

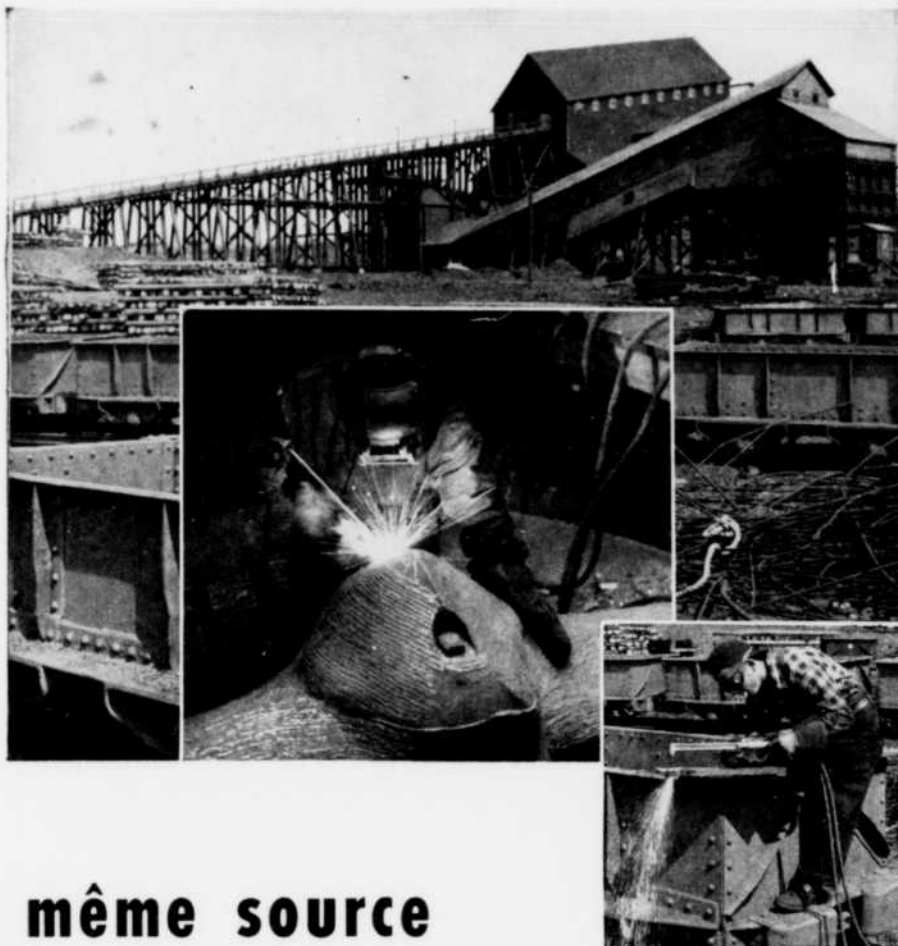
L

INGÉNIEUR

HIVER 1957 . 43ÈME ANNÉE . NO 172



REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE



Une seule et même source

*pour tous vos articles et
accessoires de soudage*

Trouver au même endroit tout l'outillage et les autres articles de soudage et de découpage qu'il vous faut est aussi avantageux et profitable que faire ses emplettes dans un magasin à rayons moderne ou un centre d'achat. Canadian Liquid Air vous offre une gamme complète de:

- Gaz à souder (oxygène, acétylène, argon)
- Outillage de soudage et de découpage L.A.
- Machines à souder à l'arc Miller CA et CC
- Electrodes en acier doux et inoxydable
- Electrodes et pièces de remplacement résistant à l'usure et formant des surfaces dures
- Baguettes à souder au chalumeau
- Fournitures générales de soudage

Nos services techniques, riches d'une expérience d'un demi-siècle dans le soudage, sont également à votre disposition.

Canadian LIQUID AIR Company
LIMITED

ST-JEAN, SYDNEY, HALIFAX, MONCTON, BATHURST, QUÉBEC, SOREL, MONTRÉAL, CORNWALL, BROCKVILLE, TORONTO, HAMILTON, NIAGARA FALLS, WATERLOO, LONDON, SARNIA, WINDSOR, SUDBURY, PORT ARTHUR, WINNIPEG, REGINA, SASKATOON, EDMONTON, CALGARY, MEDICINE HAT, RED DEER, CRANBROOK, VANCOUVER, VICTORIA, KITIMAT.

SCIENCES
ARTS
ECONOMIE
CULTURE



INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

HIVER 1957

VOLUME 43 — No. 172

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

Officiers :

MM. J. G. Chênevert, Ing. P., président
Henri Gaudet, D.Sc., Ing. P., 1er vice-président
Lucien Perrault, Ing. P., 2ème vice-président
Jacques Laurence, M.Sc., Ing. P., secrétaire-trésorier

Directeurs :

MM. J.-C. Chagnon, Roger Charland, René Dansereau,
Jean Dussault, Guy Dionne, Léo Roy, Jean Barcelo,
E. Bouchard, Guy L. Blain, Yvon Gariépy, C.-R.
Laberge, Conrad Laverdure.

Directeurs ex-officio :

MM. Léon A. Duchastel de Montrouge,
Maurice Gérin, Philippe A. Dupuis.

Représentants :

MM. Léopold Fontaine et René Rioux, section de Québec
François-J. Leduc, section Ottawa-Hull
Jacques Limoges, section du Nord de Québec et
Ontario
Henri Gaudet, Corporation de l'École Polytech-
nique
Gabriel Meunier, Association des étudiants de
Polytechnique.

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

MM. Philippe A. Dupuis, 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 Gaudet, 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 Poly-
technique.

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

SOMMAIRE

Les PROPRIÉTÉS GÉOTHECHNIQUES IN SITU DES SÉDI- MENTS ARGILEUX par P. André Rochette	7
ULTRA-PURIFICATION DE L'ALUMINIUM PAR LA MÉ- THODE DE LA ZONE FONDUE par Rémi Tongas, Ing. P.	12
LES APPLICATIONS DES MÉTAUX DES TERRRES RARES EN MÉTALLURGIE par M. Marcel Ballay	16
LA STRUCTURE ATOMIQUE DES FELDSPATHS par Guy Perrault, Ing. P.	24
CALCUL SIMPLIFIÉ DES PORTIQUES ET POUTRES SYMÉ- TRIQUES D'APRÈS LA MÉTHODE DE CROSS par Serge Woinowsky-Krieger	28
MODÈLES À ÉCHELLE RÉDUITE POUR LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT par Marc Mayrand, Ing. P.	31
OÙ EN SOMMES-NOUS EN MÉTALLURGIE ? par André Hone, Ing. P.	36
ERRATA	38
COUP D'OEIL	39
VIE DE L'ÉCOLE	43
VIE DE L'ASSOCIATION	45
NOUVELLES DES DIPLÔMÉS	47
REVUE DES LIVRES	50
INDEX DES AUTEURS 1957	66
INDEX ANALYTIQUE DES MATIÈRES 1957	67
INDEX DES ANNONCEURS	68

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 États-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Autorisée comme envoi postal de la seconde classe, Ministère des Postes, Ottawa. — Droits d'auteurs : Les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. — 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

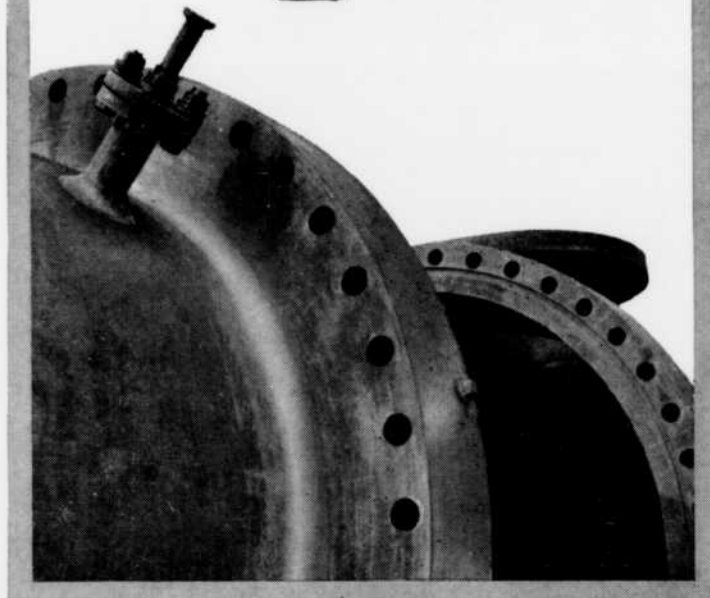
**Avez-vous
des problèmes
de résistance
aux chocs et à
la corrosion?**



La colonne à méthane à trois plateaux montrée ci-dessus a été calculée pour des conditions exceptionnelles de températures et de pressions. La pression d'opération maximum est de 300 lb/po.ca. et la température varie entre moins 238°F et plus 300°F.

Ce récipient en acier inoxydable, type 304, à très faible teneur en carbone, doit pouvoir résister à la corrosion à hautes températures, et — tant pour les soudures que pour le métal même — aux chocs subis sous basse température. De tels récipients exigent des études poussées, des contrôles rigoureux de manufacture, et une maîtrise complète du soudage.

L'agrandissement de droite montre l'aspect de la soudure une fois meulée et polie. On ne peut y relever la plus minime encoche.



DOMINION BRIDGE COMPANY LIMITED

Usines : MONTRÉAL • OTTAWA • TORONTO • WINNIPEG • CALGARY • VANCOUVER

Usines des compagnies associées : AMHERST, N.-E.: Robb Engineering Works Ltd. QUÉBEC : Eastern Canada Steel & Iron Works Ltd.

SAULT STE-MARIE : Sault Structural Steel Co. Ltd. WINNIPEG : Manitoba Bridge & Eng. Works Ltd.

CALGARY : Riverside Iron & Eng. Works Ltd. EDMONTON : Standard Iron & Eng. Works Ltd.

Divisions : Chaudronnerie • Structures • Mécanique • Entrepôt

Chaudronnerie par Dominion Bridge



*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.*



Valve No 14477
L'un des nombreux dispositifs Crane qui résistent aux fluides corrosifs. Vanne à disque à coin en fonte alliée No 14477.

DES TRAVAUX

GIGANTESQUES!



CONDUITE DE 3,300 PIEDS

LES NOUVEAUX CHANTIERS DAVIE
SONT COMPLÈTEMENT OUTILLÉS POUR
TOUTES SORTES DE GROS TRAVAUX

**RÉCIPIENTS À PRESSION
ÉCHANGEURS DE CHALEUR
CONDUITES ET PIPE-LINES
VANNES ET GRILLES
TRÉMIES ET CAISSONS
FOURS ET AUTOCLAVES
MACHINERIE GÉNÉRALE**



"ROUE" DE FOUR À CIMENT

DAVIE

SHIPBUILDING LTD.

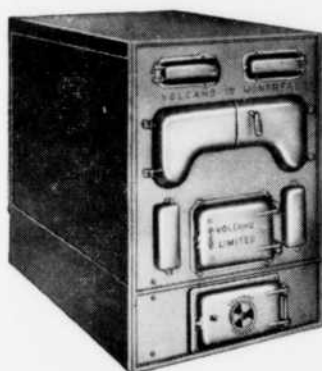
GENERAL ENGINEERING DIVISION

C.P. 130, Lévis, P.Q.

