sensible au remaniement (sensitivité quelquefois supérieure à 10), à la compression et au gonflement. Elle est pratiquement imperméable et, lorsqu'elle n'est pas silteuse, résiste passablement bien à l'action du gel et dégel. Son poids unitaire varie de 90 à 120 lbs par pied cube et la valeur du C.B.R., lorsque l'argile est saturée, est généralement inférieure à 6. Le poids spécifique des particules solides varie généralement de 2.69 à 2.72.

L'argile Champlain couvre approximativement 23% de la superficie de la ville de Montréal. Le principal dépôt est situé le long de la côte Sherbrooke, ayant comme limite supérieure 7000 pi. au nord de Sherbrooke et, limite inférieure, la rive du fleuve St-Laurent. Sept autres dépôts plus ou moins importants sont situés dans les quartiers Villeray, Montcalm, Mont-Royal, Ahuntsic, Notre-Dame-de-Grâce et St-Paul. Les 60 échantillons d'argile qui ont servi au tracé de la courbe de la figure 5 représente d'une façon générale des dépôts d'argile.

Dans le but de déterminer l'épaisseur des fondations, le "Highway Research Board" des Etats-Unis classifie les sols à l'aide des limites de consistance. Nous avons donc fait une étude spéciale des limites de consistance des argiles de Montréal. Les essais de limites de consistance faits sur 60 échantillons d'argile prélevés à différents endroits de la ville nous indiquent que l'argile d'origine glaciaire de Montréal a des limites typiques. Le tracé d'un graphique, montrant la relation entre les limites de liquidité et les indices de plasticité, donne une zone se déplaçant de 5 à 15% de la ligne de démarcation "A" et sensiblement parallèle à celle-ci. Selon la classification du "U.S. Public Roads Administration" cette argile de-

vrait donner une valeur du "Group index" de l'ordre de 20. Pour ce genre d'argile, l'épaisseur économique du pavage ne devrait pas d'une façon générale être inférieure à 24 pouces. (Figure 5).

Des méthodes semi-empiriques relativement récentes nous permettent de déterminer l'épaisseur d'une fondation à l'aide des essais C.B.R. et des essais de compression sur les sols. Des essais faits sur des argiles de Montréal à l'aide de ces méthodes nous indiquent qu'en général la valeur du C.B.R. est inférieure à 7 et que la résistance au cisaillement des argiles varie de 100-4000 lbs par po. ca., selon les conditions de la structure de l'humidité relative de l'argile. Ces essais nous permettent une fois de plus de conclure que des études de fondation sur les pavages sont indispensables et que, dans la plupart des cas, les fondations sont insuffisantes et par conséquent onéreuses parce que peu durables.

IV — Suggestions et recommandations.

Les trois premières parties de ce rapport nous amènent naturellement à faire des suggestions et des recommandations.

a) Pavages nouveaux.

Le calcul de chaque pavage doit comporter une étude préalable de la circulation actuelle et future, du sous-sol et des matériaux. En cours de construction la préparation du lit doit se faire en respectant les caractéristiques géotechniques des sols, i.e. remaniement du terrain de fondation et densification de la sous-fondation.

b) Pavages existants.

Il faudrait diriger la circulation selon l'état actuel des pavages et

leurs capacités portantes, c'est-à-dire qu'il faudrait amener la circulation lourde à emprunter des artères construites sur des terrains tels que le roc et le till. Il est de toute importance d'imposer un poids maximum aux véhicules.

c) Entretien et réparation.

L'étude comparative des pavages recouverts et de leurs états actuels (figures 1, 2, 7) nous permet de tirer les conclusions suivantes :

1. Le recouvrement asphaltique est recommandable là où la capacité portante des pavages est suffisante.

2. Dans les régions où les capacités portantes des pavages et du sous-sol ne répondent pas aux exigences de la circulation, le recouvrement asphaltique ne peut qu'améliorer temporairement les pavages et est donc peu économique. Un simple traitement de surface serait plus approprié et les artères devraient faire l'objet d'une étude spéciale. (Fig. 6).

RÉFÉRENCES

- Bituminous Paving Mixtures*,
Highway Research Board,
National Academy of Sciences,
Washington, D.C. 1957.
- Foundation Engineering*,
PECK, HANSON, THORBURN — John
Wiley & Sons, 1953.
- Asphalt Roadway Design*,
By NORMAN W. MCLEOD,
Imperial Oilway, August-October,
1956.
- Highway Design and Construction*,
By BRUCE and CLARKSON,
International Textbook Co., 1952.
- Soil Mechanics for Road Engineers*,
Department of Scientific and Industrial
Research, Road Research Laboratory,
London, 1955.
- Les dépôts pléistocènes et récents de
Montréal (avec quelques caractéristi-
ques géotechniques)*,
Par J. HODE KEYSER,
Publication prochaine.
- Glacial Geology and the Pleistocene
Epoch*,
By RICHARD FOSTER FLINT,
John Wiley & Sons, Inc., 1947.



LE TRAVAIL À FROID D'ALLIAGES D'ALUMINIUM FACILITÉ PAR LA RÉVERSION

par

Blaise Cliche, Ing. P.

Les travaux, dont les conclusions sont résumées ici, faisaient partie d'un projet de fin d'études et ont été accomplis au Département de Métallurgie de l'Ecole Polytechnique dont M. André Hone, D.Sc., Ing.P., est le Directeur.

Le pliage, le chaudronnage, l'emboutissage et les autres modes de travail à froid d'alliages à caractéristiques mécaniques élevées résultant de la trempe et de la maturation, sont parfois rendus difficiles à cause d'une ductilité trop faible. Toutefois, grâce à un traitement thermique simple qu'on appelle traitement de réversion, un alliage du type Duralumin, complètement durci à l'ambiante, peut acquérir une ductilité transitoire de durée suffisamment longue pour permettre un travail de transformation que le métal trempé et vieilli ne permettrait pas. A la suite du traitement de réversion, le métal reprend, par une lente maturation à l'ambiante, ses caractéristiques originales.

Diagramme d'équilibre

La plupart des métaux se dissolvent en toute proportion dans l'aluminium à l'état liquide, mais, à l'état solide, ils ont une solubilité limitée qui varie avec la température. La relation entre la température et la constitution d'un alliage est déterminée expérimentalement et peut être représentée par un graphique qu'on appelle diagramme d'équilibre.

Prenons par exemple le cas du cuivre dissous dans l'aluminium. La fig. 1 nous donne la partie la plus importante du diagramme. L'abscisse représente la compo-

sition tandis que la température se trouve en ordonnée. On trace la courbe du liquidus en joignant tous les points représentant la température à laquelle les différents alliages commencent à se solidifier lors du refroidissement. La ligne du solidus représente les températures auxquelles la solidification des différents alliages est complète.

Si l'on considère les alliages qui contiennent jusqu'à 5.5% de cuivre seulement, le diagramme nous montre qu'au-dessus du liquidus, l'alliage consiste en une solution liquide uniforme. Entre le liquidus et le solidus se trouve un mélange de solution liquide et de solution solide de cuivre dans l'aluminium. A plus basse température, c'est-à-dire sous le solidus, les alliages consistent exclusivement en une solution solide homogène.

En abaissant davantage la température, une partie du cuivre quitte la solution solide, pour former une phase s'approchant de la composition CuAl_2 . La température à laquelle il y a précipitation de la phase dans le métal solide dépend de la composition de l'alliage et peut être déterminée expérimentalement. C'est cette précipitation qui permet le durcissement structural au moyen des traitements de mise en solution, de trempe et de maturation.

Traitements de Mise en Solution et de Trempe

Grâce au diagramme d'équilibre, il est possible d'étudier ce qui se passe au point de vue métallurgique dans le cas d'un alliage donné. Considérons par exemple un alliage cuivre-aluminium dans lequel le cuivre a une teneur de 4%.

EFFET DE LA TEMPÉRATURE SUR LA SOLUBILITÉ DU CUIVRE DANS L'ALUMINIUM

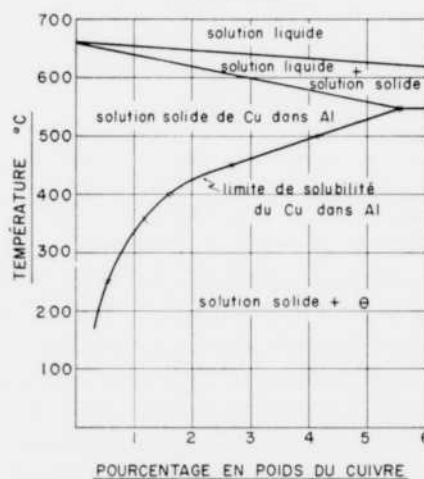


Fig. 1 — Partie du diagramme d'équilibre Aluminium-Cuivre. La phase θ a une composition s'approchant de la formule CuAl_2 .

Si l'on examine le diagramme de la fig. 1, on constate premièrement qu'il faudra chauffer l'alliage jusqu'à environ 500°C. De plus il faudra le maintenir assez longtemps à cette température pour permettre aux constituants intermétalliques solubles d'entrer en solution solide.

La température du métal, plutôt que celle du four, doit toujours être contrôlée dans des limites étroites de l'ordre de plus ou moins 3°C. La température est critique à cause de la courbe de solubilité limite et la présence d'eutectiques complexes.

Une fois l'élément actif (le cuivre dans le cas présent) mis en solution, il ne reste plus qu'à conserver l'état de solution solide à la température ambiante par un refroidissement rapide qui porte le nom de "trempe".

Il y a trois facteurs importants à considérer avant et pendant la trempe. Premièrement, la température de chauffe : il faut que cette température soit supérieure à celle correspondant à la courbe de solubilité pour un alliage donné. Deuxièmement, la durée à la température de mise en solution : il faut laisser suffisamment de temps à l'élément soluble d'entrer en solution. Troisièmement, le taux de refroidissement : il faut en quelque sorte figer la structure telle qu'elle se trouve à haute température sans laisser la moindre chance à l'élément soluble de se précipiter avant d'avoir atteint la température ambiante. Le laps de temps entre la sortie du four et l'immersion totale de la pièce dans l'eau doit donc être le plus court possible.

Traitement de Maturation

On dit qu'un alliage subit le traitement de durcissement structural lorsqu'on lui permet de se libérer, du moins en partie, de son état de sursaturation créé par la trempe qui a suivi le traitement de mise en solution. Lorsque ce traitement se fait à la température ambiante, on l'appelle traitement de maturation.

L'aluminium tend à repousser l'élément soluble hors de sa structure sous la forme d'une phase cuivre-aluminium. Suivant la température, ceci se produira plus ou moins rapidement. C'est durant les stages de premier ré-arrangement atomique et le commence-

VARIATION DE LA CHARGE DE RUPTURE AVEC LE TEMPS D'IMMERSION À 280 °C

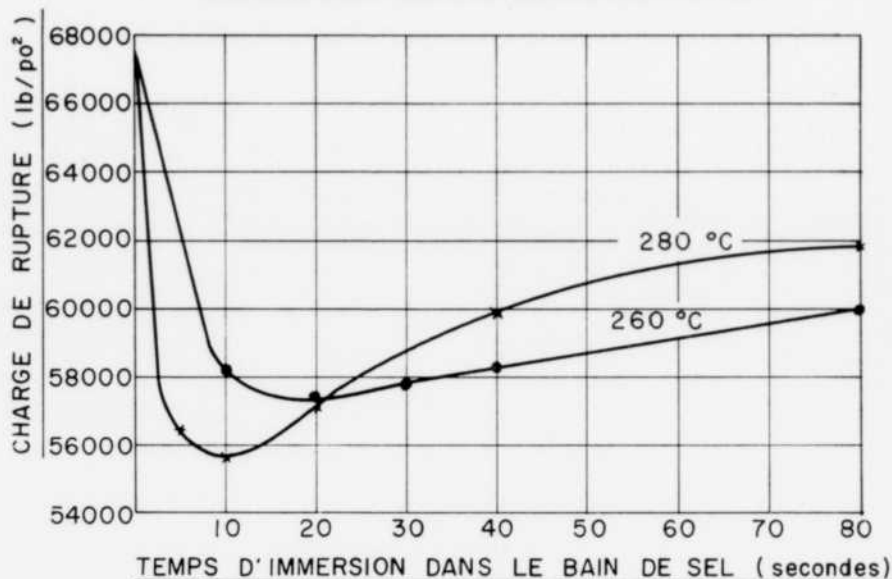


Fig. 2 — Variation de la charge de rupture avec le temps d'immersion et la température de réversion. La température de 280°C a été choisie pour l'étude de la maturation après réversion.

ment de la précipitation massive que la phase précitée offre la plus grande interférence aux glissements, ce qui a pour effet de relever considérablement la limite élastique apparente, la charge de rupture et la dureté. C'est cette forme de précipitation qui s'effectue au cours de la maturation.

Réversion

Ce traitement s'applique aux alliages du type Duralumin durcis complètement à l'ambiante. Si l'on reporte ces alliages à environ 280°C, pendant quelques secondes, les caractéristiques mécaniques changent en direction de celles de pré-maturation. Il y a réversion. En gardant à l'ambiante l'alliage qui a subi la réversion, on note qu'il revient graduellement vers l'état original de maturation.

Essais illustrant la réversion

Des essais ont été effectués sur un alliage d'aluminium type Duralumin, plaqué, commercialement appelé 24S-T3 Alclad et gracieusement fourni par l'Aluminium Company of Canada Ltd. Le métal, sous forme de tôle, avait une épaisseur de 0.040". Les in-

formations données par Alcan étaient les suivantes :

Composition :

Cu Fe Mg Mn Si Ti Zn Cr Al
4.66 .32 1.53 .68 .20 .01 .08 — Bal.

Traitement :

29 minutes à 495°C; trempe à l'eau; dressage; maturation à l'ambiante.

Sur réception de l'alliage, une analyse métallographique ainsi que des essais mécaniques faits dans nos laboratoires ont confirmé que l'alliage était bien du 24S-T3 Alclad.