Vous avez intérêt à connaître ces 4 fameux appareils **VOLCANO**

En effet, chacun de ces fameux appareils est fabriqué pour donner un rendement économique et sans ennui, avec les matériaux de la plus haute qualité, par l'un des plus importants manufacturiers d'appareils de chauffage automatique au Canada, **VOLCANO LIMITÉE**, dont la compétence est fondée sur l'expérience de plus d'un siècle dans le domaine du chauffage.

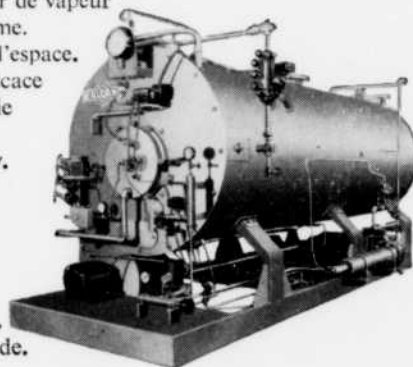
LA FOURNAISE À TUBES D'EAU VOLCANO



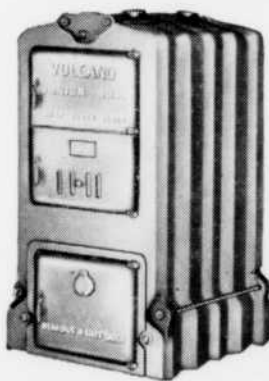
Chauffer avec un maximum de rendement—voilà l'une des principales caractéristiques de la fournaise Volcano à "tubes d'eau". La fournaise a une grande chambre de combustion qui permet aux gaz en combustion d'effectuer un long trajet et de couvrir une grande surface chauffante avant de sortir par la cheminée. La fournaise est livrée en morceaux, complètement démontée, ce qui la rend très facile à entrer dans la cave. Elle est de plus munie d'une enveloppe isolante en acier doublé d'un matériel pouvant résister à de très hautes températures.

LA CHAUDIÈRE AUTOMATIQUE VOLCANO "STARFIRE"

Appareil producteur de vapeur complet par lui-même. Compact—ménage l'espace. Fonctionnement efficace qui signifie économie de combustible. Modèle depuis 9 c.v. jusqu'à 500 c.v. . . . à l'huile légère, à l'huile lourde, au gaz ou combinés huile-et-gaz . . . toutes pressions . . . vapeur ou eau chaude.



FOURNAISE EN FONTE VOLCANO



—fonctionnement sûr, sans gaspillage de combustible, pour bureaux, fabriques, cinémas, églises et maisons privées. Appareils à ailettes multiples pour une plus grande efficacité, avec base sèche appropriée au chauffage automatique ou manuel.

FOURNAISE VOLCANO DYNATHERM

Vous obtiendrez des résultats remarquables avec la fournaise Dynatherm compacte et économique. Le principe de la "Flamme Tourbillonnante" extrait toute la chaleur de chaque goutte d'huile . . . chauffe l'eau deux à trois fois plus vite! D'installation facile, dessin moderne, fabrication soignée. Pour chauffage à l'eau (capacité: 1000 à 2000 pds carrés nets de radiation) ou pour chauffage à vapeur à basse pression (capacité: 625 à 1250 p.c. nets).



**Tous les modèles
fabriqués entièrement
au Canada**

Usines: SAINT-HYACINTHE
M. WILFRID GIROUARD, président

VOLCANO

LIMITÉE

8635, boulevard St-Laurent, Montréal, P.Q.
Québec Toronto

L'un des plus importants manufacturiers d'appareils de chauffage automatique au Canada



LES PROPRIÉTÉS GÉOTECHNIQUES IN SITU DES SÉDIMENTS ARGILEUX

par

P. André Rochette

Professeur-adjoint de génie civil à l'École Polytechnique de Montréal
Ingénieur civil de l'École Nationale des Ponts-et-Chaussées

Introduction

Dans une étude des sols, la nécessité économique de garder au minimum le nombre des essais de détermination directe impose l'usage de relations probables entre des grandeurs que l'on suppose représentatives du sol.

Quelles peuvent être la forme et les conditions de validité des lois de variation caractéristiques d'un dépôt argileux? Leur recherche exige une enquête sur les données les plus utiles et les plus immédiates du chantier — c'est-à-dire, les propriétés en fonction de la profondeur et du mode de sédimentation — et une analyse qui s'attache attentivement aux discontinuités autant qu'à la tendance générale et qui soit soucieuse d'envisager aussi bien la dispersion des résultats que la valeur moyenne. La présente étude propose les résultats d'un travail préliminaire relatif aux argiles des Basses Terres du fleuve Saint-Laurent qu'illustre la description d'un sondage effectué à Nicolet avec les meilleures techniques d'essais.

Résultats des essais et profil du sol

L'apparence de l'argile fraîchement découpée et les changements d'aspect accompagnant la dessiccation à l'air prouvent que le terrain à Nicolet comprend essentiellement deux dépôts sépa-

rés par une zone de transition non stratifiée où l'on distingue deux types de sol s'apparentant chacun au dépôt principal adjacent. Dans leur ensemble, les propriétés du sol représentées sur la Fig. 1 varient régulièrement avec la profondeur mais accusent de brusques changements de variation à des cotes qui coïncident avec les séparations établies par la classification descriptive.

A part une certaine dispersion des teneurs en eau observée tout au long de la couche supérieure (écarts moyens de 5% imputables à la présence de lits nombreux et fins de silt ou sable; cf. référence no 1), les points figuratifs des essais se situent sur les courbes de la Fig. 1 avec une approximation généralement supérieure à 97%; les lignes de ce graphique sont donc régulières sans être représentatives de valeurs moyennes: un même type d'argile garde un certain degré d'homogénéité avec la profondeur; le bien-fondé des hypothèses simplificatrices de la mécanique des argiles se trouve établi.

D'après l'expérience de l'auteur, de nombreux sondages effectués dans la région du lac Saint-Pierre (cf. référence no 2) révèlent aussi des propriétés peu variables avec la profondeur mais donnant lieu à des décrochements analogues à ceux des Figs 1-b (cisaillement) et 1-d (préconsolidation), et survenant à des niveaux variables autour de la cote nulle (suivant la

proximité de l'axe de l'ancienne vallée). La présence de la zone de transition générale dans la région et l'uniformité des dépôts observée dans les directions horizontale et verticale trouvent une explication dans la continuité des processus de sédimentation.

Teneur en eau et plasticité

La Fig. 1-a réfère au cas d'une argile à haut indice de liquidité. (L.I. voisin de deux: la moitié au plus de l'eau interstitielle possède une certaine viscosité), caractère qui, joint à un indice des vides élevé (deux fois plus de vides que de volume solide; la structure est lâche), confère à ce matériau une extrême sensibilité au remaniement.

La teneur en eau décroît quasi linéairement avec la profondeur dans le cas où le sol est normalement consolidé (taux de diminution constant sur une épaisseur de 15 pi. dans la zone profonde où la surconsolidation est très faible et constante). La Fig. 2-a illustre la même allure de variation en fonction de la teneur en électrolytes du terrain naturel normalement consolidé, en accord avec les expériences de laboratoire (cf. Fig. 3-a; références nos 3 et 4); les zones non précomprimées des deux dépôts principaux semblent donner lieu à la même droite de variation; cette coïncidence ne

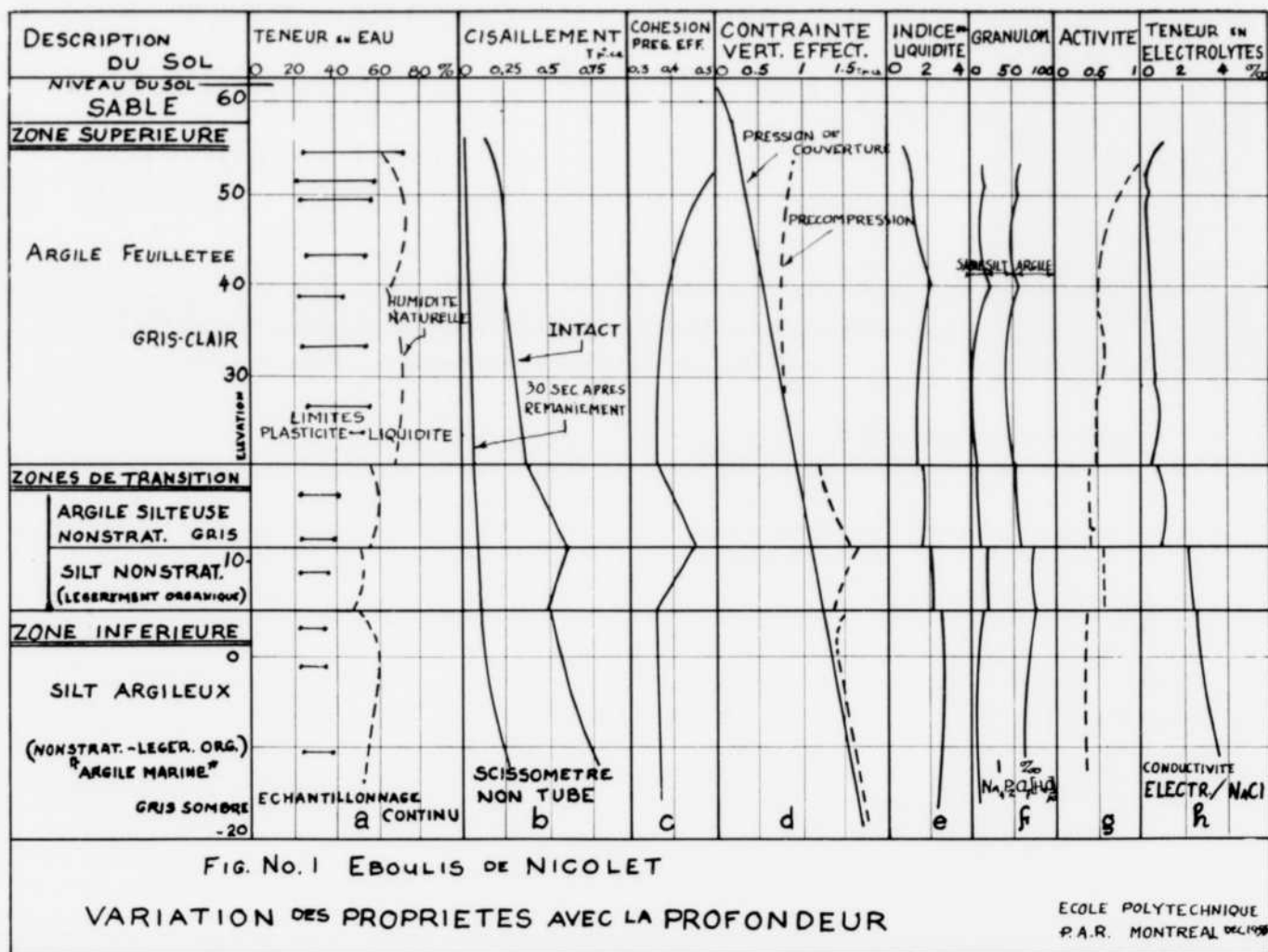


FIG. No. 1 EBOULIS DE NICOLET

VARIATION DES PROPRIETES AVEC LA PROFONDEUR

ECOLE POLYTECHNIQUE
P.A.R. MONTREAL DEC. 1958

saurait être tenue pour justifiée, vu la dispersion des résultats relatifs à la couche supérieure. La Fig. 2-a illustre également l'effet de la préconsolidation (portion superficielle et zones de transition).