Les caractéristiques mécaniques de la tôle Alclad indiquées par Alcan sont :

Limite élastique
apparente 46,000 lb/po²
Charge de rupture: 65,000 lb/po²
Allongement sur 2": 18%

La machine d'essai Riehle gracieusement mise à notre disposition par le département d'essais de matériaux a été utilisée pour les essais de tension. Avant les essais, la machine a été étalonnée au moyen de la boîte d'Amsler. Les résultats obtenus nous indiquent qu'avec des charges variant de 0 à 10,000 livres, on peut s'attendre à une précision de + 1%.

MATURATION DU 24 S
APRÈS RÉVERSION

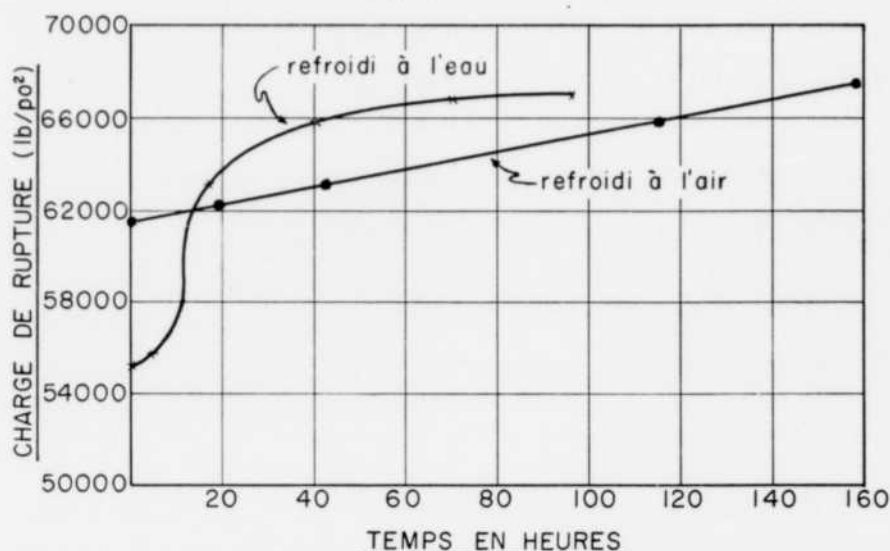


Fig. 3 — Maturation du 24S après réversion à 280°C. Avant la réversion, le métal avait une charge de rupture de 67,500 lb/po². Ce métal retrempé à 495°C et soumis à un essai de tension immédiatement après la trempe, sans qu'il y ait maturation, avait une charge de rupture de 50,000 lb/po².

Quant au thermomètre utilisé pour obtenir la température du bain de sel fondu, on a constaté, lors de son étalonnage dans l'eau bouillante et dans un mélange d'eau et de glace, que sa précision était meilleure que $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

Le bain de sel employé pour le traitement de réversion était constitué d'un mélange eutectique de nitrate de potassium et de nitrate de sodium dont le point de fusion est de 220°C.

Une série d'essais préliminaires ont été effectués dans le but de trouver une combinaison temps-température qui donnerait une réversion intéressante. Les résultats sont donnés dans la fig. 2. On a constaté qu'avec un bain à 280°C et un temps d'immersion de 10 secondes on obtenait un maximum de 17.7% d'abaissement de la charge de rupture, tandis qu'avec un bain à 260°C et un temps d'immersion de 20 secondes, l'abaissement maximum était de l'ordre de 14.5%.

Une fois en possession de ces données, il ne suffisait que d'immerger dans le bain de sel à 280°C les éprouvettes pour une période de 10 secondes.

Le refroidissement a été effec-

tué de deux façons. Premièrement, à la sortie du bain, les éprouvettes ont été trempées dans l'eau froide. Deuxièmement, nous avons procédé de la même façon pour ce qui est de l'immersion dans le bain, mais cette fois nous avons laissé les éprouvettes se refroidir à l'air libre. Dans le premier cas, nous avons utilisé 16 éprouvettes et dans le deuxième cas, 11 éprouvettes. Immédiatement après le traitement, nous avons effectué des essais de tension pour ensuite échelonner les essais sur des périodes de temps de plus en plus longues afin de constater le retour de l'alliage à ses propriétés initiales par maturation à l'ambiante.

On constate sur la fig. 3 que l'alliage reprend la charge de rupture qu'il possédait avant réversion et que ce retour à l'état original s'effectue à l'ambiante. En étudiant les deux courbes obtenues, on se rend compte que les éprouvettes qui ont été trempées à l'eau froide à la sortie du bain regagnent assez rapidement leurs propriétés initiales. Quant aux éprouvettes qui se sont refroidies à l'air libre, le retour se fait plus lentement.

Conclusions

Le traitement de réversion peut faciliter le travail à froid d'alliages du type Duralumin. Le traitement est relativement peu coûteux; par exemple, pour le 24S Alclad en tôle de 0.040", un traitement de 10 secondes à 280°C permettrait du travail à froid durant les cinq premières heures qui suivraient le traitement de réversion.

Au traitement de réversion, les pièces peuvent être refroidies plus ou moins vite. Il y a avantage à refroidir rapidement pour obtenir une grande ductilité. C'est la quantité de travail à froid que doit subir la pièce qui règlera les conditions exactes du traitement de réversion. Pour une quantité donnée de travail à froid, il y aurait lieu de déterminer expérimentalement la combinaison la plus économique des facteurs temps, température et vitesse de refroidissement. L'indice de la ductilité devrait être fourni par un essai de déformation qui reproduirait le mieux possible le genre de déformation que doit subir le métal.

Il faut aussi vérifier si la maturation après réversion rétablit les caractéristiques aux valeurs désirées.

Bibliographie

1. "The Heat-Treatment and Annealing of Aluminium and Its Alloys", The Aluminium Development Association, Information Bulletin # 3 — p. 40.
2. Techniques de l'Ingénieur, Métallurgie — Vol. I et Vol. II.
3. "Handbook of Aluminum", Aluminum Company of Canada Limited 1957.
4. "Metals: General Specifications for Inspection of "QQ-M-151a Amendment — 4, 27 Août 1951.
5. "Materials & Methods", Février 1950.
6. "Physical Metallurgy of Aluminum Alloys", American Society for Metals.
7. "Le traitement Thermique des Alliages légers", Paul Penel, Revue de l'Aluminium, Octobre 1950.
8. How Can You Best Treat Aluminum, J.F. Whiting, Design Engineering, Mars 1956.
9. "Metals Handbook", American Society for Metals 1948.
10. Heat Treatment Strengthens Aluminum, J.F. Whiting, Design Engineering, Novembre 1955.

Coup

D'OEIL

sur l'industrie et
sur la technologie

Un cerveau électronique est maître du climat à l'hôtel Reine Elizabeth

Le cerveau électronique le plus perfectionné jamais réalisé pour veiller au confort de l'homme est en service à l'hôtel Reine Elizabeth, à Montréal. Dans une salle de contrôle à façade de verre, située à l'étage du hall de la gare, un tableau chromographique surveille le fonctionnement du système de climatisation de l'hôtel.

Il recueille automatiquement des précisions sur la température intérieure afin qu'elle puisse être maintenue au degré le plus confortable, en dépit des variations à l'extérieur. Réalisé par les ingénieurs de la Honeywell Controls Limited en collaboration avec le bureau des architectes et ingénieurs des Chemins de Fer Nationaux à Montréal, le système a été modelé sur les installations les plus modernes en usage dans les raffineries, usines chimiques et aciéries.

Un seul préposé commande à la température dans toutes les pièces communes de l'hôtel, et, dans chacune des 1200 chambres, un thermostat permet à l'occupant d'en fixer la température à son gré.

Le contrôle s'exerce à l'aide de 35 thermostats électroniques, cent fois plus sensibles aux changements de température que le corps humain, qui sont placés dans toutes les pièces communes de l'hôtel et reliés au tableau central.

Ce tableau est en outre muni d'un "analyseur" électronique qui enregistre automatiquement la température des diverses parties de l'hôtel et qui, au moyen d'un dactylographe automatique, transmet l'information au technicien de contrôle. Pour qu'elles ne passent pas inaperçues, les variations ainsi reportées en caractères rouges sont en même temps signalées par un klaxon et par un feu sur le tableau.

Le technicien a ainsi toutes les informations devant lui avant même qu'un changement de température ne devienne perceptible, et il n'a pas à se déplacer pour localiser une défec-tuosité puisque ce travail est fait par des électrons en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire.

La tôle "Colourbond", nouveau matériau auquel adhère la peinture

L'outillage mis en service récemment à la Steel Company of Canada, Limited pour le traitement de l'acier, soit une installation pour recuit en continu et un train de laminage à froid, améliore encore la qualité et l'uniformité de ses tôles.

Dans la production de la "Colourbond", la galvanisation se fait en continu selon un procédé exclusif. La tôle ainsi traitée peut être usinée et façonnée sans que le revêtement ne soit endommagé et la peinture y adhère sans qu'un mordant ne soit nécessaire.

Cette tôle à surface très lisse absorbe et retient la peinture et donne un beau fini lustré. Le revêtement, presque entièrement constitué d'un alliage fer-zinc, ne réagit pas autant que le zinc pur aux huiles des peintures et, par conséquent, il n'est pas exposé à la corrosion.

La "Colourbond" Stelco se vend en feuilles et en rouleaux. Elle trouve des applications dans tous les genres de constructions et dans toutes les fabrications où l'ensemble de ses propriétés peut être avantageux: adhérence de la peinture, résistance à la rouille et à la corrosion, robustesse de l'acier galvanisé.

Les bourses Shell

Le Dr H. S. M. Coxeter, géomètre de réputation mondiale et professeur à l'Université de Toronto depuis plus de 20 ans, a été invité par l'Université de Stanford, en Californie, à y donner des cours spéciaux, cet été. Ces cours spéciaux à Stanford et des cours semblables à l'Université Cornell d'Ithaca, New-York, sont organisés pour les gagnants des bourses au mérite de la compagnie Shell.

Chaque année, la Shell Oil Company of Canada, Limited, accorde dix bourses dont les gagnants sont choisis parmi les professeurs de sciences et de mathématiques dans les écoles supérieures. Les boursiers suivent des cours de perfectionnement visant à améliorer la qualité de l'enseignement de ces deux matières. Selon le professeur Coxeter,

certains professeurs hésitent à reconnaître les solutions inédites aux problèmes lorsqu'elles sont proposées par les élèves et découragent ainsi leur initiative. Le professeur signale quelques exemples tirés de son expérience personnelle où des étudiants avaient découvert des solutions originales et très pratiques à certains problèmes.



Ce réservoir d'équilibre, qui s'élève à 250 pieds du sol en plein nord québécois, fait partie de l'aménagement de la chute Murdock-Willson par la compagnie Price Brothers. C'est le plus grand du genre en Amérique du Nord: sa capacité dépasse un million et demi de gallons. Cet ouvrage, entièrement fait d'acier, peut résister à des vents de 100 milles à l'heure. Il a été réalisé par la Horton Steel Works Limited, sous la direction technique de la Montreal Engineering Co. Ltd.

Nouvelle grue de fardier de 70 tonnes, avec couple à ventouse magnétique

La société Harnischfeger Corporation, de Milwaukee, annonce sa nouvelle grue de 70 tonnes (P&H 775-TC) avec levée de 200 pieds, une grande mobilité et un mécanisme exclusif d'embrayage sans friction qui assure un fonctionnement régulier et sans heurts. Des commandes hydrauliques permettent de centrer 70 tonnes avec précision, dans un rayon de 15 pieds. Les contrepoids et contrepoids d'avant et d'arrière sont démontables, ce qui permet de réduire considérablement le poids de la machine pour la déplacer rapidement.

Cette grue géante présente les avantages suivants: une plus grande puissance de levée, plus de rapidité de fonctionnement et de déplacement, plus de précision et de sûreté. Elle répond aux besoins actuels de l'industrie dans la construction des ponts et des grands édifices.

Actionnée soit par un moteur à gazoline, soit par un moteur Diesel, elle est montée sur un fardier à huit roues, moteur Diesel, traction sur quatre roues, qui mesure 33 pieds de longueur, 11 pieds et $\frac{3}{4}$ de pouce de largeur et 13 pieds et 4 pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur, y compris la cabine. Lorsqu'une flèche ordinaire est employée, le poids total de la grue et du fardier est de 133,800. livres.

Les outils de forage

La compagnie Brunner & Lay (Canada) Ltd., présente un bulletin de 12 pages qui donne en détail les caractéristiques techniques de toute la série de ses outils pour le forage des trous de mines, mèches de foret au carbure, acier de forage, raccords, douilles, etc., ainsi que des indications utiles sur leur mode d'emploi. Ce bulletin sera expédié sur demande, 6319 Côte de Liesse, C.P. 68, Dorval, Montréal, P.Q.

Deux nouvelles soudures

L'International Nickel Company a récemment mis au point deux nouvelles soudures, le fil INCO-WELD "A" pour souder au chalumeau les alliages dissimilaires, et l'électrode INCO-HARD "1" pour acérer les aciers de faible résistance et la fonte. Ces deux produits ont été développés aux laboratoires de l'Inco à Bayonne, N.J., et chacun d'eux offre des avantages particuliers.

Le fil INCO-WELD "A" présente, pour le soudage au chalumeau de métaux dissimilaires, les mêmes avantages que l'électrode Inco-Rod "A" avait apportés, il y a trois ans, au soudage à l'arc. A cause de cette similitude, ces deux produits se feront pendant et seront connus sous le nom de INCO-WELD "A". L'électrode Inco-Rod "A",

qui sert déjà depuis trois ans pour le soudage à l'arc, devient l'électrode INCO-WELD "A" et le nouveau produit pour soudage au chalumeau sera désigné sous le nom de fil INCO-WELD "A".

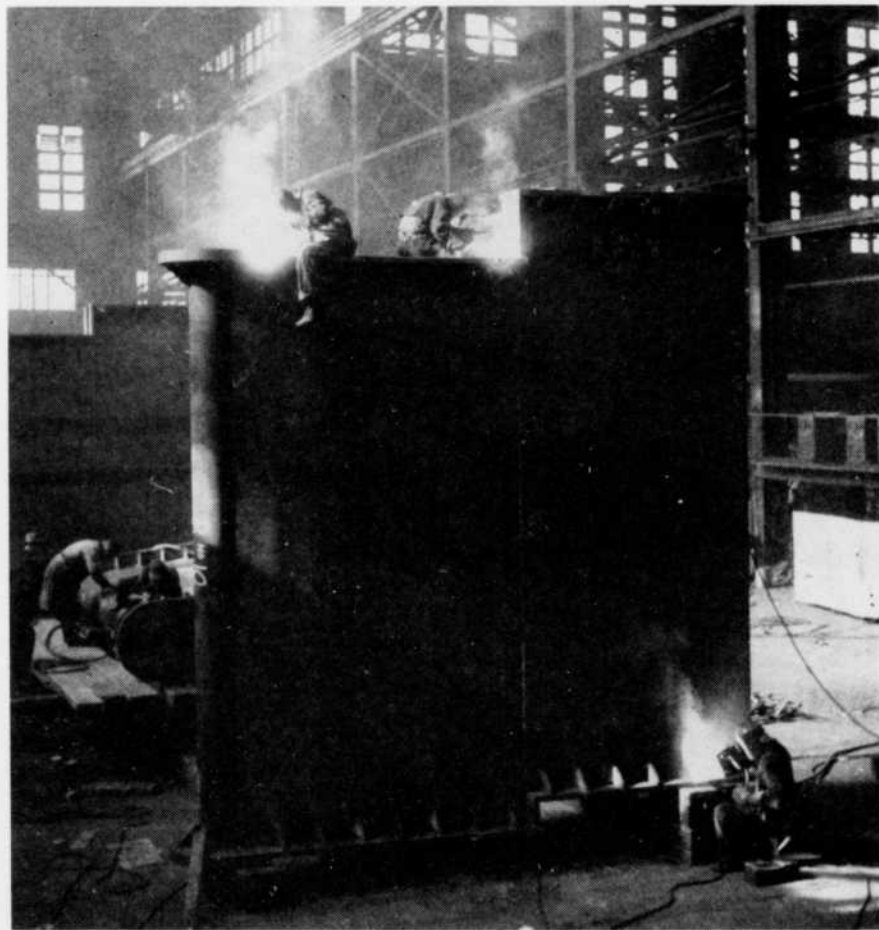
L'un et l'autre de ces produits ont été conçus pour faire des joints solides mais souples dans l'assemblage de métaux dissimilaires. Les essais qui ont été faits comportaient 23 combinaisons différentes de métaux et dans chaque cas les propriétés de la soudure étaient comparables à celles de la membrure la plus faible.

Le fil INCO-WELD "A" présente un grand nombre de particularités avantageuses. Il est maniable en toutes positions, résiste à la corrosion, se prête à l'usinage, offre une grande résistance au choc à toutes les températures. A cause de cette résistance au choc, il se prête en outre aux opérations d'acé-

Le fil INCO-WELD "A" s'obtient en baguettes de 36 pouces dans les diamètres de 1/16, 3/32, 1/8 et 5/32 de pouce; ainsi qu'en bobines dans les diamètres de 0.035, 0.045 et 0.062 de pouce.

L'électrode INCO-HARD "1", l'autre produit nouveau de l'Inco, est destinée au traitement de surface des aciers de faible résistance ou de la fonte. Cette soudure se rapproche de l'alliage nickel-chrome Ni-Hard; elle a la même dureté et la même résistance à l'abrasion. L'électrode INCO-HARD "1" est maniable en toutes positions. Elle est employée dans les traitements de surface où la soudure doit être maintenue à une température ne dépassant pas 200°F. et où deux épaisseurs de revêtement sont généralement appliquées.

L'électrode INCO-HARD "1" s'obtient dans les diamètres suivants: 5/32, 3/16 et 1/4 de pouce.



L'une des 24 piles d'acier qui soutiendront les quais de la voie maritime du St-Laurent, en cours de construction à la Canadian Vickers Limited, à Montréal. On soude l'avant-becc, un tuyau d'acier d'un pouce d'épaisseur et 16 pouces de diamètre, avec tôles de trois pouces d'épaisseur à ses extrémités et plusieurs entretoises et cornières comme renforts. On a utilisé, pour la soudure de chacun des avant-beccs, entre 1,100 et 1,200 livres d'électrodes "Atom Arc", un produit de la Canadian Liquid Air.

Vue de L'ASSOCIATION

Secrétaire exécutif permanent à l'Association

Nous avons le plaisir d'annoncer que Monsieur Léo Gareau '21 a été nommé secrétaire exécutif de l'Association des Diplômés de Polytechnique depuis le 1er avril 1958. Depuis quelque temps les tâches relevant du secrétariat de l'Association se faisaient de plus en plus nombreuses et dans le but d'assurer une plus grande efficacité dans les divers services de notre Association, le Conseil avait autorisé au début de la présente année l'engagement d'un administrateur à plein temps pour notre Association. Le poste de secrétaire-trésorier n'est pas aboli pour autant mais son titulaire devra être élu annuellement comme c'est le cas pour le président et le vice-président.

Né à Montréal le 13 février 1899, monsieur Gareau a fait ses études secondaires au Mont-Saint-Louis et a obtenu ses diplômes de bachelier ès sciences appliquées et d'ingénieur civil de l'École Polytechnique en 1921. Après quelques années d'enseignement à l'École Technique de Montréal, monsieur Gareau fut représentant au service des ventes de différentes compagnies dont l'Imperial Oil Ltd. où il travailla au département des produits d'asphalte pour la province de Québec. On le voit ensuite au service de la Great Lake Steel Corporation, à la Société S. D. Miller & Sons, à la Vipond Tolhurst Co. et à la National Window Co. Il nous fait plaisir de souhaiter bon succès à monsieur Gareau dans ses nouvelles fonctions.

Bal du génie 1958

Le 1er mars dernier avait lieu à l'Hôtel Sheraton Mont-Royal, le 5ème Bal du Génie organisé conjointement par les diplômés et les étudiants de Polytechnique. Le bal était sous la présidence de monsieur Henri Gaudetroy, D.Sc., Ing. P., directeur de l'École Polytechnique et président de l'Association des Diplômés, et de monsieur Robert Filiatrault, président de l'Association des Étudiants de Polytechnique.

Parmi les invités d'honneur on remarquait messieurs et mesdames Ignace Brouillet, Léo Roy, D.L. Mordell, doyen de la faculté de Génie de l'Université McGill, Jacques Roy, le lieutenant-colonel Guy Montpetit et Mme Montpetit, le lieutenant-colonel G. A. Paradis et Mme Paradis ainsi que les représentants des Associations d'Étudiants de Polytechnique, des universités de Montréal, McGill et Sherbrooke.

Le bal réunissait cette année 330 personnes, soit un peu moins que l'an dernier. On comptait 55 diplômés et 105 étudiants comparativement à 71 et 79 respectivement pour l'année dernière. Dans son ensemble le bal fut un succès, mais le Conseil de l'Association s'inquiète du nombre peu considérable de diplômés qui ont assisté à cet événement social cette année.

Tournoi de golf 1958

Le tournoi de golf annuel de notre Association aura lieu cette année le vendredi 22 août au club de golf de Lachute. Les diplômés sont priés de noter cette date sur leur calendrier soit qu'ils désirent participer au tournoi, soit qu'ils projettent de se joindre au groupe pour le souper qui suivra.

Nécrologie

Le brigadier Antonin Thériault '10. est décédé le 31 mars dernier à Québec à l'âge de 70 ans. Né à Rimouski en 1887, monsieur Thériault avait fait ses études secondaires au Séminaire de Rimouski. En 1906 il entre à l'École Polytechnique d'où il obtient en 1910 les diplômes d'ingénieur civil et d'ingénieur des mines. En 1910 également, il est promu capitaine et affecté au corps des ingénieurs de l'armée. Durant la première grande guerre il prit du service outre-mer et de 1917 à 1920 il est au Military College of Science de Woolwich en Angleterre. De 1920 à 1936 il est assistant surintendant des Arsenaux Fédéraux de Québec avec le grade de major. De 1936 à 1940 il est surintendant des Arsenaux Fédéraux de Québec avec le grade de colonel. En 1940 il devenait surintendant général des Arsenaux au Ministère de la Défense Nationale à Québec. Nommé brigadier en 1942 il quittait l'armée en 1946 et était nommé vice-président de la Société Canadian Arsenals.

Arsène Lemieux '11. est décédé le 21 avril 1958 à l'âge de 72 ans. Né à L'Acadie, Québec, monsieur Lemieux avait fait ses études secondaires à l'École Normale Jacques-Cartier à Montréal. En 1907 il entre à l'École Polytechnique d'où il sort en 1911 avec les grades de bachelier ès-sciences appliquées et d'ingénieur civil. A sa sortie de l'École on le voit à l'emploi de la Ville d'Outremont, puis à l'emploi de la Compagnie Roberval Saguenay. Il travailla par la suite pour différents bureaux d'ingénieurs conseil et d'arpenteurs géomètres, pour la Compagnie Northern Electric ainsi que pour la Compagnie J. & R. Weir Ltd. De 1934 à 1949 il est d'abord chez Lefebvre & Frères Ltée puis à la Montreal Construction Supply & Equipment Ltd., où il s'occupe de construction mécanique. Par la suite il travailla pour la Division Technique de la Cité de Montréal.

Nouvelles des DIPLOMÉS

Henri Gaudet '33, était le conférencier d'honneur au dîner des finissants de l'Université de Montréal, le 9 avril dernier. Le 12 juin, l'Université de Sherbrooke a conféré à monsieur Henri Gaudet le grade de docteur ès sciences honoris causa.

André Véronneau '57, a quitté Dominion Bridge et est maintenant au service de Charles Durand Limitée, à Montréal.

Gaston J. Boucher '52, autrefois à la Canadian General Electric est maintenant à la division de l'exploitation régionale de l'Hydro-Québec, à Montréal.

Guillaume Piette '39, a été élu, en mars dernier, président de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec.

Jean-M. Rousseau '42, du service des Travaux Publics de la Cité de Montréal a été élu président de la section Laurentienne de l'International Signal Association.

Léo Scharry '46, est maintenant vice-président de Leduc Electrical Limited, Montréal.

Gérald Martin '34, a été nommé, en mars dernier, au conseil de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec.

Joseph Alphonse Berthiaume '44, était récemment nommé au poste de Chef du Service des Voies et Bâtiments à la Commission de Transport de Montréal.

Jacques H. Dubuc '47, travaille au bureau de Letendre, Monti & Associés, à Montréal.

Marcel L. Lapierre '50, vient d'être nommé contrôleur des ventes industrielles à l'Hydro-Québec.

J.-Georges Chênevert '23, a été élu en mars dernier au conseil de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec.

Georges Brosseau '44, vient d'être nommé gérant de la section des matériaux aux bureaux de Montréal de la Canadian General Electric.

Les notes qui suivent indiquent les emplois occupés par les finissants de 1958, tels que connus en date du 15 mai 1958.

OPTION - Travaux publics - Bâtiments

Pierre Archambault, chez Charles-Edouard Gravel, ing.-cons., L'Abord-à-Plouffe, Qué.

André Barbeau, Commission du Service Civil du Canada, Montréal.

Claude Barbeau, Shell Oil Co. (U.S.A.)

Gilles Beaudry, Ministère Provincial des Travaux Publics, Montréal.

Maurice Bergevin, chez Bégin Charland & Valiquette, ing. cons., Montréal.



Trois diplômés de l'École étaient élus à la Chambre des Communes aux récentes élections fédérales. Ce sont, de g. à d. MM. Maurice Bourget, '32, C.-E. Campeau, '41, et Y.-R. Tassé, '35

Guy Boucher, Ministère Fédéral de la Santé à Montréal.

Jean-Denis Bruneau, Quémont Construction Inc., Montréal.

Benoit Chapdelaine, Ministère Provincial de la Voirie, Ste-Thérèse, Qué.

Raymond Crevier, Lalonde Girouard Letendre, ing. cons., Montréal.

Marcel D'Anjou, Canadair Limited, St-Laurent, Qué.

Jacques Daoust, Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beaulieu, ing. cons., Montréal.

Gilles Duval, Ministère Provincial des Travaux Publics, Québec.

Jacques Fugère, Service des Travaux Publics, Cité de Montréal.

Gilles Gascon, Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beaulieu, ing. cons., Montréal.

Paul Goyette, Ministère Provincial de la Voirie, Waterloo, Qué.

Jacques Guilbeault, Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beaulieu, ing. cons., Montréal.

Joseph Holzl, S.E.M. Prospecting Ltd, Montréal.

Wilfrid Lacasse, Hill Clark Francis (Que) Noranda, Qué.

Roger Larivière, Laboratoire d'Hydraulique, Ecole Polytechnique, Montréal.

Jean-Guy Lauzon, Cité de St-Michel, Qué.

Pierre Léger, Letendre Monti & Associés, ing. cons., Montréal.

Gilles Lussier, Ministère Provincial de la Voirie.

Gaston Marcil, Ministère Provincial des Travaux Publics, Service des Ponts, Montréal.

Paul Marquis, Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beaulieu, ing. cons., Montréal.

René Martin, Ministère Provincial de la Voirie.

Léo-Paul Miron, Division des Arpentages, Cité de Montréal.

Maurice Miron, Cité de Montréal.

Pierre L. Monette, Brouillet & Carmel, ing. cons., Montréal.

Alphonse Moquin, Lemieux & Tétreault, ing. cons., Laprairie, Qué.

Gaston Moreau, Lalonde, Girouard, Letendre, ing. cons., Montréal.

Roméo Paré, Ministère Provincial de la Voirie.

André Poisson, Quémont Construction Inc., Montréal.