La limite de plasticité varie peu avec la profondeur (Fig. 1-a), avec la préconsolidation et avec la teneur en électrolytes (Fig. 2-a): son invariabilité par rapport à la plupart des variables autres que la nature des particules solides renvoie à une analogie de composition minéralogique tout au long du sondage.

La limite de liquidité varie irrégulièrement mais décroît dans son ensemble avec la profondeur (Fig.

1-a). La Fig. 2-a met en évidence la raison de cette tendance générale: la valeur moyenne pour les couches successives ne cesse de diminuer, mais dans chacune d'elles, la limite de liquidité s'accroît avec la profondeur et avec la teneur en électrolytes (variation prévisible puisqu'il s'agit d'argiles à illites et chlorites; cf. références nos 4 et 5). Cet accroissement s'accompagne, pour un même type de sol, d'une augmentation parallèle du pourcentage des particules de taille argileuse (Fig. 1-f); il se produit de façon à assurer la constance de l'activité colloïdale le long de la zone (Fig. 2-b); cette remarquable propriété (énoncée dès 1948 par A. W. Skempton pour caractériser le dépôt entier comme étant inactif ($A_c = c.a. 0.5$), postglaciaire et

marin, cf. référence no 6) se vérifie à peu près pour les différentes couches du profil à Nicolet mais avec plus de rigueur dans chacune des zones; l'activité dépend donc de la composition de l'eau interstitielle, mais varie peu avec chaque sorte de dépôts.

Consolidation

Plus d'une vingtaine d'essais oedométriques sur des échantillons prélevés soigneusement à l'aide du carottier suédois à feuillets métalliques et l'observation des lieux prouvent que la zone profonde est très faiblement surconsolidée et que le dépôt supérieur affecte une préconsolidation constante (surconsolidation décroissant régulièrement avec la

profondeur) au-dessus de la cote 30 pi. puis se trouve normalement consolidé. Les zones de transition présentent une surconsolidation variant de 1/4 à 1/2 tonne par pi. car. L'indice de compression est voisin de 2 dans le sol stratifié non consolidé, et de 0.8 le long de la couche profonde.

Les figures 2-a à 2-d illustrent l'effet de la préconsolidation sur les limites de consistance, et de l'activité colloïdale sur les variations de la teneur en eau et du cisaillement.

L'existence, à 30 pi. de profondeur, de la zone d'argile compressible, sensible au remaniement et normalement consolidée, pose d'intéressants problèmes de tassement; pour un même taux de chargement (inférieur à la surconsolidation de la zone superficielle), un immeuble particulier, de faible étendue, ne s'affaissera pas, tandis que la cathédrale de Nicolet a nécessité une reprise en sous oeuvre.

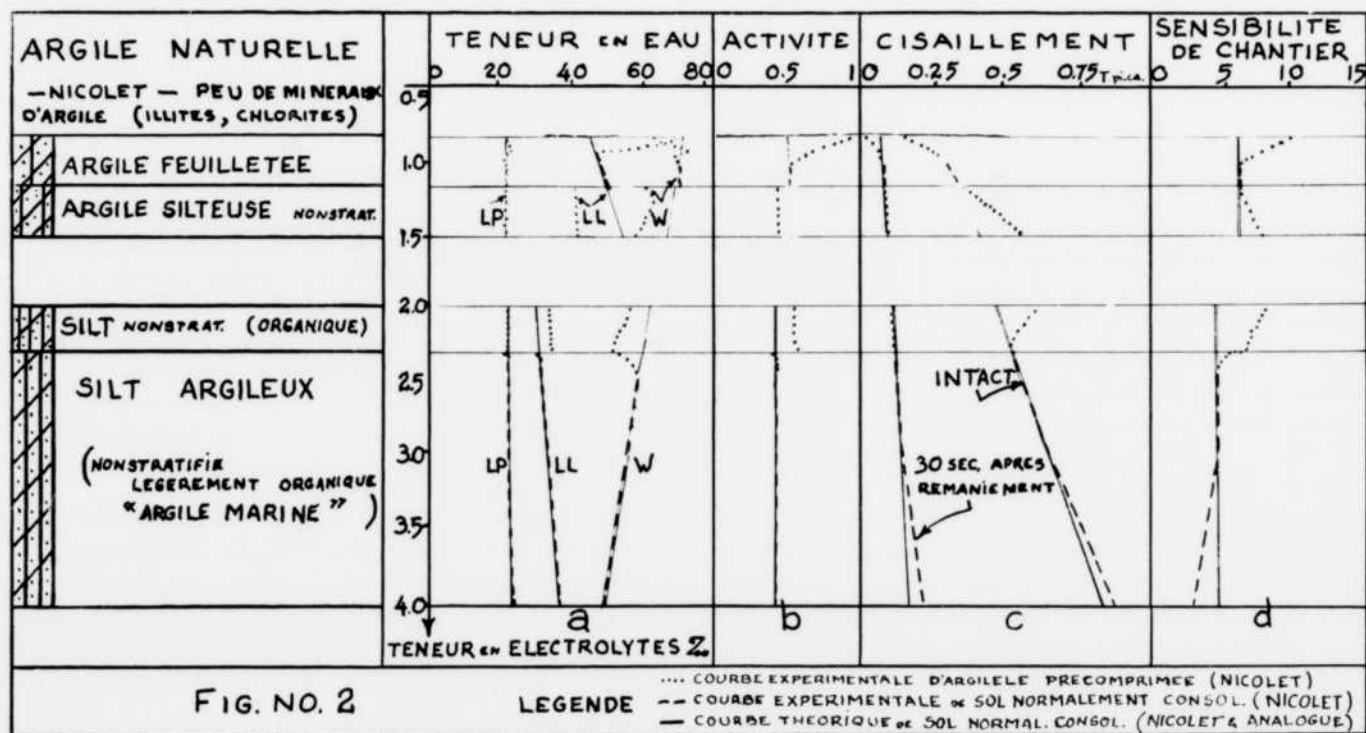
Cisaillement

La résistance au cisaillement a été déterminée au moyen d'essais scissométriques in situ. L'emploi d'un tubage capable d'éliminer tout frottement sur le fût de l'appareil, a été sacrifié à l'économie et à la rapidité des opérations de chantier (cent quatre-vingts essais accomplis en moins de quinze heures). Deux sondages adjacents ont été conduits jusqu'à plus de soixante pieds de profondeur avec un intervalle d'essai limité à 18 pouces dans l'espoir de déceler les moindres irrégularités de sédimentation; les écarts de mesure généralement inférieurs à 5% attestent de la fidélité du mode opératoire.

La résistance au cisaillement de l'argile intacte et normalement consolidée augmente linéairement avec la profondeur (Fig. 1-b) et la teneur en électrolytes (Fig. 2-d); la précompression pro-

voque généralement une augmentation de la cohésion mais la couche superficielle du dépôt manifeste une chute du cisaillement en dépit d'une consolidation décroissante, ce qui indique un changement de nature du complexe solide-liquide et une structure dilatante. La profondeur peut influencer les résultats scissométriques de la zone inférieure tandis que la cohésion est sans doute surestimée le long de la zone superficielle (structure feuilletée et précomprimée; composante de frottement survenant aux discontinuités de propagation de la pression interstitielle).

Le remaniement tend à effacer l'hystérésis de la surconsolidation et la courbe est indépendante de la préconsolidation (Fig. 1-b). La documentation géotechnique abonde en données relatives à la sensibilité des argiles mais il n'est qu'exceptionnellement fait mention de la méthode d'évaluation. L'indice de sensibilité prend



des significations et des valeurs essentiellement différentes suivant l'énergie de remaniement, la méthode de mesure et le taux du durcissement thixotropique; suivant aussi qu'il s'agit de remaniement sur place ou de remaniement en laboratoire.

La cohésion, après remaniement sur place (remaniement obtenu par une rotation de trois tours; attente de 30 secondes avant la mesure opérée à la vitesse angulaire de 0.1 degré par minute), a la propriété singulière de s'accroître linéairement avec la profondeur (Fig. 1-b), et aussi avec la teneur en sels (Fig. 2-c); la droite de variation semble, dans le cas de Nicolet, être la même pour les différentes couches argileuses; cette coïncidence renvoie à l'examen des teneurs en eau dont l'alignement a déjà été consigné.

Au-dessous de la cote nulle, la droite de la théorie précédente s'incurve nettement sur la Fig. 1-b. La raison de cette apparente contradiction tient sans doute à une modification insoupçonnée du procédé de mesure. L'explication proposée après une révision des circonstances de progression des sondages (cf. référence No 7) pourrait être la suivante: lors de la rotation de l'appareil, on observe un à-coup, survenant pour une certaine fraction de la déformation élastique, et correspondant au décrochement du fluide visqueux qui entoure le fût. Le scissomètre devrait donc fournir le même résultat avec ou sans tubage. A mesure de l'enfoncement, par suite de l'allongement de la colonne visqueuse et du retard possible de rotation des palettes par rapport au mouvement moteur, le frottement latéral finit par ne plus s'annuler, puis par croître avec la profondeur. Les deux évaluations avant et après remaniement seraient à chaque niveau entachées de la

même erreur par excès, égale à l'adhérence résiduelle. La Fig. 2-c confirme intégralement cette hypothèse.

L'indice de sensibilité de chantier tend généralement à décroître avec la profondeur (Fig. 1-b). En fait, dans le cas d'un sol normalement consolidé, les cisaillements sont proportionnels à la pression de couverture; donc, la sensibilité de chantier manifeste la propriété fondamentale de rester, pour un type d'argile donné, indépendante de la profondeur, quel que soit le mode de remaniement. L'impression d'une décroissance de la sensibilité avec la profondeur s'explique par l'augmentation de la constante en surface due aux effets cumulés de précompression et de délavage et par sa diminution dans les zones profondes imputable à la persistance du frottement de l'argile sur le fût non tubé.

Géologie et géotechnique des argiles

Les propriétés actuelles des argiles de Nicolet, découlant de leur contexte historique, constituent à elles seules un apport précieux à l'étude de leur géologie:

A) D'après le taux d'activité, il s'agit de dépôts postglaciaires. (Référence No 6).