Gaëtan Richard, Municipalité de Pont-Viau, Qué.

Jacques Roussel, Collet Frères Ltée, entrepreneurs généraux, Montréal.

Jean St-Jacques, Lalonde, Girouard, Letendre, ing. cons., Montréal.

Jean-René Simard, Ministère Provincial des Travaux Publics, Service des Ponts, Québec.

Lionel Simard, Ingénieur de la Cité de St-Lambert, Qué.

Lucien Thibault, Ministère Provincial de la Colonisation.

Gilles Turcotte, Ministère Provincial de la Voirie.

Abbé Arthur Veilleux, Professeur à la Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke.

OPTION - Mécanique - Électricité

Yvan Beauregard, Canadian Westinghouse Co., Hamilton, Ont.

Roméo Bergeron, Division des Edifices Municipaux, Cité de Montréal.

André Biron, Département de Résistance des Matériaux, Ecole Polytechnique, Montréal.

Guy Boissé, Hydro-Québec, Montréal.

Bertrand Bouchard, Département de Génie Mécanique, Ecole Polytechnique, Montréal.

Paul-André Bourassa, Société Radio Canada, Montréal.

Jacques Bourgault, Hydro-Québec, Montréal.

Raymond Bourelle, Bédard-Girard Ltée, Montréal.

Benoit Boyer, Département Provincial des Ressources Hydrauliques, Montréal.

Jean Champagne, British American Oil Co. Ltd., Toronto.

Jean-Pierre Cloutier, Armée Canadienne.

Raymond Cyr, Compagnie de Téléphone Bell du Canada, Montréal.

Robert Cyr, Canadair Limited, St-Laurent, Qué.

André Daigle, Northern Electric Co., Division des Contrats Téléphoniques, Montréal.

Gérard DeGagné, Canadair Limited, St-Laurent, Qué.

Marius Dionne, Royal Liverpool Insurance Group, Montréal.



Guillaume Piette, '39.

Jean-Paul Dubeau, Powers Regulator Co., Montréal.

André Dupras, Hydro-Québec, Montréal.

Paul Falcon, Casavant Frères Limitée, St-Hyacinthe, Qué.

André Galarneau, Compagnie de Téléphone Bell du Canada, Montréal.

Jacques Genest, Atomic Energy of Canada Limited, Chalk River, Ont., pour l'été, puis étudiant post-universitaire en Europe.

Gilles Génier, Département de Génie Mécanique, Ecole Polytechnique, Montréal.

Claude Germain, Canadian Celanese Ltd., Drummondville, Qué.

Jean Gervais, Canadair Limited, Montréal.

Frère Gilles-Marcel Girard, Professeur à la Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke.

Jean-Claude Hébert, Canadair Limited, Montréal.

Albert Labbé, Canadian Westinghouse Co. Ltd., Hamilton, Ont.

Hubert Latendresse, Canadian Ingersoll Rand Co. Ltd., Sherbrooke, Qué.

Robert Lavallée, Engineering Products of Canada Ltd., Montréal.

Jules LeBel, R.C.A. Victor Co. Ltd., à Montréal, pour l'été, puis études post-universitaires à McGill.

Philippe Lefebvre, Pageau & Morel, ing. cons., Montréal.

Jean-Guy Marcil, Canadair Limited, St-Laurent, Qué.

Gérald McMartin, Canadian International Paper, Gatineau, Qué.

Gabriel Meunier, John Meunier, Pompes, Montréal.

Michel Milot, Canadair Limited, St-Laurent, Qué.

Marcel Morin, Canadian Celanese Ltd., Drummondville, Qué.

Maurice Murphy, Orenda Engines Ltd., Malton, Ont.

Jacques Nobert, Canada Wire & Cable Co. Ltd., Toronto, Ont.

André Penelle, Compagnie de Téléphone Bell du Canada, Montréal.

Marc Phaneuf, Commission de l'Autoroute pour l'été, puis études post-universitaires en Angleterre comme boursier Athlone.

Jean-Louis Régimbald, Commission des Ecoles Catholiques de Montréal.

Jean F. Riel, Cartier & Leclerc, ing. cons., Montréal.

Jean-Paul Rondeau, Société Radio Canada, Montréal.

Marcil Roy, Standard Chemical Limited, Beauharnois, Qué.

Gabriel Samson, Triangle Refrigeration Company, Montréal.

Louis-Philippe Sénéchal, Fraser Companies Ltd., Edmunston, N.B.

Jacques-P. Simard, Corporation de Gaz Naturel du Québec, Montréal.

Paul-E. Tremblay, The Shawinigan Water & Power Co. Ltd., à Montréal pour l'été, puis études post-universitaires en Angleterre comme boursier Athlone.

Marcel Trudeau, Volcano Limited, Montréal.

Vianney Valiquette, Armée Canadienne, Longueuil, Qué.

François Vézina, Flo. Soucy Inc., Chemin du Lac, Comté Témiscouata.

Georges-H. Vézina, Quebec Telephone, Rimouski, Qué.

OPTION - Mines - Géologie

Jean-Yves Chagnon, Ministère Provincial des Mines.

Jacques Fiset, Quéumont Mining Co., Noranda, Qué.

André Gagné, Simard & Frères Co. Ltée, Amos, Qué.

Claude Guernier, Algona Ore Prospectors Ltd., Jamestown, Ont.

Yvon Lafontaine, Canadian Industries Limited, Montréal.

Fernand Leduc, Ministère Provincial des Mines.

Bernard Lortie, Simard & Frères Co. Ltée, Amos, Qué.

Bernard Malchelosse, Consolidated Mining & Smelting Co. of Canada, Trail, C.B.

René Turgeon, Ministère Provincial de la Voirie.

Michel Villemare, Quéumont Mining Corporation Ltd., Noranda, Qué.

OPTION - Chimie industrielle - Métallurgie

Dessaulles Beaudry, Aluminum Co. of Canada Ltd., Montréal.

Roger Charland, Ministère Provincial de la Voirie.

Blaise Cliche, Canadair Limited, St-Laurent, Qué.

Luc Desmarais, Shell Oil Co. of Canada, Montréal-Est.

Marcel Dubois, Cartier, Côté & Piette, ing. cons., Ville LaSalle, Qué.

Jean Guénette, Compagnie de Papier Rolland, St-Jérôme, Qué.

Denis Hamel, Canadian International Paper, Gatineau Mills, Qué.

André Hébert, Corps d'Aviation Royal Canadian, Ottawa.

Jean Martin, Service des Parcs, Cité de Montréal.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

EXTENSION DE L'ENSEIGNEMENT

Cours du soir conduisant
au B.A. et B.Sc.

Prospectus des autres cours
sur demande.

Tél. : RE.8-9451, poste 46 ou RE. 8-7057

Pour tout renseignement, s'adresser au

SECRETARIAT GÉNÉRAL

Case postale 6128, Montréal 2

RE. 8-9451 — Poste 77

SECRETARIAT DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

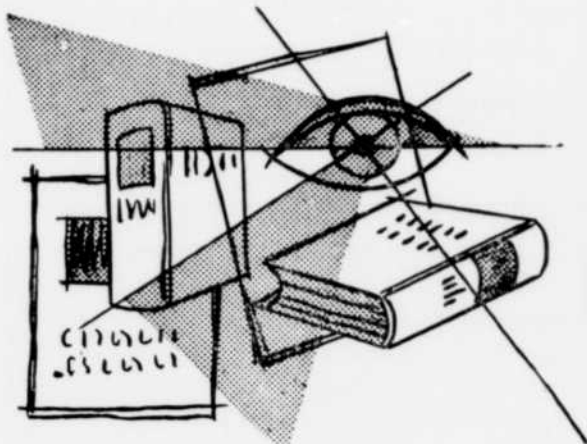
- Les fonctions du Secrétariat de la Province de Québec sont tout à fait d'ordre social. L'oeuvre qu'il accomplit est d'une importance capitale pour le développement de la Province.
- Les compagnies de la Province, qui désirent bénéficier de la Loi des compagnies de Québec, doivent s'adresser au Secrétariat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

Jean Bruchési,

sous-secrétaire de la Province.

L'honorable Yves Prévost, C.R.,

Secrétaire de la Province.



Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

Liste des ouvrages reçus récemment à
la Bibliothèque de l'École Polytechnique

Manuel de l'Électronique industrielle
par R. KRETZMANN. Un volume, éd. 1957, 9 x 6, 208 pages, 206 figures, relié toile, sous jaquette, \$6.50. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

Cet ouvrage se différencie de ceux déjà publiés dans ce domaine par les descriptions très poussées qu'il donne de nombreux dispositifs modernes à haut rendement, accompagnées d'un grand nombre de schémas et de photographies.

Montages électroniques industriels par R. KRETZMANN. Un volume, éd. 1957, 9 x 6, 9-202 pages, 206 figures, relié toile, sous jaquette, \$5.50. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

Ce deuxième volume permet au lecteur d'entrer en contact avec les montages ayant fait leurs preuves dans la pratique, et cela dans presque tous les domaines de l'industrie, où l'électronique apporte une aide inappréciable.

Gestion moderne de la qualité par A. H. SCHAAFSMA et F. G. WILLEMZE, avec préface de JEAN FOURASTIE. Un volume, éd. 1957, 9 x 6, 456 pages, 172 figures et 173 tableaux, relié : U.S. \$9.00. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

Cette "gestion" demande une longue expérience, qui n'est, ou plutôt n'était pas à la portée de tous. En effet, "La Gestion Moderne de la Qualité" apporte aux techniciens et aux étudiants les fruits de la longue expérience qu'ont acquise deux pionniers dans ce domaine, Messieurs Schaafsma et Willemze. Attachés depuis de nombreuses années au Département "Efficience et Organisation" des Usines Philips à Eindhoven, ils exposent, dans ce magistral ouvrage, non seulement la "gestion de la qualité" telle que conçue aux Usines Philips, mais aussi telle que l'ont mise en oeuvre d'autres entreprises.

La "Gestion Moderne de la Qualité" constitue en fait un guide, ou mieux encore, une source qui permettra à l'industriel de déterminer la "gestion de la qualité" le mieux appropriée à son entreprise !

Introduction à une étude des vibrations mécaniques par G. W. VAN SANTEN. Un volume, éd. 1957, 9 1/4 x 6, 316 pages, 216 illustrations, relié U.S. \$6.75. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

La plupart des vibrations que l'on peut rencontrer dans les diverses branches de la technique sont de nature préjudiciable, qu'elles soient simplement désagréables ou qu'elles soient dangereuses. C'est particulièrement pour cette raison qu'une étude poussée de leurs effets et de leur élimination, ainsi que de l'état actuel des recherches dans ce domaine, présente non seulement un très grand intérêt, mais est en fait une nécessité absolue.

L'auteur de ce livre est attaché à la section Développement de la Division "Appareils de Mesure" des Usines Philips à Eindhoven, et se trouve de ce fait tous les jours en face de tels problèmes. Il discute la théorie des phénomènes vibratoires de telle façon que celle-ci peut être facilement assimilée par toute personne n'ayant en mathématiques que des connaissances moyennes, et les résultats des calculs sont présentés dans tous les cas sous la forme de tables ou de graphiques. La présente table des matières illustrera la façon dont l'auteur, qui est une autorité dans ce domaine, traite la totalité du sujet.

Les vibrations mécaniques est un livre qui intéressera un cercle très étendu de lecteurs ayant affaire aux problèmes soulevés par les vibrations, ou dont le travail comporte la mesure de ces dernières. L'ouvrage constitue un guide qui facilitera la solution des problèmes rencontrés tous les jours en pratique, dans les laboratoires de recherches et de technique, et il sera le bienvenu chez les constructeurs de ma-

chines, d'automobiles, d'avions, de navires et de toutes sortes d'instruments, ainsi que chez les architectes et les acousticiens, chez les physiciens et les personnes étudiant les matériaux, sans oublier les laboratoires sismologiques.

Métallurgie et construction par E. M. LIPS, avec un avant-propos de PAUL BASTIEN. Un volume, éd. 1957, 9 x 6, 257 pages, 170 illustrations, relié : U.S. \$6.75. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

Le titre de ce livre laisse entrevoir qu'il ne s'agit pas d'un simple traité didactique sur les métaux. Bien au contraire, cet ouvrage, nettement exceptionnel, étudie les métaux en fonction de leur utilisation. Cela est d'une importance capitale, car il n'est plus possible aujourd'hui à l'ingénieur de se fier uniquement à la connaissance de la technique pure. En effet, il doit non seulement connaître à fond les produits mis à sa disposition par les métallurgistes, mais aussi apprécier avec précision leurs possibilités techniques dans les domaines auxquels il peut avoir affaire.

En écrivant son livre, le Dr Lips a eu des impératifs constamment présents à l'esprit. Par suite de ses fonctions, il a la chance de pouvoir déterminer exactement les cas où l'ingénieur de recherche a besoin des conseils du métallurgiste, et vice-versa. En tant que directeur du laboratoire de métallurgie appliquée des Usines Philips à Eindhoven, il se trouve en contact quotidien avec de nombreux bureaux d'étude dans différentes branches de la technique. Le livre qu'il vient d'écrire contient les caractéristiques les plus récentes des différents métaux, ce qui permet à l'ingénieur de trouver facilement tous les renseignements dont il a besoin, ou de savoir quel est le traitement spécial nécessaire pour parvenir à certaines propriétés physiques.

La forme en sera agréable à un très grand nombre de lecteurs, et son utilité



NOUVEAUX HORIZONS

pour l'ingénieur moderne

Aujourd'hui, la défense du Canada exige des projectiles téléguidés, des hélicoptères, un système complexe de radar et bien d'autres instruments perfectionnés par la science.

Ce nouvel aspect que revêt notre défense a décuplé les besoins en matière de logistique. Aussi bien, une tâche intéressante et rémunératrice attend-elle l'ingénieur diplômé et spécialisé en travaux publics et bâtiments, en mécanique, en électricité, en chimie-métallurgie, afin de maintenir

l'efficacité de l'Armée canadienne. Des avantages exceptionnels vous y sont offerts. Dans l'Armée canadienne le jeune ingénieur, épris d'idéal, peut se tailler une carrière enviable et respectée.