B) La sédimentation s'est d'abord faite en milieu marin puis, à partir de la demi-transition: cote 12 pi., en eau beaucoup plus saumâtre (comme l'attestent la valeur élevée du coefficient C/P par rapport à l'indice de plasticité et la courbe de la teneur en électrolytes en fonction de la profondeur (Fig. 1-h). Les moindres taux de variation des argiles canadiennes par rapport aux sols norvégiens d'origine marine (Fig. No 3) prouvent la nature saumâtre du milieu et la modération du délavage. La présence de deux milieux

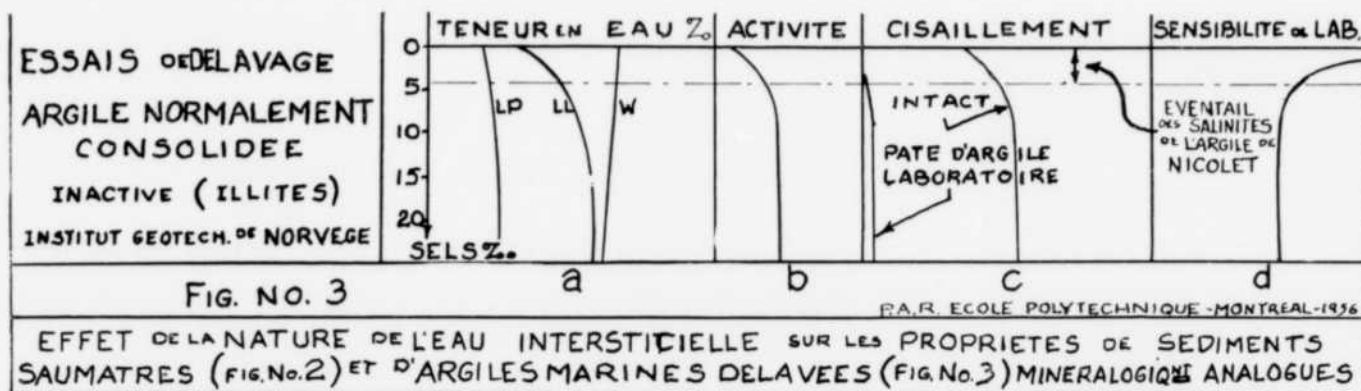
de sédimentation avec précompression de la zone intermédiaire correspond-elle à deux étapes fondamentales de la mer Champlain: invasion marine puis inversion du sens de drainage et évacuation des eaux vers la mer? L'exemple de Nicolet ne saurait à lui seul appuyer valablement une telle assertion. La constance de l'indice de plasticité et l'unicité des droites de variation avec la profondeur de la teneur en eau, de la cohésion et du remaniement in situ renvoient à une certaine identité de la composition minéralogique tout au long du profil.

C) L'aspect de la courbe de granulométrie prouve que l'argile marine est un dépôt en eau peu profonde, et la zone supérieure feuilletée en eau plus profonde; la couche superficielle et la zone de transition correspondent à une sédimentation en eau très peu profonde. L'augmentation de taille des particules à la cote 40 pi. indique un rapprochement de la source des matériaux, c'est-à-dire une discontinuité temporaire du rythme de sédimentation.

La lecture interprétative des résultats du sondage effectué à Nicolet conduit, entre autres, aux conclusions suivantes:

A) La nécessité d'une procédure pour conférer une signification aux données des essais (ex. cisaillement; granulométrie . . .). L'inaptitude fréquente du laboratoire à reproduire les conditions in situ; donc la différence de nature des grandeurs envisagées sur le chantier et en laboratoire (indices de sensibilité).

B) L'usage prometteur de concepts permettant d'appréhender globalement des grandeurs dont l'analyse est délicate; par exemple, la teneur en électrolytes est un outil de travail qui, joint à la connaissance des limites de consistance, exprime l'ordre de grandeur de la plupart des phénomènes liés à la nature des minéraux



et à la composition du liquide interstitiel.

C) Le degré d'uniformité des sédiments argileux récents de l'est du Canada; la simplicité de variation avec la profondeur des propriétés des sols normalement consolidés : cisaillements — indices de sensibilité — teneur en sel et activité... La possibilité d'une solution simplifiée mais approchée des problèmes de l'ingénieur des sols; l'importance pratique de construire, à l'occasion des projets de fondation, un tableau des propriétés du sol en fonction de la profondeur; les critères simples de variation s'appliquent alors pour esquisser ou vérifier une estimation des zones normalement consolidées, des changements du type de l'argile et de l'intérêt à utiliser la présence des portions surconsolidées.

Remerciements

L'auteur remercie Monsieur J. Harris, ingénieur d'Uhl, Hall and Rich, Massena (New York), qui a procédé aux mesures scissométriques sur le chantier avec soin et succès. Le carottier suédois à feuillets de Geocon Limited a été utilisé pour le prélèvement des échantillons. Les travaux de laboratoire et de compilation des résultats ont été conduits à l'École Polytechnique de Montréal par l'auteur sous la direction du Professeur Jacques-E. Hurtubise.

Cette étude qui s'est poursuivie durant l'été et l'automne 1956 doit son aboutissement à un octroi du "Conseil National des Recherches" et son programme au patronage du "Comité canadien de la mécanique des sols et de la neige".

RÉFÉRENCES

- 1—J.-H. HURTUBISE et P.-A. ROCHETTE. — L'Éboulis de Nicolet, L'Ingénieur, Hiver 1956, No 168.
- 2—Dossiers de sondages exécutés à Varennes, Contrecoeur, Louiseville, Nicolet... — Documentation de l'École Polytechnique et de Geocon Limited, Montréal.
- 3—L. BJERRUM (1954) "Geotechnical Properties of Norwegian Marine Clays", Norwegian Geotechnical Institute — publication No 4.
- 4—I. TH. ROSENQUIST (1955) "Investigation on the clay electrolyte-water system"; Norwegian Geotechnical Institute — publication No 9.
- 5—P.-A. ROCHETTE (septembre 1956) "Étude des dépôts argileux instables de l'est du Canada"; thèse de maîtrise es Sc.A. — École Polytechnique de Montréal.
- 6—A. W. SKEMPTON (1948) "The Colloidal Activity of Clays"; Proc. 3rd Int. Conf. on Soil Mechanics, vol. 1 p. 59.
- 7—JOHN HARRIS d'UHL, HALL and RICH, ingénieurs-conseils, Massena (N.Y.); communication personnelle.



ULTRA-PURIFICATION DE L'ALUMINIUM PAR LA MÉTHODE DE LA ZONE FONDUE

par
Rémi Tougas, M.Sc.A., Ing. P.

Département de Métallurgie, École Polytechnique de Montréal

Appareillages et expériences

La purification par la méthode de la fusion zonale consiste essentiellement (1,2) à fondre une faible longueur d'un échantillon allongé et, par déplacements lents de cette zone fondue, à concentrer les éléments étrangers à l'une ou l'autre des extrémités du barreau.

La Fig. 1 montre les parties essentielles du dispositif expérimental utilisé dans les laboratoires de Métallurgie de l'École Polytechnique pour l'ultra-purification d'un aluminium déjà raffiné par double électrolyse. La zone est amenée à la fusion au moyen d'un enroulement inducteur (Fig. 2) relié à un générateur de 450 kilocycles. Un mécanisme spécial communique à la nacelle d'alumine pure contenant la charge de métal à purifier le taux de déplacement lent requis. Une atmosphère neutre (argon) est maintenue dans le tube de Pyrex qui contient la nacelle. Le tube est incliné pour réduire au minimum le transport de métal survenant lors des déplacements de la zone fondue (3).

Un temps considérable peut être épargné si plusieurs zones

sont fondues simultanément dans le lingot (4), mais cette façon de procéder n'est pas avantageuse

dans le cas de l'aluminium (5) : à cause de la forte conductibilité thermique de ce métal, il devient

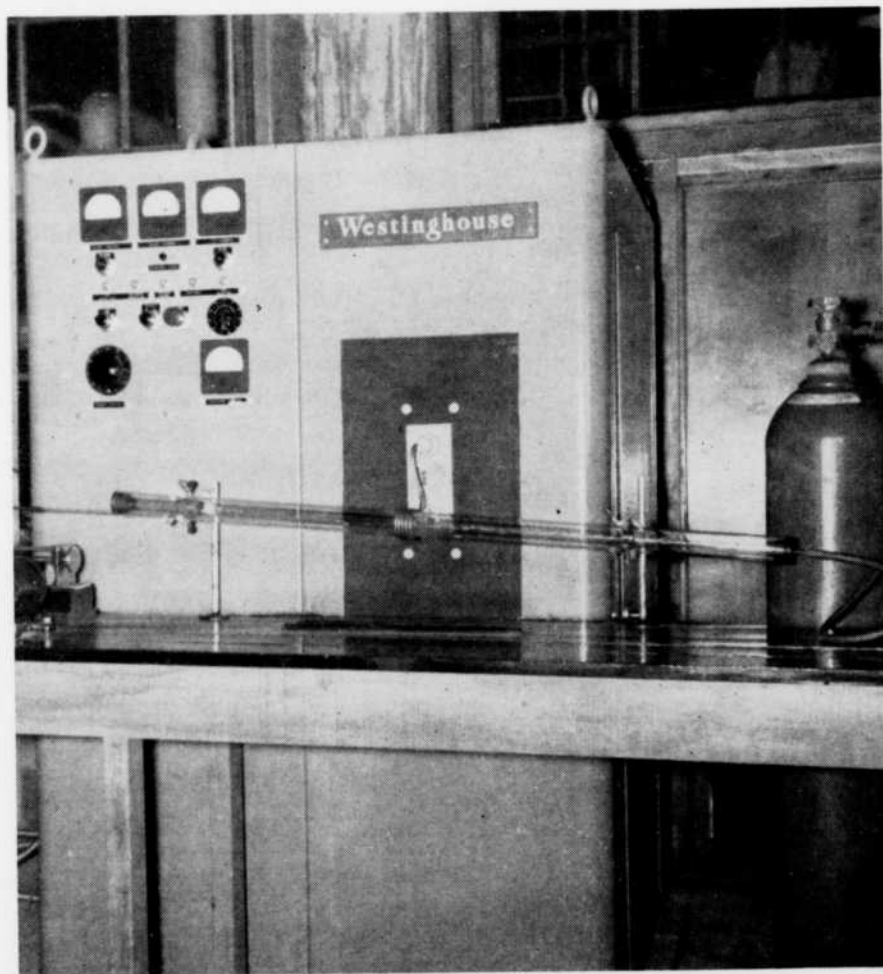


Fig. 1 — Vue générale du dispositif expérimental utilisé dans les laboratoires de Métallurgie de Polytechnique pour l'ultra-purification de l'aluminium par fusion zonale.

pratiquement impossible de maintenir un pont solide entre deux zones successives. Il est certain qu'un faible taux de déplacement de la zone (de l'ordre d'un demi-pouce à l'heure) opère une purification plus poussée par passage de zone (6), mais pas nécessairement par unité de temps. Une vitesse de déplacement d'environ deux pouces à l'heure a été adoptée parce qu'elle semblait joindre avantageusement les facteurs temps et purification.

On a choisi une zone relativement longue (20% de la longueur totale du lingot) afin de pouvoir étudier plus facilement les mouvements de soluté d'un passage à l'autre (2). Le chauffage par induction haute fréquence a été préféré à tout autre pour deux raisons principales : a) il apporte la chaleur au sein même du métal; les possibilités de réactions entre le métal fondu et la nacelle sont alors de beaucoup diminuées, puisqu'on évite un échauffement exagéré du réfractaire; b) pour des fréquences convenables, on a une certaine agitation du bain liquide, ce qui permet une meilleure diffusion de soluté dans la zone. La nacelle utilisée dans les présents essais de purification de l'aluminium par fusion zonale était d'alumine à un haut degré de pureté. Celle-ci ne doit pas contenir de silice afin d'éviter les réactions qui peuvent survenir entre le métal fondu et la nacelle.