Si vous êtes intéressé à obtenir de plus amples renseignements sur les diverses carrières offertes aux ingénieurs dans l'Armée canadienne, écrivez sans tarder afin d'obtenir la plaquette "Les carrières que l'Armée offre aux ingénieurs":



A57-60

QUARTIER GÉNÉRAL DE LA RÉGION MILITAIRE DU QUÉBEC
3530, rue Atwater, MONTRÉAL (Québec)

aussi évidente aux ingénieurs chevronnés qu'aux étudiants. On peut penser que cet ouvrage constitue une aide inestimable pour une compréhension plus étroite entre le métallurgiste et l'utilisateur des métaux.

Technique de l'éclairage : manuel pour les projets d'installation d'éclairage par JOH JANSEN. 3 volumes, éd. 1956, Vol. I, XIII-213 pages, \$5.00; Vol. II, XIV-195 pages, \$5.00; Vol. III, XI-146 pages, \$4.00, relié. N.B. Les trois volumes commandés simultanément \$12.50. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

L'usager de ce livre y trouvera tout ce que les installateurs et les techniciens d'usine doivent normalement exécuter : éclairages d'intérieurs dans les usines, bureaux, hôpitaux, magasins et habitations, ainsi que les éclairages publics et ceux des grands espaces, des terrains de sports et même les publicités lumineuses.

Il est intéressant de noter également le grand nombre de figures (au total 425 photographies et diagrammes) qui illustrent chacun des exemples d'une façon très claire. Il s'agit donc d'un ouvrage de tout premier plan, qui intéressera aussi bien les installateurs que les spécialistes de la construction et les techniciens des usines.

Les tubes à vide dans la technique des impulsions par P. A. NEETESON. Un volume, éd. 1956, 9 x 6, 182 pages, 147 figures, relié : U.S. \$4.75. Pays-Bas, Bibliothèque Technique Philips.

L'emploi des tubes électroniques dans les circuits a pris ces dernières années un essor considérable par la conquête d'un vaste domaine nouveau, celui de la technique des impulsions. Dans cette nouvelle application, le tube comporte deux états de fonctionnement nettement définis. Dans l'un d'eux, il est bloqué, c'est-à-dire qu'il ne débite pas ou guère de courant anodique de grande intensité. Le passage d'un état à l'autre se produit brusquement, et entraîne des phénomènes de commutation dans le circuit; le tube fait donc office de commutateur.

Bien qu'il existe déjà de nombreuses applications pratiques de ce montage, les caractéristiques des phénomènes de commutation constituent encore un mystère pour bon nombre d'usagers.

Le but de cet ouvrage est précisément d'expliquer le fonctionnement d'un circuit équipé de tubes électroniques pour cet usage, afin d'en assurer un usage plus efficace et de permettre au technicien de résoudre les problèmes que posent de nouvelles applications.

Les premiers chapitres, consacrés à la mise en action des commutateurs dans les circuits et à quelques principes

du "calcul opérationnel", sont suivis d'une étude poussée du tube à vide utilisé comme commutateur. Cette étude est subdivisée en un exposé consacré au circuit de grille et un exposé consacré au circuit anodique, tous deux pour la triode et la pentode. Les derniers chapitres traitent de trois circuits d'usage courant, particulièrement intéressants : les multivibrateurs bistables, monostables et astables.

L'ouvrage n'est nullement le fruit d'un vain désir de sacrifier à la théorie; au contraire, il résulte d'un problème posé par la pratique, et qui obligea l'auteur à faire une étude poussée des phénomènes dynamiques dans l'un de ces montages à impulsions.

Des déductions théoriques et des expériences pratiques ont permis de formuler une interprétation plus exacte des phénomènes et de réaliser des tubes aux propriétés particulièrement favorables pour la technique des impulsions.

L'Automatique des informations : principes des machines (à calculer, en particulier) opérant sur de l'information par F. H. RAYMOND. Un volume, éd. 1957, 9 x 5½, 188 pages, 51 figures, broché : 1600 francs. Paris, Masson & Cie.

Les mots "Electronique" et "Machine à calculer" ont un effet magique sur le grand public. Ce livre expose comment ce qu'ils désignent en commun couvre en réalité un domaine technique et théorique pour lequel on doit s'attendre à d'importants développements pratiques, donc à une industrie importante et à de précieux travaux mathématiques. L'auteur n'a pas écrit un livre technique ni une introduction mathématique, mais en exposant les principes de l'"Automatique" appliqués à la conception de machines dont la "matière d'oeuvre" est de l'information, il s'est proposé de dégager l'essentiel.

Une introduction sur l'automatique permet de déterminer la place qu'y occupent les sujets exposés dans son étude. La notion d'asservissement est à la base du calcul analogique et celle d'information, entité mesurable abstraite et universelle, est à la base des machines à calculer analogiques et arithmétiques.

Soit pour les besoins des sciences appliquées (calcul analogique), soit pour les travaux comptables (machines arithmétiques, numériques comme il est dit parfois, mais incorrectement selon l'opinion de l'auteur) le calcul automatique est l'un des premiers aspects du sujet traité. Aussi un historique rapide termine l'introduction et justifie un chapitre sur les modes de représentation par des grandeurs physiques des nombres.

La représentation continue conduit à l'exposé des principes du calcul analogique que l'auteur aborde en comparant les rôles des liaisons en mécanique aux liaisons d'asservissement qui, bien que non nouvelles, sont en réalité, grâce à l'électronique, à la base du calcul sur des représentations électriques.

La représentation discrète d'informations dénombrables est ensuite étudiée; le chapitre correspondant de l'ouvrage est ainsi une introduction à l'étude des codes de représentation d'informations.

Assez naturellement la représentation binaire est introduite dans ce chapitre, mais le chapitre suivant est consacré à l'examen des opérations élémentaires réalisables. Introduction à la théorie des automates discrets-digitaux — ce chapitre couvre la structure fine des machines digitales.

Mises au point de chimie analytique pure et appliquée et d'analyse bromatologique publiées sous la direction de J.-A. Gauthier. Cinquième série par MM. E. ANDRÉ, G. CHARLOT, P. DARMON, J.-E. DUBOIS, P. DUPAIGNE, R. POTTIER. Un volume, éd. 1957, 10 x 6½, 162 pages, avec 65 figures, broché : 2500 francs. Paris, Masson & Cie, éditeurs.

Cette collection, dont cinq séries ont déjà paru, se propose de résumer chaque année les faits nouveaux les plus frappants qui intéressent la chimie analytique générale et, plus spécialement, les applications de cette science aux composés organiques et biologiques, ainsi qu'à l'essai des aliments et des médicaments.

Vue d'ensemble sur les méthodes chimiques d'analyse des corps gras, par E. ANDRÉ

La détermination classique des indices chimiques des corps gras relève de principes simples, mais n'en est pas moins hérissée de difficultés, tant dans la technique que dans l'interprétation des résultats; l'auteur, spécialiste bien connu des "corps gras", examine avec son expérience et son autorité personnelles le sujet de son ensemble; il insiste notamment sur les acides gras insaturés.

La coulométrie, par G. CHARLOT

La chimie analytique fait appel chaque jour davantage aux méthodes "instrumentales"; la coulométrie y figure parmi les plus récentes et rend déjà de grands services. L'auteur en expose les principes et les modalités qui permettront à l'analyste de l'appliquer avec profit.

LE
CIMENT FONDU
LAFARGE

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

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

* Marque déposée

LA SALLE
BUILDERS SUPPLY LIMITEE

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

800 Dorchester Nord, Edifice "D"
LA. 4-2478

JEAN DOUCET, Ing. P.
sec.-trés.

AUGUSTE DOUCET
prés.

DOUCET & DOUCET
LIMITÉE

ENTREPRENEURS

PLOMBERIE — CHAUFFAGE

1640 rue North, coin Rockland CR. 4-9364

CONVOYEURS

FORANO

*dans tous
les cas!*



CATALOGUE SUR DEMANDE

FORANO

DEPUIS 1873

PLESSISVILLE, P.Q.

7000 AVE. DU PARC, MONTRÉAL, P.Q.
69 AVE. EGLINTON E., TORONTO, ONT.

Pourquoi?

Parce que, quelque soit le matériel à transporter—minéral, sable, gravier, ciment, bois de pulpe, copeaux, etc.—nous pouvons fournir le convoyeur approprié. Nous fabriquons tous les genres de convoyeurs—à courroie, à vis, à câble, à raclours—ainsi que les élévateurs, alimentateurs et déchargeurs avec leurs commandes.

Pour votre

LABORATOIRE

- Appareils
- Verreries
- Réactifs

Adressez-vous à

**CANADIAN LABORATORY
SUPPLIES LIMITED**

403 ouest, rue St-Paul
Montréal, P.Q.

3701 Dundas St. West
Toronto, Ont.

288, William St. Winnipeg, Man.

La recherche biologique des antiseptiques dans les vins,

par P. DARMON

Le dosage des antiseptiques dans les vins peut être effectué par diverses méthodes; l'auteur les décrit en détail; il indique les conclusions qui en découlent.

La polarovoltie et la polarammétrie,

par J.-E. DUBOIS

L'auteur étudie le principe théorique de ces nouvelles méthodes d'analyse électrochimique et décrit l'appareil de mesure (TITRAVIT). Il montre ensuite à l'aide d'exemples empruntés aux diverses branches de l'analyse volumétrique les possibilités d'applications en analyse minérale et organique pure et appliquée.

L'analyse des jus de fruits,

par P. DUPAIGNE

La consommation des jus de fruits est en pleine extension; le problème de leur analyse a suscité de très nombreux travaux. L'auteur, spécialiste du sujet, dans une mise au point très documentée, fait le point de la question; il étudie notamment les divers constituants et indique pour chacun d'eux, les méthodes qui permettent de les caractériser et de les doser.

Utilisation et analyse quantitative des relations non stoechiométriques

par R. POTTIER

Certaines méthodes d'analyse sont basées sur des réactions chimiques empiriques dites "non stoechiométriques"; ces techniques n'en sont pas moins précises à condition d'opérer dans des conditions bien déterminées et d'utiliser pour les calculs des "coefficients de correction", des tables ou des repères valables.

L'auteur expose quelques-unes de ces méthodes, et en établit la validité; il en tire les conclusions théoriques et pratiques.

Physique électronique des gaz et des solides

par MICHEL BAYET, préface du professeur Y. ROCARD. Un volume, éd. 1958, 9 1/2 x 6 1/2, 246 pages, avec 81 figures, cartonné demi-souple, 4900 francs. Paris, Masson & Cie, Éditeurs.

Cet ouvrage s'adresse à la fois aux théoriciens qui sont intéressés par les développements possibles de certains aspects difficiles de la théorie cinétique des gaz, et aux ingénieurs et techniciens qui désirent avoir une vue d'ensemble et un fil directeur à travers d'innombrables problèmes pratiques dont l'interprétation reste souvent obscure; à la fois aux physiciens qui travaillent sur l'état solide, et à ceux qui s'occupent des gaz, à la fois aux étudiants qui désirent s'orienter vers la recherche, et à leurs maîtres qui souhaitent se mettre au courant de l'état actuel d'une "doctrine" en perpétuelle évolution.

Précis de métallographie par LÉON GUILLET. Un volume, éd. 1958, 8 x 5 1/2, 254 pages, avec 156 figures, cartonné demi-souples, 1800 francs. Paris, Masson & Cie, Éditeurs.

Les propriétés des matériaux métalliques sont placés sous la dépendance de leur structure. Cette structure peut être envisagée à diverses échelles, celle du cristal, celle de la maille, celle de l'atome. Elles sont successivement étudiées dans cet ouvrage. En modifiant la structure des métaux par divers moyens, on peut faire varier de façon considérable les propriétés.

Les lois qui régissent la solidification des alliages métalliques et leurs transformations à l'état solide sont aujourd'hui bien connues. La formation de la structure d'un alliage à partir de l'état liquide, l'apparition, au cours de sa solidification ou de ses transformations à l'état solide, des cristaux qui composent cette structure, peuvent être suivies sur des diagrammes spéciaux appelés "diagrammes de phases" qui donnent, en fonction de la composition chimique de l'alliage, la constitution d'équilibre aux différentes températures. Cet ouvrage apprend à se servir de ces diagrammes pour les alliages binaires et pour les alliages ternaires.

Lorsqu'un alliage présente des changements de structure à l'état solide en fonction de la température, on peut obtenir, en lui faisant subir divers cycles thermiques, une série d'états hors d'équilibre auxquels correspondent des structures et des propriétés différentes. L'étude de ces états hors d'équilibre est très complexe; les structures obtenues, leur processus de formation, l'interprétation de leurs propriétés sont encore discutés. L'auteur s'est borné à exposer quelques cas qui ont été très approfondis depuis une vingtaine d'années. Les principes généraux ont été appliqués à l'étude de certains alliages industriels dont les applications sont particulièrement importantes.

Enfin, les lecteurs trouveront dans les dernières pages de ce précis, des exercices qui leur permettront d'approfondir leurs connaissances.

Prospection électrique par courants

continus, carte de potentiel, résistivité, polarisation spontanée, polarisation induite par PIERRE LASFARGUES (Manuels de prospection géophysique publiés sous la direction de Jean Goguel). Un volume, éd. 1957, 8 1/2 x 6 1/2, 290 pages avec 162 figures, broché : 3000 francs. Paris, Masson & Cie.

Ce premier volume, de P. Lasfargues, Ingénieur des Mines, est consacré aux méthodes d'exploration électriques par courant continu. Il s'agit de procédés utilisés surtout pour les études de mines, de travaux publics et d'hydrogéologie.

Toutes les méthodes étudiées dans cet ouvrage (sondage électrique, cartes de potentiel, de résistivité, polarisation spontanée, polarisation induite, cette dernière encore au stade des études préliminaires) présentent une unité profonde, malgré les nombreuses variantes de mise en oeuvre, suggérées souvent par de simples considérations de commodité, ou imposées par la diversité des problèmes posés. Elles sont étudiées, aussi bien dans leurs principes théoriques, que dans les détails pratiques de leur mise en oeuvre. Les méthodes d'interprétation des résultats ont été particulièrement développées. L'ensemble intéressera les géophysiciens prospecteurs, les géologues et les ingénieurs de toutes spécialités.

Les principales de ces méthodes ont été créées et développées par les fondateurs de l'École française de prospection géophysique, Conrad et Marcel Schlumberger.

Servomécanismes : théorie et technologie

par M. BONAMY. Un volume, éd. 1957, 10 x 7, 284 pages, 352 figures, cartonné toile 4200 francs. Paris, Masson & Cie.

Nous assistons depuis quelques années à la généralisation de l'emploi des servomécanismes dans les domaines les plus divers.

Or la conception et la réalisation de ceux-ci relèvent de techniques auxquelles, la plupart du temps, les ingénieurs et techniciens n'ont pas été formés.

Il est donc urgent, non seulement de former de nouveaux cadres, mais encore d'apporter à ceux qui sont en place les éléments qui leur manquent.

Cet ouvrage, qui est le premier à rassembler sous une forme condensée l'ensemble des connaissances, aussi bien théoriques que technologiques, que doivent posséder tous ceux qui sont chargés de concevoir et de réaliser des servomécanismes, répond parfaitement à ce double impératif.

Dans une introduction et un premier chapitre de généralités, l'auteur, par une analyse détaillée, définit et situe son sujet : Définition, Description. Qualités des servomécanismes constituent les principaux titres de ces exposés d'introduction.

Puis, en deux parties nettement distinctes, sont donnés tous les éléments qui permettent la synthèse du sujet.

Annuaire de l'équipement des industries mécaniques, 1957-58,

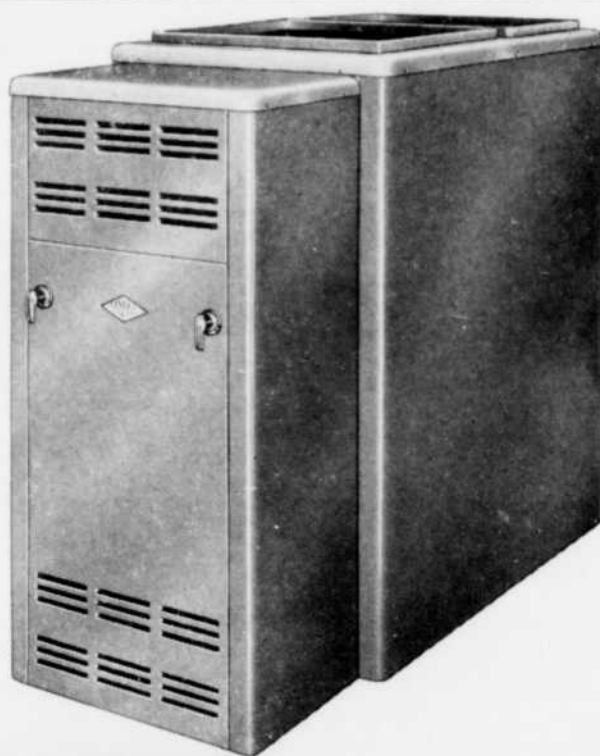
par M. COYAUD, chef de Service Méthodes et Outillage. Un volume, éd. 1957, 12 x 8 1/4, 480 pages, relié toile 1200 francs. Paris, Dunod; Montréal, Fomac Limitée.

Cet ouvrage technique et commercial à la fois présente pour la première fois en France un tableau de tous les moyens de production des industries mécaniques et permet, d'une part, aux



LES 6 AVANTAGES
DES UNITÉS DE CHAUFFAGE
À AIR CLIMATISÉ
"L'ISLET"

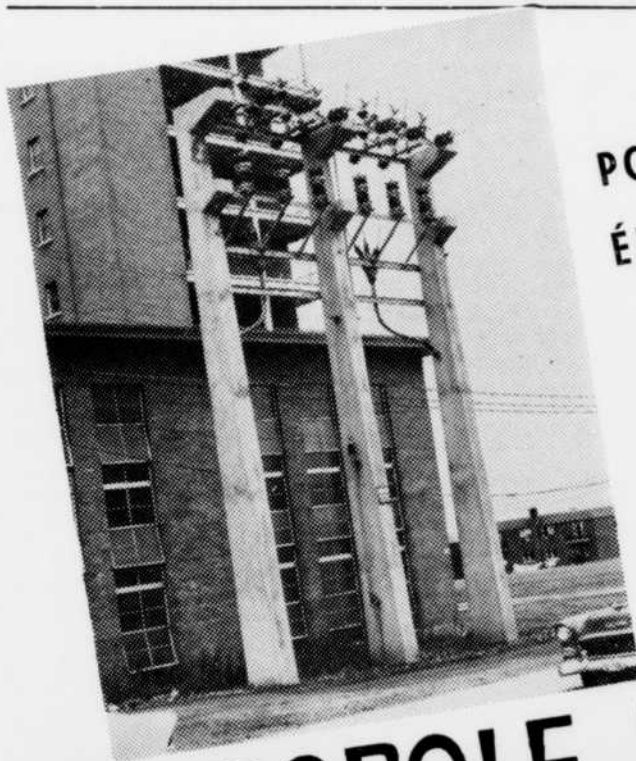
1. SOLIDES leur construction selon des spécifications rigides assure une durée indéfinie.
2. ADAPTABLES un appareil de chauffage pour chaque besoin de constructeurs.
3. SILENCIEUSES absolument aucun bruit ou vibration.
4. MODERNES d'apparence. Des unités compactes qui épargnent de l'espace.
5. FACILES à installer pour le plombier, faciles à opérer pour le propriétaire.
6. ÉCONOMIQUES une source d'épargne et de confort l'année durant.



Pour tous renseignements et
NOUVEAU CATALOGUE
s'adresser à

**La FONDERIE
DE LISLET LTÉE.**
L'ISLETVILLE, P.Q.

Manufacturiers de : Poêles de tous
genres, fournaies, laveuses,
chauffe-eau, réfrigérateurs, etc.



POUR VOS INSTALLATIONS
ÉLECTRIQUES COMPLÈTES...

- Plus de vingt ans d'expérience dans les édifices de tous genres.
- Une surveillance constante exercée par des ingénieurs professionnels.
- Nous garantissons une installation électrique de première qualité.
- Une fidèle interprétation des plans et devis.

METROPOLE ELECTRIC INC.
MONTREAL - QUEBEC - OTTAWA

L. E. DANSEREAU, Président

utilisateurs de trouver, pour un matériel donné, la liste des fournisseurs possibles sur le marché français, d'autre part, aux constructeurs français de faire connaître leurs productions et aux agents-importateurs en France de signaler leurs représentations étrangères.

L'ensemble de l'ouvrage est basé sur une classification méthodique qui comporte environ 750 rubriques; étudiée essentiellement en fonction des besoins de l'utilisateur, cette classification a été, en outre, traduite en trois langues: anglais, allemand, espagnol; c'est dire qu'elle offre toutes facilités à l'acheteur étranger qui recherche du matériel en France.

Les machines-outils sont classées en suivant les grandes lignes du processus normal d'usinage des pièces, en partant des machines de fonderie, forge, pour aboutir aux machines de rectification.

Mais, en dehors des machines-outils proprement dites, les matériels d'équipement les plus variés que l'on rencontre dans les industries mécaniques ont été également répertoriés. Aussi, cet Annuaire permet à tous les utilisateurs de disposer objectivement des premiers éléments d'information qui les orienteront utilement et sans perte de temps vers ce qu'ils recherchent.

Introduction à la cybernétique par W. ROSS ASHBY, traduit par M. PILLON. Un volume, éd. 1958, 8 1/2 x 5 1/4, XIII-354 pages, broché: 1960 francs. Paris, Dunod; Montréal, Fomac Ltée.

Ce livre, destiné plus précisément à celui qui veut entreprendre seul l'étude de la cybernétique, pourra aussi se révéler un complément très intéressant à un cours sur la théorie de l'information.

Mécanique appliquée tome I mécanique des fluides par R. OUZIAUX et J. PERRIER. Un volume, éd. 1958, 9 1/2 x 6, XIII-460 p., broché 2800 francs. Paris, Dunod; Montréal, Fomac Ltée.

Cet ouvrage en deux volumes dont le premier tome vient d'être publié chez Dunod se propose de donner aux élèves ingénieurs des bases théoriques solides qui les préparent à la lecture d'ouvrages plus spécialisés. Il évite donc dans la mesure du possible, les raisonnements abstraits et soumet au lecteur de nombreuses interprétations concrètes.

Dans ce premier tome l'auteur envisage la mécanique des fluides sous un aspect souvent négligé en France, en la considérant plutôt comme un domaine de la physique que comme un domaine des mathématiques. L'ensemble de ce volume prépare à l'étude des machines hydrauliques et thermiques. Quelques questions intéressantes spécialement ce domaine ont été développées avec plus de détails. Citons notamment le calcul pratique des conduites, la théorie du graissage, l'étude

théorique et expérimentale de l'aile qui s'applique à la fois aux turbo-machines et à l'aviation.

Ce livre se termine par un important chapitre sur les mesures expérimentales en mécanique des fluides, où sont décrits les appareils et méthodes de mesure les plus modernes.

D'une excellente tenue pédagogique, tout en sachant rester pratique, ce manuel nous paraît constituer la meilleure transition entre l'école et l'industrie.

Guide théorique et pratique de la recherche expérimentale par RENÉ LECLERCQ. Un volume, éd. 1957, 9 1/2 x 6, 136 pages, broché: 1400 francs, port en sus, 100 francs, U.S. \$3.58. Paris, Gauthier-Villars.

Si une méthode de recherche ne peut donner des idées à ceux qui n'en ont pas, elle peut guider ceux qui en ont plus sûrement, plus rapidement et plus complètement vers des voies nouvelles. Une méthode bien conçue n'entrave pas l'esprit d'invention, mais le favorise au contraire. On peut s'étonner dès lors qu'il existe si peu d'ouvrages en langue française sur la méthodologie de la recherche, à une époque où la découverte scientifique est à l'honneur. De plus, les ouvrages connus n'ont pas cette présentation à la fois philosophique et pratique qui plaît aux gens de culture large. L'Ouvrage de M. Leclercq vient donc à son heure pour combler une lacune. Il fallait qu'il fût écrit par un praticien à culture philosophique et mathématique. Le résultat est un livre complet où l'aspect humain de la recherche et la philosophie des sciences ne sont pas négligés. C'est un guide pratique où l'on trouve les principales données utiles à la conduite de la recherche systématique. C'est un Ouvrage agréable à lire et qui fait réfléchir sans effort inutile.

On peut dire qu'il s'impose aux chercheurs de toutes les disciplines. Il est utile aux philosophes des sciences. Il est recommandable à tout homme cultivé, puisque la Science, sous son aspect le plus large, fait désormais partie de la culture générale.

Les principes de la statistique mathématique, livre II-Corrélation. Séries chronologiques par R. RISSER et C. E. TRAYNARD, un volume, éd. 1958, 9 1/2 x 6, XI-418 pages, 11 figures, 2e édition revue et augmentée, broché: 7000 francs, port en sus 105 francs. U.S. \$16.92. Paris, Gauthier-Villars.

Traité synthétique de la relativité restreinte et des quanta par O. COSTA DE BEAUREGARD, maître de recherches au C.N.R.S., préface de M. Lévy. (Les Grands Problèmes des Sciences, ouvrages réunis par Mme P. Février VIII.) Un volume, éd. 1957, 9 1/2 x 6, XII-200 pages, 12 figures, broché: 3800 francs, frais de port 100 francs, U.S. \$9.30. Paris, Gauthier-Villars.

A l'heure où la théorie quantique des champs a reçu, grâce à Tomonaga, Schwinger, Dyson, Feynman, sa forme explicitement covariante relativiste, remporté, en électromagnétisme quantique, de spectaculaires succès, et où elle représente le meilleur instrument d'attaque des difficiles problèmes de la physique nucléaire, il a paru à l'auteur indispensable de combler le hiatus existant entre les formes élémentaires, non covariantes relativistes, de la théorie des quanta, et sa forme supérieure qui est la théorie quantique des champs.

Ses recherches sur ce problème, échelonnées sur une dizaine d'années, ont finalement abouti à une théorie covariante relativiste des intégrales réciproques de Fourier dont l'idée initiale lui a été fournie par Marcel Riesz; cette présentation de la théorie est bien plus intuitive, et plus facile à saisir par des débutants, que celle obtenue, indépendamment, par Wigner et par Bargmann. Les trois chapitres où cette théorie se trouve exposée représentent l'épine dorsale du livre.

Dans quelques chapitres introductifs, l'auteur rappelle les arguments physiques qui, selon lui, prouvent une véritable harmonie préétablie entre ces deux filles de la théorie des ondes que sont la Relativité restreinte et la théorie des Quanta, expose quels changements de perspective (assez radicaux) l'exigence de la covariance relativiste entraîne en théorie de la Complémentarité de Bohr (c'est ainsi que, selon lui, la notion du dualisme onde-corpuscule a son expression adéquate dans l'association des concepts onde-nombre d'occupation, et dans le dualisme phase-intensité), rappelle la forme covariante minkowskienne de la mécanique analytique relativiste, et l'élégante Mécanique ondulatoire de Louis de Broglie, de 1925.

Les chapitres ultérieurs introduisent la superquantification, par la nouvelle méthode explicitement covariante relativiste de R. Potier, la théorie quantifiée des champs selon Tomonaga et Schwinger, et la déduction des célèbres règles de Feynman par la méthode de Dyson.