Résultats

Les essais de purification par la méthode de la zone fondue ont porté sur un aluminium commercial de haute pureté gracieusement fourni par Aluminum Company of Canada Ltd. Son titre conventionnel, obtenu en retranchant de 100 les teneurs en magnésium, silicium, fer et cuivre, est 99.992%, et les impuretés sont ainsi distribuées :

Cu : 0.002%
 Fe : 0.003%
 Mg : 0.002%
 Si : 0.001%

Pour une longueur de zone d'un pouce et demi (longueur de l'échantillon : huit pouces) et pour un taux de déplacement de la zone d'environ deux pouces à l'heure, le degré de purification obtenu après 1, 3, 5, et 9 passages de la zone fondue a été étudié.

On a dû apporter un soin particulier au tracé des profils de concentration correspondant à la distribution des différents solutés le long des lingots, après un nombre donné de passages de la zone fondue. En premier lieu, disons que les valeurs obtenues pour les concentrations en soluté, à différents points le long d'un échantillon, étaient le résultat d'une seule analyse spectrographique. La migration des impuretés vers une extrémité de l'échantillon était

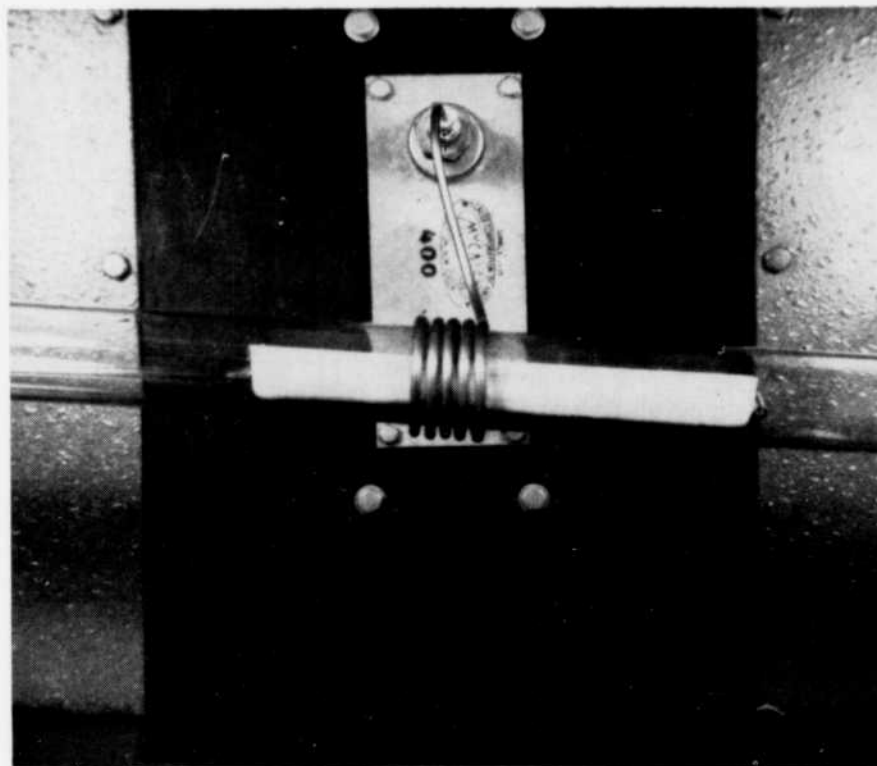


Fig. 2 — Nacelle d'alumine pure, contenant le lingot d'aluminium à raffiner, défilant au centre de l'enroulement inducteur relié au générateur haute fréquence.

bien définie et évidente, mais il a fallu savoir distinguer entre les résultats correspondant à la réalité et ceux pouvant être distribués au hasard. De plus, pour des concentrations aussi faibles, les valeurs trouvées par analyse spectrographique ne doivent pas être considérées comme absolument exactes (7). L'appareil peut donner des résultats fiables jusqu'à un certain niveau de concentration (environ 0.001%) au-dessous duquel il devient impossible d'estimer ou de prévoir la précision des résultats (8).

Toutefois, comme nous l'avons dit précédemment, il a été possible de discerner une tendance nette pour les solutés à se concentrer dans la dernière partie du lingot : les impuretés ont été drainées d'une extrémité à l'autre de l'échantillon, d'une façon plus ou moins complète suivant le nombre de passages de la zone. Si nous comparons les concentrations en

différentes impuretés, initialement et après neuf passages de la zone fondue (à la tête du lingot), nous obtenons les rapports de purification reportés sur le Tableau I.

Le profil de la Fig. 3 nous montre la variation de la concentration totale en impuretés (Cu, Mg, Fe, Si) le long d'un barreau d'aluminium purifié par neuf passages d'une zone fondue dont la longueur est 0.20 de la longueur totale du barreau. Il nous permet de constater que la concentration en impuretés en tête du lingot est d'environ 12 parties par million : cette valeur est conservatrice et nous avons tout lieu de croire que la concentration réelle en impuretés en tête du lingot est plus faible que 12 parties par million. Conservant cette valeur, nous avons donc obtenu un métal, à l'origine du barreau, dont le titre conventionnel est au moins 99.9988%, ce qui correspond, par rapport au métal original, à un rapport de purification global d'au moins $80/12 = 6.6$. Cette courbe illustre d'une façon générale l'effet caractéristique du passage successif de zones fondues dans une charge solide : les impuretés sont drainées (si $k < 1$) vers la dernière portion du lingot, i.e., vers l'extrémité du barreau traversée en dernier lieu par la zone liquide.

Le coefficient de partage k , pour une longueur de zone et une vitesse de déplacement de la zone données, est le facteur directeur régissant la distribution du soluté le long d'un barreau traversé par une zone fondue. La détermination de la valeur effective de k , et une comparaison de celle-ci avec sa valeur théorique correspondante, nous fournissent donc un critère permettant de juger de la validité des hypothèses simplificatrices faites au départ, à savoir (2) :

- a) la composition est uniforme dans le liquide, i.e. la diffusion dans le liquide est complète et immédiate;

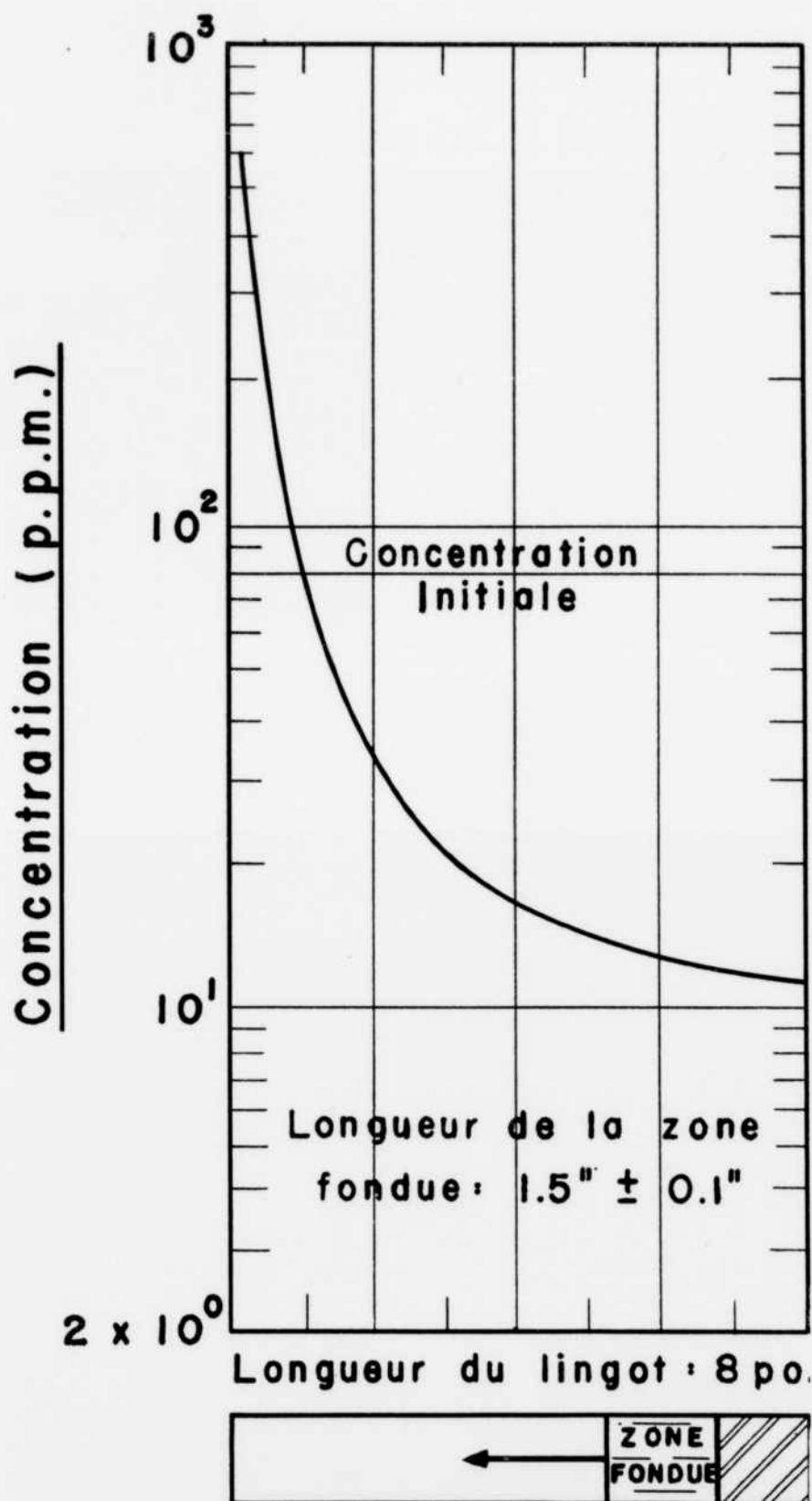


Fig. 3 — Variation de la concentration en impuretés (Cu, Mg, Fe, Si) dans un barreau d'aluminium purifié par la méthode de la zone fondue (après 9 passages).

TABLEAU I

Purification d'un lingot d'aluminium par la méthode de la zone fondue : rapports de purification approximatifs, à la tête du lingot, après 9 passages de la zone fondue.

ELEMENT	Concentration initiale %	Concentration après 9 passages de la zone fondue %	Rapport de purification approximatif
Cu	0.002	0.0003	6.7
Mg	0.002	0.0003	6.7
Si	0.001	0.0002	5.0
Fe	0.003	0.0004	7.5

TABLEAU II

Coefficients de partage k pour les systèmes binaires Al-Mg et Al-Cu.

COEFFICIENT DE PARTAGE k

ELEMENT	THEORIQUE	EFFECTIF
Mg	0.32	0.66
Cu	0.13	0.65

- b) la diffusion dans le solide est négligeable;
- c) le coefficient de partage k est constant;
- d) la longueur de la zone demeure constante, sauf à la fin;
- e) la solubilité du soluté dans le liquide n'est dépassée en aucun moment.

Au Tableau II, les coefficients de partage effectifs (pour Mg et Cu), calculés d'après les résultats expérimentaux par la méthode de Tolmie et Robins (9), sont comparés aux coefficients théoriques obtenus des diagrammes d'équilibre. Les valeurs effectives sont plus près de l'unité que le sont les valeurs théoriques. Ceci nous amène à conclure que les hypothèses faites au départ ne sont qu'incomplètement satisfaites dans les présents essais, en particulier celle qui stipule une composition uniforme dans la zone liquide, i.e. une diffusion complète et instantanée du soluté dans la zone fondue. Il reste toujours en pratique un excès d'atomes de soluté dans le liquide voisin de l'interface de solidification. Le solide qui cristallise à cet endroit est plus riche en soluté que si le liquide de la zone était de composition uniforme. D'où l'importance d'une bonne agitation dans le bain liquide et d'un taux d'avancement

suffisamment lent. Notons toutefois que les valeurs théoriques de k , points de référence dans la détermination des rendements, ne sont qu'approximatifs à cause des indéterminations inhérentes aux diagrammes eux-mêmes.

Conclusions

La méthode de la zone fondue se révèle une excellente méthode de purification ultime de l'aluminium. Son efficacité de raffinage est remarquable : elle nous a permis d'obtenir à partir d'un aluminium de titre conventionnel 99.992% un aluminium ultra-pur dont le titre est au moins 99.9983%. Quelques changements simples dans le processus expérimental permettraient d'obtenir un titre encore plus élevé.

La concentration en impuretés le long d'un barreau raffiné par la méthode de la zone fondue est si faible en certains points que les limites de détection du spectrographe sont dépassées. Seule la mise au point de nouvelles méthodes d'analyse pourra donner entière satisfaction, et ouvrir la porte aux recherches sur l'influence des traces sur différentes propriétés physiques et chimiques des métaux.

Depuis sa mise au point en 1952, la méthode de la zone fon-

due a suscité un intérêt considérable parmi les chercheurs et nous avons tout lieu de croire que ce procédé, bien qu'encore au stage expérimental dans bien des cas, pourra éventuellement être appliqué couramment à l'échelle industrielle pour l'ultrapurification de nombreux métaux.

Nous désirons souligner en terminant que les travaux décrits dans cet article font partie du programme général de recherches établi au Département de Génie Métallurgique par son Directeur, M. André Hone, D.Sc., Ing. P.

Nous tenons de plus à remercier sincèrement les personnes et organismes qui ont bien voulu nous prêter leur concours, en particulier l'Aluminium Laboratories Limited (Arvida), pour les analyses spectrographiques, ainsi que Monsieur le Professeur Georges Chaudron, Membre de l'Institut, Paris, pour ses précieux conseils.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) W. G. PFANN, "Principles of Zone-Melting", Journal of Metals, Vol. 4, July 1952, p. 747.
- (2) R. TOUGAS, "Principe de l'ultrapurification des métaux par la méthode de la zone fondue" l'Ingénieur, Vol. 43, Automne 1957, p. 27.
- (3) W. G. PFANN "Change in Ingot Shape during Zone Melting", Journal of Metals, Vol. 5, Nov. 1953, p. 1441.
- (4) M. TANENBAUM, A. J. GOSS and W. G. PFANN, "Purification of Antimony and Tin by a new method of zone refining", Journal of Metals, Vol. 6, June 1954, p. 762.
- (5) Professeur GEORGES CHAUDRON, Paris, Communication personnelle.
- (6) F. MONTARIOL, R. REICH, P. ALBERT et G. CHAUDRON, "Sur l'application de la méthode de la zone fondue pour obtenir une purification très poussée de l'aluminium", Comptes-Rendus, Académie des Sciences, Paris, t. 238, 15 février 1954, p. 815.
- (7) Aluminium Laboratories Ltd. (Arvida), Communication personnelle, 26 fév. 1957.
- (8) Aluminium Laboratories Ltd. (Arvida), Communication personnelle, 20 mars 1957.
- (9) E.D. TOLMIE and D.A. ROBINS, "The Zone-Refining of Impure Copper", The Journal of the Institute of Metals, Vol. 24, Jan. 1957, p. 171.

LES APPLICATIONS DES MÉTAUX DES TERRES RARES EN MÉTALLURGIE

par

M. Marcel Ballay⁽¹⁾

Président du Centre d'Information du Nickel, Paris, France

Notre revue est reconnaissante à la Société des Ingénieurs Civils de France qui a autorisé la reproduction de cet article.

Les métallurgistes se sont assez peu intéressés jusqu'ici aux métaux des terres rares. Cependant, depuis une dizaine d'années, les publications sur l'effet d'addition de mischmétal aux fontes, aux aciers, aux alliages d'aluminium ou de magnésium se sont multipliées.

Notre expérience personnelle du sujet étant limitée à des points particuliers, nous nous sommes efforcés, dans cette communication, de présenter un résumé, ou plutôt un « digest », des publications dont nous avons eu connaissance.

FONTES

Les fontes au cérium⁽²⁾

Le premier travail systématique concernant l'influence des métaux des terres rares sur les fontes est celui de P. Bastien et L. Guillet fils (A)⁽³⁾, paru en 1939. Les auteurs ont bien montré l'action stabilisatrice du mischmétal sur les carbures et établi que de très petites quantités suffisaient pour

transformer une fonte grise en fonte blanche.

Un autre fait intéressant, signalé sans doute pour la première fois et qui a été mentionné plus tard pour les aciers, est la différence de l'action du mischmétal suivant qu'il est ajouté à une fonte élaborée sous laitier basique ou sous laitier acide. Une fonte basique donnant, sans addition, une cassure grise, devenait à cassure blanche après addition d'une petite quantité de mischmétal. Au contraire, une fonte élaborée sous laitier acide, oxydée, contenant 1.5% de silicium, et qui

se solidifiait en donnant une cassure blanche, présentait une cassure grise lorsqu'elle était traitée par de petites quantités de cérium; il est vraisemblable qu'elle aurait donné à nouveau de la fonte blanche si on lui avait ajouté de plus fortes quantités de cérium.

C'est en 1947 que la British Cast Iron Research Association signala l'action du cérium sur la forme du graphite des fontes et proposa une méthode de fabrication des fontes à graphite sphéroïdal basé sur cette action. Morrogh et Grant (B) ont expliqué de la manière suivante l'action du cérium :

Le cérium se combine énergiquement au soufre et désulfure la fonte; dans une poche de 250 kg, la teneur en soufre d'une fonte qui était initialement de 0.06% tombe à 0.02% en quelques secondes. Les sulfures for-

més se décantent. Si la quantité de cérium ajoutée dépasse ce qui est nécessaire pour la désulfuration, le cérium résiduel est en solution dans la fonte liquide, stabilise les carbures, et la fonte solidifiée est blanche en totalité ou en partie.

L'action du cérium quant à la formation de sphères de graphite se fait sentir surtout sur les fontes hypereutectiques, c'est-à-dire dans lesquelles

$$C + \frac{\text{Si}}{3} + P \geq 4.3\%$$

Si l'on suit la solidification d'une fonte hypereutectique dans laquelle du cérium a été ajouté en quantité supérieure à celle nécessaire pour la désulfuration, contenant plus de 0.02% environ de cérium en solution, on observe que le graphite hypereutectique se sépare de la fonte liquide sous forme de sphères. Lorsque tout le graphite hypereutectique est solidifié, le liquide restant se solidifie donnant tout d'abord du carbure de fer, puis ce carbure se décompose en graphite quasi lamellaire. Au cours de la décomposition, une partie de ce graphite, s'il se trouve à peu de distance des sphères, vient se joindre à elles, comme le montre bien l'examen au microscope. On observe donc des sphères de graphite entourées d'une auréole de ferrite, cela dans une masse constituée de graphite quasi lamellaire, de ferrite et de perlite. Cette

(1) Voir P.V. de la S. du 5 mars 1954.

(2) En métallurgie, le cérium est rarement ajouté à l'état pur mais généralement accompagné de lanthane, de praséodyme et d'autres métaux dits des terres rares. Pour simplifier l'exposé, nous emploierons l'expression « cérium pur » lorsque ce métal est à l'état de pureté ou accompagné de petites quantités seulement des métaux des terres rares; le mot cérium seul signifiera « alliage de métaux des terres rares », le cérium pur étant en plus grande proportion, le lanthane venant ensuite comme pourcentage.

(3) Les lettres entre parenthèses (A) renvoient à la bibliographie, en fin du texte.

addition de cérium que Morrogh appelle «traitement simple», ne donne donc pas tout le graphite sous forme sphéroïdale.

Il en est autrement lorsque l'addition de cérium est suivie d'une addition de ferro-silicium à haute teneur, 75 à 90% de silicium, appelée inoculation. Les germes de graphite hypereutectiques sont alors beaucoup plus nombreux et plus rapprochés et, si le mécanisme de la solidification est le même que dans le cas précédent, les auréoles entourant le graphite occupent à peu près entièrement la masse; il n'existe pour ainsi dire plus de graphite quasi lamellaire, ceci pour des teneurs en cérium résiduel de 0.02 à 0.08%.

La transformation du graphite lamellaire en graphite sphéroïdal améliore considérablement les propriétés mécaniques des fontes. Voici un exemple (tableau I) se rapportant à trois fontes élaborées dans les mêmes conditions et contenant :

C = 3.68 à 3.77%
Si = 2.34 à 3.00%
Mn = 0.73 à 0.77%
P = 0.035% environ

Le cérium dans les fontes traitées au magnésium

Le procédé d'élaboration des fontes à graphite sphéroïdal le plus employé de beaucoup actuellement consiste à traiter une fonte de base de composition convenable par du magnésium de manière qu'il en reste suffisamment en solution dans la fonte liquide: les teneurs en «magnésium résiduel» sont comprises généralement entre 0.03 et 0.10%. Avec des fontes de base pures le traitement est facile et les résultats parfaitement reproductibles.

Il n'en est pas de même avec certaines fontes de base impures,

Tableau I

	Charge de rupture à la traction kg/mm ²	Dureté Brinell H _n	Essai Izod Travail de rupture pieds/livre	Ce %
Graphite lamellaire (sans traitement au Ce)	22	160	12	0
Graphite nodulaire ⁽⁴⁾ et quasi lamellaire (traitement simple au Ce) ...	38	198	43	0.04
Graphite nodulaire (addition de Ce + inoculation)	58	270	85	0.054

(4) «Nodulaire» est le qualificatif employé par Morrogh; il est ici synonyme de sphéroïdal.

Tableau II

FONTES. — INFLUENCE DU PLOMB

Ct 3.27 Si 2.35-2.44 Mn 0.47-0.50 P 0.059 Ni 1.58-1.67

Nos	Pb %	Mg %	Ce %	ESSAI DE TRACTION		DURETÉ BRINELL
				R kg/mm ²	A %	
8		0.083		71	4	285
9	0.012	0.113		40	0	257
10	0.012	0.079	0.017	72	4	300

Tableau III

FONTES. — INFLUENCE DU BISMUTH

Ct 3.39-3.44 Si 2.08-2.27 Mn < 0.02 P 0.024 Ni 0.65-0.72

Nos	Mg %	Bi %	Ce %	ESSAI DE TRACTION		DURETÉ BRINELL
				R kg/mm ²	A %	
11	0.049	0.0005		49	17	174
14	0.054	0.005		30	0	187
17	0.096	0.006	0.021	51	16	173

pour lesquelles le traitement au magnésium ne donne pas tout le graphite sous forme sphéroïdale. Ce fait est lié à la présence d'éléments dits subversifs, qui s'opposent à la cristallisation du graphite sous forme de sphères. L'action de ces éléments subversifs a été démontrée par les Laboratoires de la British Cast Iron Research Association, de l'International Nickel Co. et de la Mond Nickel Co., en ajoutant de très petites quantités de ces éléments à des fontes de base très pures, ce qui suffit pour modifier complètement les propriétés des fontes à graphite sphéroïdal.