Trois chapitres sont consacrés à des questions spéciales. L'un à la forme covariante relativiste de la théorie des collectifs de J. von Neumann, avec une application originale à la démonstration d'une équivalence entre les deux principes de l'entropie croissante et des ondes retardées. Un autre à la théorie relativiste préquantique des systèmes de points en interaction selon Wheeler et Feynman, dont l'auteur montre l'isomorphisme avec le problème (non résolu) de la statique classique des fils en interaction (tout élément d'un fil interagissant avec tout élément des autres fils). L'ultime chapitre, enfin,

J. BRISSETTE, PO '46, président

J. BRISSETTE LTÉE

(CANADA RADIATION REG'D.)

CHAUFFAGE
VENTILATION
AIR CLIMATISÉ

1002 DE FLEURIMONT — MONTRÉAL
TÉLÉPHONE: CRéscant 2-6629

COMMERCIAL and INDUSTRIAL VENTILATION Ltd.

Henri Dagenais, Ing. P. — Po. '47

5075, rue Fullum
MONTRÉAL

LAfontaine 6-3786



MATÉRIEL ET INSTRUMENTS
DE DESSIN, DE REPRODUCTION
ET D'ARPENTAGE
TRANSITS — NIVEAUX — MIRES
RÈGLES À CALCULS
GALLONS À MESURER
FILM MICROMASTER 105MM

*Recommandés par les ingénieurs
depuis plus de 90 ans.*

KEUFFEL & ESSER OF CANADA, LTD.

679 ouest, rue St-Jacques
MONTRÉAL

Voyez LaSalle pour

PRODUITS INDUSTRIELS

FIBERGLAS*

Le merveilleux produit de fibre de verre aux 101 usages

ISOLANTS FIBERGLAS pour

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

*Marque déposée

LA SALLE

BUILDERS SUPPLY LIMITÉE

Montréal: 159, rue Jean-Talon O. CRéscant 2-5721
Québec: 800, Dorchester Nord, Edifice "D", LA. 4-2478

**VOUS PARTICIPEZ AUX PROFITS ET A L'AVENIR DES
INDUSTRIES LES PLUS APTES A SE DEVELOPPER
AVEC LE PAYS QUAND VOUS PARTICIPEZ
AU**



les PLACEMENTS COLLECTIFS INC.

MONTRÉAL: 333 est, Craig - UN. 1-3419
QUÉBEC: 517 est, Boul. Charest - LA. 4-7252

Fonds Collectif "A"

FONDS MUTUEL DE PLACEMENTS
LES UNITÉS DE PARTICIPATION PEUVENT S'ACHETER
AU COMPTANT OU PAR MENSUALITÉS

Prospectus sur demande...

plus épistémologique que technique, discute de très nombreux aspects de l'équivalence que l'auteur pense devoir établir entre les deux grands principes d'irréversibilité macroscopique de la Physique : celui des actions retardées et celui de l'entropie croissante.

En bref, on trouve dans cet Ouvrage l'introduction progressive, qui jusqu'ici faisait défaut, à la forme entièrement relativiste de la théorie quantique des champs, ainsi que des perspectives nouvelles et originales sur plusieurs grands problèmes non résolus de la Physique théorique. Ce livre semble donc capable et d'instruire l'étudiant déjà initié à la Physique théorique moderne, et de faire penser le chercheur confirmé.

Electrostatique courants continus magnétisme, par PIERRE FLEURY et JEAN-PAUL MATHIEU. (Physique générale et expérimentale d'après le traité de J. Lemoine et A. Blanc. Un volume, éd. 1957, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 552 pages, 507 figures, relié, 5900 francs. Paris, Editions Eyrolles, 61, Boulevard Saint-Germain.

On a cherché, dans cet ouvrage, à faire intervenir, dans l'enseignement de l'Electricité, certaines modifications qui paraissent actuellement nécessaires. Sans doute cet enseignement doit-il toujours reposer sur un examen des forces intervenant en Electrostatique et en Magnétisme, et des effets mécaniques, thermiques, lumineux, chimiques... des courants électriques. Mais il doit aussi faire place à des connaissances de plus en plus nombreuses sur les particules atomiques électrisées, sur les diélectriques, sur les semi-conducteurs. Il doit renoncer à la confusion établie autrefois, dans le vide, entre le champ et le déplacement électriques, comme entre le champ et l'induction magnétique. L'interprétation des phénomènes d'aimantation conduit à éliminer ou à n'utiliser qu'à titre auxiliaire la notion, jugée naguère fondamentale, de masse magnétique, et la loi de Coulomb dans laquelle cette notion intervenait.

L'introduction, recommandée par la Commission Electrotechnique Internationale, d'une forme rationalisée de certaines équations justifie un plan assez différent de ceux adoptés jusqu'ici. Les unités employées de préférence sont celles du système Giorgi (basé sur le mètre, le kilogramme masse, la seconde et l'ampère). On s'est appliqué toutefois à faciliter par des indications convenables la tâche du lecteur déjà habitué aux définitions anciennes ou appelé à lire des auteurs qui les utilisent.

Après l'étude de l'Electrostatique, que l'on s'accorde aujourd'hui à considérer comme devant être traitée en premier lieu, viennent celles de l'électro-magnétisme, puis des phénomènes d'induction et d'aimantation. Les conditions de passage des courants dans le vide, les gaz, les électrolytes, les métaux et les semi-conducteurs sont en suite examinées en détail, ainsi que le principe des générateurs et moteurs de courants continus. Un second volume sur l'Electricité sera consacré aux courants alternatifs, aux ondes électromagnétiques et aux instruments de mesures électriques, ainsi qu'à une étude rapide des phénomènes électriques et magnétiques intervenant en géophysique et en astrophysique.

Comme dans tout ce traité, on a insisté sur les bases expérimentales et les applications pratiques des notions et des lois étudiées. Leur expression et leur utilisation sont toutefois, en Electricité, grandement facilitées par un langage et des théorèmes mathématiques, se rattachant au calcul vectoriel, dont il serait déraisonnable de ne pas tirer parti : on les trouvera introduits au fur et à mesure des besoins.

Analytical kinematics of plane motion mechanisms by JESSE HUCKERT. Ph.D. One book, ed. 1958, 10 $\frac{1}{4}$ x 7 $\frac{1}{2}$, 209 pages, bound : \$7.75. New-York, The Macmillan Company : Toronto, Brett-Macmillan Limited, 25 Hollinger Road. Contents : Nature of Motion Transfer, Notation and Plate Series, Elements of Vector Analysis, Scales and Kinematic Diagrams, Displacement and Loci, Velocities in Mechanisms, Properties of Accelerations, Transfer of Accelerations, Cams and cam Mechanisms, Profile Contact Mechanisms, Nature of Toothed Gearing, Involute Spur Gears, Bevel and Hypoid Gears, Involute Helical Gears, Epicyclic and Worm Gears, Symbols Index and Glossary, Acknowledgments, Index.

Dynamic instability: automobiles — aircraft — suspension bridges by Y. ROCARD, C.B.E. translated from the French by M. L. Meyer. One book, ed. 1957, 8 $\frac{3}{4}$ x 5 $\frac{1}{2}$, 227 pages, 92 illustrations and 4 plates, bound \$9.50. New-York, Frederick Ungar Publishing Company. Table of contents : Simple harmonic oscillations, Conservative systems with two or more degrees of freedom, Non-conservative systems with one or several degrees of freedom. — Instability, Elementary examples of unstable mechanical systems with two degrees of freedom, The directional stability of automobiles, Instability of suspension bridges under wind, The critical speeds of aircraft wings, The longitudinal stability of aircraft.

Handbook of layout and dimensioning for production by HYMAN H. KATZ. One book, ed. 1957, 9 $\frac{1}{2}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 479 pages, bound, \$15.00. New York, The Macmillan Company. — Toronto, Brett-Macmillan Ltd., 25 Hollinger Road, Toronto 16. Contents : Introduction to Layout and Dimensioning, Layout Practices, Technical Sketching, Projective and Descriptive Geometry, Layout Applications, An Introduction to Dimensioning, Principles and Rules of Dimensioning, Applications of Dimensioning, The Radius, The Circle, The Angle, The Plane, Datums, Elements of Gaging, Index.

Thermodynamics of heat power by VIRGIL MORING FAIRES. A revised edition of theory and practice of heat engines. One book, ed. 1958, 9 $\frac{1}{2}$ x 6, XVIII-432 pages, bound \$8.00. New York, The Macmillan Company; Toronto, Brett-Macmillan Limited, 25 Hollinger Road. Contents : Properties of substances, Conservation of energy, Work and heat, The ideal gas, Processes of ideal gases, Compressors, The gas turbine, Internal combustion engines, The second law of thermodynamics, Liquids and vapors, Heat exchanger, Nozzles and fluid flow, Steam turbines, Reciprocating steam engines, The reserved cycle, Mixtures, Fuels and combustion, Pumps and fans, Miscellaneous equipment.

Logarithmes décimaux des nombres entiers ou fractionnaires et des rapports trigonométriques par A. CHEVALIER et R. CLUZEL, professeurs à l'École Normale Nationale d'Apprentissage de Paris. Un volume, éd. 1958, 9 $\frac{1}{2}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 72 pages, broché : Paris, Librairie Delagrave.

Montages d'usinage par A. CHEVALIER et R. VACQUER. Technologie des Fabrications Mécaniques fascicule 19. Un fascicule, éd. 1958, 10 $\frac{1}{2}$ x 8 $\frac{1}{4}$, 67 pages, broché : Paris, Librairie Delagrave.

Application de la transformation de Laplace et de la transformation de Hankel à la détermination de solutions de l'équation de la chaleur et des équations de Maxwell en coordonnées cylindriques par HUGUETTE DELAVAUULT, préface de M. H. VILLAT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air — notes techniques 71. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 99 pages, broché : 1500 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

ÉCOLE D'INGÉNIEURS — FONDÉE EN 1873

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

TRAVAUX PUBLICS et BÂTIMENTS

MÉCANIQUE et ÉLECTRICITÉ

MINES et GÉOLOGIE

GÉNIE CHIMIQUE et MÉTALLURGIE

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

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

CENTRE DE RECHERCHES ET
LABORATOIRES D'ANALYSES

Prospectus et renseignements sur demande

**1430, rue SAINT-DENIS,
MONTRÉAL**

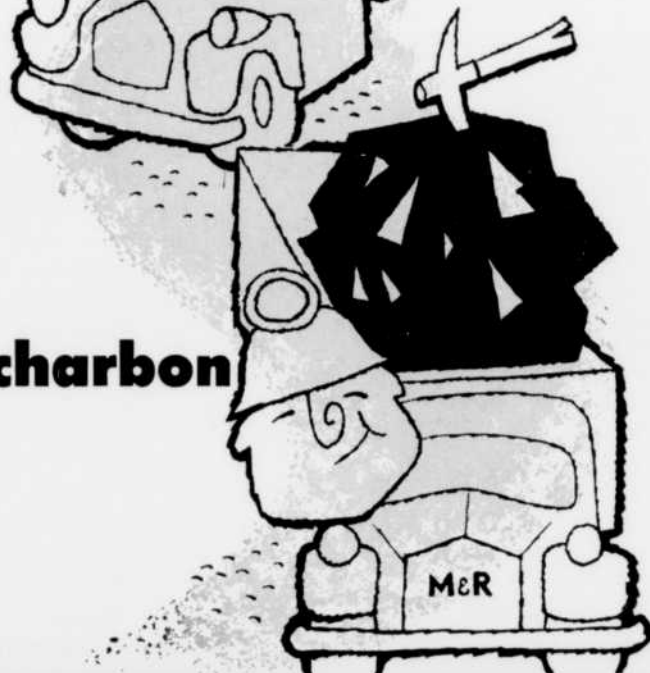
huile à chauffage



brûleurs à l'huile



charbon



**MONGEAU
& ROBERT** CIE
LÉE

1600 EST, RUE MARIE-ANNE — MONTRÉAL
LAfontaine 1-2131

Contribution à l'étude de l'interféromètre différentiel à biprisme de Wollaston par GÉRARD GOMTIER, préface de ANDRÉ MARTINOT-LAGARDE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 338. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, 110 pages, broché: 1200 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Étude critique de certains prolongements de la mécanique rationnelle — thermodynamique et viscosité par HENRY DU BOSCO DE BEAUMONT, préface de M. AUBERT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques no 72. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, 46 pages, broché: 1000 francs. Paris, Au Service de Documentation technique de l'Aéronautique.

Étude expérimentale de l'écoulement turbulent dans un divergent bidimensionnel parcouru par de l'air par JEAN-PIERRE MILLIAT, préface de M. A. CRAYA. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 335. Un volume éd. 1957, 10½ x 7, 134 pages, broché: 2000 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique du Ministère de l'Aéronautique.

Limites d'applications de la théorie de la ligne portante au calcul d'ailes d'avions munies de spoilers par ANDRÉ FAUQUET, préface de M. ANDRÉ MARTINOT-LAGARDE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, bulletin des services techniques no 120. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, 73 pages, broché: 1500 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Les méthodes scientifiques dans les techniques modernes: quelques recueils par PIERRE VERNOTTE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air. Notes techniques No 70. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, 61 pages, broché: 700 francs. Paris, Au Ministère de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Méthodes théoriques d'étude des écoulements supersoniques par P. CARRIÈRE, préface de Georges Darrieus. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 339. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, 234 pages, broché: 3000 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Nouvelle méthode approchée de calcul des couches limites laminaire et turbulente en écoulement compressible, cas d'un gradient de pression, particularités — exemples par Alfred Walz. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 336. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, 46 pages, broché: 900 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Aide-mémoire des fonctions analytiques par M. GIQUEAUX et A. OUDART. Un volume, éd. 1958, 8½ x 5¼, 35 pages, broché: 700 francs. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

Annuaire statistique — Statistical Year Book — Québec 1956—1957. Publié par ordre de l'Hon. J.-Paul Beaulieu, C.A., D.Sc.C., ministre de l'industrie et du commerce. Un volume, éd. 1958, 10 x 7, 609 pages, relié: Québec, Redempti Paradis, imprimeur de Sa Très Excellente Majesté la Reine.