Les chercheurs des mêmes laboratoires ont observé que l'action des éléments subversifs était neutralisée par l'addition de très petites quantités de cérium pur, de lanthane pur, de mischmétal, ce qui permet d'employer des fontes de base impures à la condition d'ajouter à la fois du magnésium et du cérium. Morrogh (C), qui a étudié cette question très en détail, a donné d'intéressantes précisions.

Les tableaux II et III se rapportent respectivement à l'influence du plomb et du bismuth. 0.012% de plomb suffit pour transformer

en lamelles la presque totalité du graphite sphéroïdal. Il en est de même pour 0.005% de bismuth. Une addition de moins de 0.02% de cérium neutralise l'influence du plomb ou du bismuth.

0.004% d'antimoine fait tomber les allongements de rupture à la traction de 17 à 2%, et pour une teneur de 0.012% les allongements deviennent nuls. L'addition de 0.2% de mischmétal ramène les propriétés à celles obtenues sur des fontes pures.

L'aluminium, dès 0.10%, donne du graphite lamellaire en petite quantité et à 0.40% d'aluminium il n'existe plus de sphère. 0.008% de cérium neutralise l'effet de 0.55% d'aluminium. Le cérium neutralise aussi l'effet du titane (tableau IV).

Il est à remarquer que l'effet des éléments subversifs est cumulatif, c'est-à-dire que la formation de sphères est rendue difficile ou impossible en présence simultanée de très petites quantités de différents éléments qui n'agiraient isolément qu'en teneurs plus fortes.

Le cuivre rend la fonte plus sensible aux éléments subversifs et, là encore, son effet est neutralisé par le cérium.

L'action de l'étain et de l'arsenic est plus complexe. Ces deux corps gênent bien la formation du graphite sphéroïdal mais, pour des teneurs bien inférieures à celles qui modifient la forme du graphite, ils ont un effet stabilisant sur la perlite, dont ils rendent la décomposition en ferrite et graphite beaucoup plus difficile. Le cérium n'agit pas sur cet effet stabilisant des carbures.

Steven et Lamb⁽⁴⁾ ont confirmé qu'une addition de 0.005% de mischmétal faite après traitement au magnésium neutralise complètement l'effet des éléments subversifs contenus dans la plupart des fontes commerciales.

(4) Discussion du Mémoire de Morogh, cité plus haut (C).

Tableau IV

FONTES. — INFLUENCE DU PLOMB ET DU TITANE
 Ct 3.65 Si 2.23-2.38 Mn 0.70 P 0.047 Ni 0.70

Nos	Pb %	Ti %	Mg %	Ce %	R kg/mm ²	DURETÉ BRINELL	GRAPHITE
91	0.020	0.08	0.051	0	16	189	lamellaire
92	0.019	0.08	0.056	< 0.005	72	260	sphéroïdal

ACIERS

Divers auteurs ont indiqué que les métaux des terres rares réagissent sur le soufre, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène contenus dans l'acier liquide. L'action désulfurante du cérium et du mischmétal, déjà signalée sur les fontes, est facile à mettre en évidence. L'influence sur l'hydrogène et l'azote est moins évidente bien que l'on ait signalé une concentration en azote assez élevée des sulfures après traitement au cérium; l'effet désoxydant est lié à la grande chaleur de formation des oxydes.

Aciers moulés. — Pour Lillicqvist et Mikelson (D), les métaux des terres rares «pourraient bien être la pénicilline des moulages d'acier et aideraient à éliminer beaucoup de difficultés de production». Leur effet se fait sentir sur les caractéristiques mécaniques et certaines propriétés de fonderie.

Les allongements de rupture à la traction sont légèrement, mais nettement augmentés, alors que la charge de rupture et la limite élastique ne sont pratiquement pas affectés. La résistance au choc, au contraire, est très améliorée surtout aux basses températures. Voici quelques chiffres empruntés au travail de C. D. Berry et A. A. Dorvel (E).

L'addition de métaux des terres rares diminue l'aptitude au criquage à chaud, dans le moule. Elle améliorerait aussi la soudabilité et diminuerait la porosité des moulages.

Quel est le mode d'action des métaux des terres rares? Un effet est certain, c'est la modification de la forme et de la répartition des inclusions de sulfures. On sait que dans l'acier moulé elles se solidifient en dernier lieu et se déposent dans les joints des grains primaires sous forme de films ou de chapelets. En présence de cérium ou de mischmétal, il se forme vraisemblablement des composés sulfurés beaucoup moins fusibles qui se solidifient en premier lieu ou entre le liquidus et le solidus en donnant des inclusions arrondies, moins dangereuses. On expliquerait ainsi à la fois l'amélioration de la résilience, la diminution du criquage à chaud dans le moule et peut-être la meilleure soudabilité (diminution des criques à chaud).

Le traitement aux métaux des terres rares rendrait l'acier moulé moins sensible à la fragilité de revenu. Les résultats publiés par Lillicqvist et Mikelson montrent que la résilience est meilleure à toutes les températures de revenu mais il paraît difficile de les suivre plus loin dans leur interprétation.

Comme addition, les auteurs américains ont employé surtout, semble-t-il, l'alliage appelé Lan-Cer-Amp (Lanthane - Cérium - American Metallurgical Products Co.). Cet alliage contient :

La : 30%.

Ce : 45-50%.

Didyme : 20-24%.

Fe et divers : 1%.

Tableau V

C 0.24 Mn 0.67 Si 0.29 P 0.026 O 0.039

ALUMINIUM %	MISCHMÉTAL %	TRACTION TRAITEMENT A			TRAVAIL DE RUPTURE (PIEDS/LIVRE) ÉPROUVETTE CHARPY TRAITEMENT B				
		R kg/mm ²	E kg/mm ²	A % sur 2"	20°	-30°	-45°	-60°	-73°
0	0	53	29	28.5	41	28	19	21	3.5
0.12	0	51.5	29	27	19	16	14.5	10.5	8
0.12	0.18	51.5	28.5	31	49	40	37	33	28

Traitement A. — Normalisation à 900°; Revenu à 675°.

Traitement B. — Normalisation à 900°; Trempe eau à 850°; Revenu à 690°.

L'addition, en quantités allant de 0.08 à 0.12%, est faite de préférence après désoxydation par l'aluminium. Elle a lieu à la poche, l'alliage, enveloppé de tôle mince d'acier, étant placé au fond de la poche au moment où on commence à y verser l'acier.

Les améliorations provenant de l'addition de cérium sont nettes et reproductibles pour les aciers élaborés sur sole basique; d'après Lillicqvist et Mikelson, les résultats seraient erratiques lorsqu'on traite de l'acier acide. Dans ce dernier cas, il est possible que la scorie acide gêne la désulfuration et l'action du cérium.

Aciers corroyés. — Les métaux des terres rares en petites quantités du moins (addition de 0.1 à 0.2% à l'acier liquide) ne paraissent pas avoir d'influence notable sur les propriétés après corroyage et traitement thermique. Vajda et Busby (F), qui ont étudié la trempabilité à l'essai Jominy, n'ont pas constaté d'action nette du cérium.

Aciers inoxydables. — L'amélioration de la déformabilité à chaud des aciers inoxydables est probablement le domaine où les additions des éléments des terres rares ont donné jusqu'ici les résultats les plus marquants.

Du point de vue de cette propriété à chaud, c'est-à-dire de l'aptitude au forgeage, au laminage, etc., on peut classer les aciers inoxydables en deux catégories :

a. — Certains d'entre eux, élaborés dans des conditions normales, se travaillent sans grandes difficultés bien que moins facilement que les aciers au carbone ou les aciers alliés à basses teneurs en éléments spéciaux. C'est le cas des aciers 18 Cr/8 Ni, 22 Cr/12 Ni et 18 Cr/8 Ni/2 Mo.

b. — Des aciers plus chargés en éléments spéciaux sont très difficiles, sinon impossibles, à forger ou à laminier même lorsqu'ils ont été élaborés avec le plus grand soin. Un exemple est l'acier 22 Cr/27 Ni additionné de molybdène, de cuivre et de cobalt.

Les additions en petites quantités des métaux des terres rares améliorent le rendement du travail à chaud, c'est-à-dire diminuent la mise au mille, pour les aciers du groupe a; elles permettent le forgeage et le laminage des aciers du groupe b dans des conditions industrielles.

Cette influence des métaux des terres rares a été signalée aux Etats-Unis en 1950⁽⁵⁾. Elle a été étudiée en détail par Post et Beaver (G). Ces auteurs, comprenant que de nombreux facteurs influent sur l'aptitude au forgeage, ont mis au point un essai (*cone test*) qui soumet une éprouvette conique, coulée en moule de graphite, à des conditions déterminées d'aplatissement

(5) Brevet amériscain 2 553 330, du 7 novembre 1950, pris par la Carpenter Steel Company.

sous l'action de plusieurs coups de marteau. L'aptitude au forgeage est satisfaisante si une galette plate peut être obtenue sans crique, et le classement, par cet essai, de coulées différentes, correspond très bien aux résultats de la pratique. Si l'on ajoute des quantités croissantes de mischmétal à un acier pratiquement non forgeable, on constate que la forgeabilité est obtenue par des teneurs en mischmétal comprises entre deux valeurs, l'une minimum, l'autre maximum, au-delà de laquelle l'acier devient à nouveau fragile à chaud. La valeur inférieure est sensiblement la même pour tous les aciers essayés et se situe aux environs de 0.02% de cérium mais la valeur supérieure est d'autant plus faible que la teneur en nickel est plus élevée: pour un acier à 10% de nickel, elle peut aller jusqu'à 1% de Ce + La et pour 70% de nickel elle ne dépasse pas 0.2%.

Voici des exemples se rapportant à trois aciers du groupe b :

L'acier de composition :

C = 0.046 %
Cr = 19.40 %
Ni = 28.96 %
Mo = 2.31 %
Cu = 3.07 %

(acier 19-29-2-3 Cu) élaboré au four à arc donne des lingots se forgeant bien quand il contient 0.078% de cérium et 0.047% de lanthane, soit un total de 0.125% Ce + La.

L'alliage :

C =	0.042 %
Mn =	0.85 %
Si =	0.70 %
Cr =	21.52 %
Ni =	62.79 %
Mo =	4.70 %
Cu =	2.57 %

se déforme bien à chaud, sans criquer, lorsqu'il contient 0.05% de cérium et 0.047% de lanthane, soit environ 0.10% de Ce + La.

L'acier :

C =	0.044 %
Mn =	0.89 %
Si =	0.83 %
Cr =	10.07 %
Ni =	30.25 %
Mo =	7.75 %

se forge et se lamine bien à chaud lorsqu'il contient 0.13% de cérium et 0.113% de lanthane, soit environ 0.25% de Ce + La.

Pour les aciers du groupe A, comme il est indiqué plus haut, l'effet est plus modeste, mais au cours de la transformation en brames de lingots d'acier 18/8 au molybdène, on aurait obtenu une augmentation de rendement de 6.5% due à l'addition de mischmétal.

Il a été indiqué que les métaux des terres rares augmentent la fluidité de l'acier, sans que ce terme ait été bien défini, et donnent une meilleure macrostructure des lingots; il en résulterait un meilleur état de surface.