L'honorable J. Paul Beaulieu, ministre de l'Industrie et du Commerce, est heureux d'annoncer la parution de l'édition 1956-57 de l'Annuaire Statistique de la province de Québec. Cette édition est la 40ième que publie le Bureau provincial des Statistiques. L'Annuaire Statistique est un recueil officiel qui renferme une documentation statistique abondante s'étendant à tous les secteurs de la vie économique et sociale de la Province. Il a pour but de coordonner et d'analyser les éléments primordiaux qui concourent au développement de la province de Québec. On y trouve des données statistiques se rapportant à la physiographie, à la population, à la santé et au bien-être, à l'éducation, aux finances, à la production, à l'agriculture, aux ressources, à l'industrie, au commerce, aux transports et communications, au travail. De nombreux graphiques illustrent les progrès démontrés par les chiffres.

L'Annuaire 1956-57, complètement révisé et renfermant plusieurs données nouvelles, accorde une attention particulière à deux secteurs importants de la vie économique de la province de Québec: les Ressources hydrauliques et la Construction.

Les Ressources hydro-électriques du Québec connaissent un essor prodigieux, surtout depuis la fin de la dernière guerre mondiale. C'est pour souligner les progrès accomplis en même temps que les projets d'envergure en voie de réalisation que cette édition de l'Annuaire présente un article spécial relatif aux forces hydro-électriques de la province de Québec. De même, l'industrie de la construction,

depuis plus de dix années, a marqué une activité toujours croissante. L'Annuaire 1956-57 consacre un chapitre entièrement nouveau à la Construction et donne les chiffres disponibles les plus récents sur la valeur des travaux de construction, sur les contrats accordés et sur les permis de bâtir.

Parmi les autres additions les plus intéressantes de l'Annuaire 1956-57, il convient de signaler les résultats du recensement quinquennal de la population effectué en juin 1956 et portant principalement sur la population et l'agriculture. Une nouvelle série de production brute, établie par le Bureau des Statistiques de Québec, est donnée pour la première fois au chapitre de la Production. Deux articles: le premier, consacré à l'impôt sur le revenu et, le second, à l'Office des Marchés agricoles, apparaissent dans cette édition. Notons que le gouvernement de la province de Québec créait l'Office des Marchés agricoles en 1956 afin de donner suite aux recommandations du comité établi en 1951 pour étudier les problèmes relatifs à la production, à la vente et à la distribution des produits agricoles. Enfin, signalons, dans la section consacrée au commerce, la présentation de plusieurs tableaux inédits donnant les résultats d'un relevé effectué par le service provincial de l'Hôtellerie.

Anuário estatístico do Brasil — 1957, ano XVIII. Un volume éd. 1957, 10½ x 7, 564 pages, cartonné: Brasil, IBGE — Conselho Nacional de Estatística.

Further contributions to the solution of simultaneous linear equations and the determination of eigenvalues. National Bureau of Standards, Applied Mathematics Series 49. Un volume, éd. 1958, 10¼ x 8, 81 pages, paper bound \$0.50. Washington, Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office.

Handbook of Aluminum. Un volume, éd. 1957, 9¼ x 6, 266 pages, relié \$3.00. Aluminum Company of Canada, Limited, 1700 Édifice Sun Life, Montréal, P.Q.

La plus récente addition à la liste des manuels techniques publiés par l'Aluminum Company of Canada, Ltd. est un volume de 266 pages intitulé "Handbook of Aluminum". Abondamment illustré à l'aide de photographies, de graphiques et de tableaux, ce nouveau manuel combine en un seul volu-

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

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

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

PROGRAMME SPÉCIAL
POUR LES INGÉNIEURS,
AVOCATS, NOTAIRES ET AGRONOMES

OUVERTURE DES COURS :
le deuxième mardi de septembre.

Demandez nos prospectus

535 ave Viger, Montréal



- Niveaux
- Tables à dessin
- Jeux de compas
- Règles d'ingénieur et d'architecte
- etc...

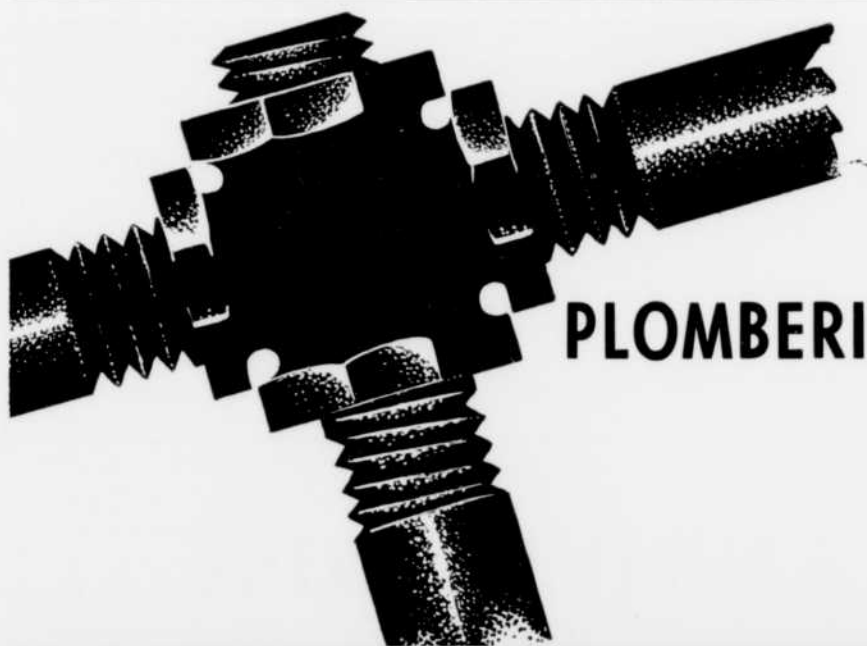
Succ. 343 E. Ste-Catherine

Omer De Serres
AV. 8-0251 1406 ST. DENIS

Fonds du

75ème ANNIVERSAIRE

"QUI DONNE AUX FONDS
PRÊTE AUX ÉTUDIANTS"



**NOUS AVONS LA
SOLUTION DE
TOUT PROBLÈME
DE**

PLOMBERIE et CHAUFFAGE

QUALITÉ
... DES MATÉRIAUX
PERFECTION
... D'EXÉCUTION
COMPÉTENCE
... DE SPÉCIALISTES

METRO INDUSTRIES LIMITED

9822 Jeanne-Mance, Montréal 12
DU. 9-8281

L. E. DANSEREAU, *Président*

me une foule d'informations indispensables. C'est un manuel de référence sur l'aluminium et ses alliages, sur la façon dont ils sont produits et sur les différents procédés industriels en usage pour leur utilisation et leurs transformation.

Des chapitres sont consacrés aux alliages d'aluminium, à leurs spécifications, leurs coefficients de dureté, leurs propriétés physiques, mécaniques et de résistance à la corrosion. Ce manuel traite aussi de la transformation et des usages de la tôle d'aluminium, des pièces forgées, coulées, filées à la presse, aux tuyaux, fils, tiges et barres. Des indications sont données sur le choix des alliages et des produits propres aux différents usages industriels de l'aluminium.

La théorie et la pratique des traitements thermiques sont expliquées et une importante section du volume est consacrée aux nombreuses méthodes utilisées pour joindre ce métal : soudure, rivetage, fixage et collage.

Les différents finis chimiques et mécaniques disponibles pour l'aluminium y sont décrits et le livre possède une section traitant de la procédure générale relative au travail de l'aluminium dans les ateliers.

En résumé, "Handbook of Aluminum" est un manuel indispensable à tous ceux qui utilisent ce métal léger qu'est l'aluminium.

L'homme dans l'harmonie universelle
par ANDRÉ LAMOUCHE. Un volume, éd. 1958, 9 x 5¾, 242 pages, broché : 980 francs. Paris, Éditions de la Colombe, 5, rue Rousselet.

Jean-Marie Nédélec, o.m.i. 1834-1896 par GASTON CARRIÈRE, o.m.i. Documents historiques no 34. La Société historique du nouvel-Ontario, Université de Sudbury, Sudbury, Ontario.

Study abroad — Études à l'étranger — Estudios en el extranjero. Volume IX — 1957-58. Un volume, éd. 1957, 9½ x 6, 836 pages, broché : 750 francs. Paris, UNESCO.

75,000 bourses d'études — chiffre record — créées à l'intention d'étudiants étrangers, sont énumérées dans la IXème édition d'"Etudes à l'Etranger", manuel international des bourses d'études publié chaque année par l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture.

"Etudes à l'Etranger", une des publications les plus vendues de l'Unesco, fournit dans cette édition des renseignements sur les bourses offertes par des gouvernements, des universités, des fondations et diverses autres organisations dans 83 Etats et dans de nombreux territoires. Cette publication fait état pour la première fois de bourses créées à l'intention de la Bulgarie, de l'Éthiopie, du Ghana, du Paraguay, de la Roumanie, de l'Arabie Séoudite et de l'U.R.S.S.

Outre la liste de ces bourses et les renseignements les concernant, on trouve dans les 836 pages d'"Etudes à l'Etranger" les résultats de la cinquième enquête annuelle de l'Unesco sur les étudiants inscrits dans les institutions d'enseignement supérieur de pays autres que le leur. Cette enquête révèle qu'en 1956, il y a eu environ 150,

000 étudiants étrangers inscrits dans 74 pays, soit 24,000 de plus que l'année précédente. Cet accroissement est dû pour une grande part au fait que l'Albanie, la Bulgarie, la Tchécoslovaquie, la Pologne, la Roumanie et l'URSS figurent cette année parmi les pays inclus dans cette enquête.

"Etudes à l'Etranger" nous apprend qu'en 1956 les Etats-Unis ont reçu le plus grand nombre d'étudiants étrangers : 36,494; viennent ensuite : la France avec 16,877 étudiants étrangers; l'URSS avec 12,300; l'Argentine 10,782 et le Royaume-Uni 9,723. Parmi les pays du Moyen-Orient, l'Égypte arrive en tête avec 3,671 étudiants étrangers alors qu'en Asie, le Japon vient en tête (3,137).

Mais à quoi s'intéressent principalement les jeunes gens qui poursuivent leurs études à l'étranger? L'enquête spéciale menée par l'Unesco dans 36 pays montre que les humanités sont restées, en 1955-1956, leur sujet favori : 26,432 étudiants sur 114,145; viennent ensuite la technologie (24,925 étudiants); la médecine (20,290), les sciences naturelles (13,034), les sciences sociales (11,638), et le droit (5,907).

La présente édition d'"Etudes à l'Etranger" met en relief le rôle important des bourses internationales dans le projet majeur de l'Unesco destiné à favoriser la compréhension mutuelle entre l'Orient et l'Occident. Il existe dans ce seul domaine au moins cent donateurs, parmi lesquels figurent notamment la Société japonaise qui a créé 31 bourses pour étudiants japonais désireux de faire leurs études aux Etats Unis, et le Gouvernement de l'Inde, qui a invité six étudiants français à poursuivre leurs travaux en Inde.

Fonds du

75ème ANNIVERSAIRE

"QUI DONNE AU FONDS PRÊTE AUX ÉTUDIANTS"

Index des Annonceurs

— B —

Beauchemin, Beaton, Lapointe	63
Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beau- lieu	63
Brissette Ltée, J. H.	57
Brunner Mond Canada Sales Ltd.	4

— C —

Canada Cement Co. Ltd.	3
Canadian General Electric Co. Ltd.	2
Canadian Industries Ltd.	6
Canadian Laboratory Supplies Ltd.	53
Canadian Liquid Air Co. Ltd.	7
Collet Frères Ltée	63
Commercial & Industrial Ventilation Ltd.	57
Crane Limited	Couv. 4

— D —

DeSerres Ltée, Omer	61
Dominion Bridge Co. Ltd.	5
Doucet & Doucet Ltée	53

— E —

Ecole des Hautes Etudes Commerciales	61
Ecole Polytechnique de Montréal	59

— F —

Fonderie de l'Islet Ltée, La	55
Forano Limitée	53

— G —

Gravel, Chs. Ed.	63
-----------------------	----

— I —

Ingénieurs Associés Ltée, Les	63
-------------------------------------	----

— K —

Keuffel & Esser of Canada Ltd.	57
-------------------------------------	----

— L —

Lalonde, Girouard & Letendre	63
LaSalle Builders Supply Ltd.	53-57
Leblanc & Montpetit	63

— M —

Metro Industries Ltd.	61
Metropole Electric Inc.	55
Ministère de la Défense Nationale	51
Mongeau & Robert Cie Ltée	59

— N —

National Boring & Sounding Inc.	Couv. 3
Noranda Copper & Brass Ltd.	Couv. 2

— P —

Placements Collectifs Inc., Les	57
---------------------------------------	----

— S —

Secrétariat de la Province	49
Surveyer, Nenniger & Chênevert	63

— U —

Université de Montréal	48
------------------------------	----

— V —

Volcano Limitée	8
-----------------------	---



HÔTEL DE VILLE DE VERDUN

ARCHITECTE
Armand Dutrissac

ENTREPRENEUR
J.-L. Guay

Les sondages pour cette construction furent exécutés par

National Boring & Sounding Inc.

615, rue Belmont – Montréal

RAPPORTS TECHNIQUES SUR

- Profils et conditions du roc
- Valeur portante des terrains
- Systèmes de fondations
- Perméabilité du sol

*Nos 20 ans d'expérience dans les travaux des fondations
sont une garantie de succès*



*Il y a plus de types et de dimensions
DIFFERENTS de ROBINETS
CRANE qu'il n'y a de cailloux
dans cette image.*

*Il y a un robinet CRANE pour régler
le débit de chaque genre de fluide.*



Une des nombreuses vannes
Crane largement utilisées
au Canada. Vanne en fonte
No 2462 $\frac{1}{2}$, disque à coin,
joints mécaniques, pression
125 lb.