Les métaux des terres rares sont ajoutés généralement sous forme de mischmétal ou de Lan-Cer-Amp, après désoxydation de l'acier par l'alliage calcium-silicium ou par l'aluminium : on améliore ainsi le rendement en métaux des terres rares, dont une partie serait, sans cela, utilisée pour la désoxydation du bain d'acier.

Il a été proposé aussi de remplacer les métaux par des mélanges d'oxydes, par exemple un

mélange contenant 50 parties d'oxydes, 6 parties de borure de calcium CaB⁶ et 4 parties de nitrate de sodium. L'addition se fait à la poche, à raison de 0.05 à 0.2%. Pour Post et Beaver, le mécanisme de l'action de ce mélange d'oxyde serait tout différent de celui des métaux des terres rares. Elle ne se ferait sentir que sur les aciers du type α et ne permettrait pas le laminage des aciers du groupe b; de plus, on ne retrouverait ni cérium ni lanthane dans les aciers traités.

Le fluorure de cérium, proposé lui aussi, s'ajoute dans la poche ou dans la lingotière, pour améliorer l'état de surface et la déformabilité à chaud des aciers inoxydables contenant du titane à raison de 0.15% à la poche, et moins dans la lingotière. Le traitement peut d'ailleurs se faire à la fois dans la poche et dans la lingotière. Le fluorure de cérium paraît agir plutôt comme flux et on ne retrouve pas de cérium dans l'acier; il n'aurait d'action favorable que sur les aciers contenant du titane.

Le mécanisme de l'action des métaux des terres rares sur la déformabilité à chaud reste mystérieux, et de nouvelles recherches seront nécessaires pour l'expliquer. L'action désulfurante ne suffit pas car, à même teneur en soufre, deux lingots peuvent se comporter différemment au forgeage, la présence de cérium et de lanthane permettant la déformation à chaud. Il est possible que la nature et les propriétés des sulfures expliquent la différence.

Certains éléments chimiques, tels que le plomb, l'étain, l'argent, en très petites quantités, rendent les aciers inoxydables fragiles aux températures de forgeage. Chose curieuse, l'effet de ces éléments est neutralisé par l'addition de cérium, du moins lorsqu'ils ne sont pas en trop grandes quantités. Il y a là une certaine ana-

logie avec la neutralisation des éléments subversifs dans les fontes à graphite sphéroïdal.

On a dit que les aciers traités par des métaux des terres rares étaient moins propres que les aciers non traités en raison de la présence d'inclusions plus nombreuses. Ce fait est contesté : il ne s'observerait pas quand les métaux des terres rares sont ajoutés à des aciers bien désoxydés, c'est-à-dire traités au préalable par l'alliage silicium-calcium ou par l'aluminium.

Alliages pour éléments chauffants

Les fils d'alliage nickel-chrome pour résistances chauffantes sont soumis à des essais dont les résultats s'expriment en durée de séjour à haute température avant rupture ou avant que leur résistance électrique ait augmenté de 10%. Ces essais permettent de comparer avec une bonne précision l'influence des éléments d'addition.

De petites quantités de calcium ou de zirconium améliorent très notablement la durée de vie des éléments chauffants mais le cérium paraît être le corps dont l'activité est la plus intense. Dans les conditions d'essai de la spécification ASTM B 76-39, on a montré que la durée de vie de fils d'alliage nickel-chrome dans la région de température 1,150-1,200° peut être décuplée par l'addition de moins de 0.1% de cérium. Les métaux des terres rares augmentent aussi la durée de fils d'alliages nickel-chrome ou nickel-chrome-fer contenant de petites quantités de calcium, de zirconium, d'aluminium⁽⁶⁾.

La vie des fils chauffés électriquement dépend de la vitesse avec laquelle le métal est transformé en oxyde et la vitesse d'oxydation des alliages nickel-chrome à 20% de chrome est très

(6) Brevet français No L.043.377, 1953.

faible en raison de l'effet protecteur caractéristique de l'oxyde. La couche d'oxyde adhérente, formée pendant les premiers stades de l'oxydation, réduit l'accès de l'oxygène au métal sous-jacent et l'oxydation ultérieure est conditionnée par la vitesse de diffusion de l'oxygène à travers la couche d'oxyde; au fur et à mesure de l'épaississement de cette couche, la vitesse de diffusion diminue. A partir d'une certaine épaisseur, cependant, la couche d'oxyde se fissure, notamment lorsqu'il y a chauffage et refroidissement des éléments; ce craquellement conduit à l'élimination de fragments de la couche d'oxyde, d'où une plus grande vitesse d'oxydation.

De petites quantités de certains éléments chimiques très réactifs, parmi lesquels les métaux des terres rares viennent en première ligne, produisent une oxydation d'un type particulier; il y a pénétration locale de l'oxyde dans le métal sous-jacent et la couche d'oxyde se trouve particulièrement bien accrochée; il en résulte une amélioration considérable de la durée des fils. Les travaux effectués notamment au laboratoire de la Mond Nickel Co. (H) ont montré que cet accrochage de la couche d'oxyde était le facteur le plus important et que la théorie d'Hessenbruch (I), attribuant l'amélioration aux volumes atomiques des métaux des terres rares plus grands que celui de l'oxyde de nickel et gênant la diffusion ultérieure du nickel à travers la couche, était de moindre importance.

Alliages d'aluminium⁽⁷⁾

Le cérium a été proposé comme agent d'affinage du grain pour les moulages d'alliages d'aluminium. Toutefois, les résultats d'es-

(7) Ce chapitre a été rédigé surtout à l'aide de renseignements communiqués par l'Aluminium Français.

sais qui nous ont été communiqués montrent que cet effet est assez irrégulier et limité à certains alliages. De même, les propriétés mécaniques à la température ordinaire, qu'il s'agisse de produits de fonderie ou d'alliages corroyés, ne mettent pas en évidence d'influence favorable des additions de mischmétal.

Au contraire, les métaux des terres rares améliorent très sensiblement la résistance mécanique à chaud. Loring, Baer et Akerlind (J) ont étudié en détail un alliage d'aluminium pour des pièces devant travailler à des températures supérieures à celles que permettent d'atteindre les compositions habituelles; ils sont arrivés à un alliage, appelé «SAM», contenant :

Mischmétal	11	%
Silicium	2	%
Cuivre	1.50	%
Nickel	1.25	%
Manganèse	1	%
Chrome	0.30	%
Titane	0.02	%
Aluminium	Différence	

C'est un alliage de moulage qui donne à la température ordinaire des charges de rupture à la traction de 7 à 10.5 kg/mm² et 1% d'allongement. Ses caractéristiques mécaniques ne deviennent intéressantes, comparativement à d'autres alliages d'aluminium, qu'à des températures dépassant 350°. Voici, d'après les auteurs américains, les propriétés de l'alliage Y (Cu = 4%; Ni = 1.5; Mg = 1.5) comparées à celles de l'alliage SAM (tableau VI).

Les alliages de magnésium⁽⁸⁾

Dès 1926, le Magnésium Industriel avait entrepris, à sa fonderie de Mézières, une étude sur les alliages magnésium-terres rares et magnésium-cuivre-terres rares, contenant des additions de mischmétal allant jusqu'à 3%; on avait, en effet, remarqué que les métaux des terres rares amélioraient les caractéristiques à chaud des alliages de magnésium, et le but poursuivi avec ces alliages était la fabrication de pistons matricés pour moteurs à combustion interne. En outre, les additions de mischmétal dans les alliages à base de magnésium provoquent un affinage appréciable du grain, mais si cette influence favorable est supérieure à celle du calcium, elle est cependant nettement moindre que celle du zirconium.

En Allemagne, quelques années avant la guerre, l'I.G. Farbenindustrie mettait au point deux alliages magnésium-terres rares-manganèse, utilisés surtout à l'état corroyé :

— Le premier, contenant 2% de manganèse et 0.5% de cérium ou mischmétal, était un alliage de laminage dérivé de l'alliage classique G-M2 à 2% de manganèse. L'addition de 0.5% de cérium influe favorablement sur la limite de fluage qui, de 11.5 kg/mm² à 30° C, passe à 11 kg/mm² à

(8) Les renseignements contenus dans ce chapitre nous ont été aimablement communiqués par la Société Générale du Magnésium et particulièrement par M. Gris.

Tableau VI

	ESSAI DE TRACTION RAPIDE				ESSAIS DE FLUAGE	
	Charge de rupture kg/mm ²		Allongements de rupture %		Temps de rupture sous une contrainte de traction de 2.8 kg/mm ²	
	Y	SAM	Y	SAM	Y	SAM
Température ambiante	21	9.0	1	1		
427° C	4.2	5.6			1 minute	9 à 40 h

100° C contre 3.4 kg/mm² lorsqu'il n'y a pas de cérium. A 150° C, cette limite est de 10 kg/mm² contre 2 kg/mm² sans cérium, et à 200° C de 2.5 kg/mm² contre 1.5 kg/mm² sans cérium. D'autre part, en relevant les caractéristiques mécaniques à froid (R = 25 kg/mm² contre 22; E = 20 kg/mm² contre 11; A = 20% contre 10), l'addition de 0.5% de cérium améliore les possibilités de travail et de mise en forme à la température ordinaire, en particulier l'aptitude à l'emboutissage; cet alliage permet des rayons de courbure de 5 à 10 fois plus faibles que l'alliage G-M2.

— Le second de ces alliages, contenant 2% de manganèse, 6% de cérium ou mischmétal et le reste magnésium, était plutôt destiné à la forge; sa limite de fluage, de 15.4 kg/mm² à 100° C, est encore de 11 kg/mm² à 150° C et de 3.3 kg/mm² à 200° C.

Aux Etats-Unis, de nombreuses études ont été entreprises, au cours de ces dernières années, sur les alliages magnésium-terres rares. Grube et Eastwood (K) ont montré que de petites additions de nickel et de tungstène amélioreraient encore les caractéristiques à chaud et la résistance au fluage des alliages magnésium-terres rares-manganèse et permettraient d'utiliser ces alliages jusqu'à des températures de 300° C. Ils recommandent finalement la composition suivante :

Terres rares	6 %
Manganèse	0.8 %
Nickel	0.2 %
Tungstène	0.02%
Magnésium	le reste

Dans un autre ordre d'idée, Leontis (L) a étudié l'influence des différentes terres rares ou groupes de terres rares considérés séparément. En particulier, il a montré que si tous les métaux des terres rares amélioreraient la résistance au fluage du magnésium, ils n'étaient pas tous aussi

efficaces et que l'ordre d'efficacité décroissante était le suivant :

- 1° Didyme;
- 2° Mischmétal exempt de cérium;
- 3° Praséodyme et lanthane seuls;
- 4° Mischmétal ordinaire;
- 5° Cérium pur;
- 6° Lanthane seul.

Quoi qu'il en soit, les différences restent faibles.

Partant des travaux de l'I.G. Farbenindustrie et de Sauerwald, la Magnesium Elektron Limited, en Grande-Bretagne, a mis au point un groupe d'alliages contenant à la fois du zinc, des métaux des terres rares et du zirconium; dans ces alliages, les terres rares ont pour effet d'améliorer les caractéristiques à chaud et la résistance au fluage, tandis que le zirconium a pour but d'affiner considérablement la grosseur du grain et d'améliorer les caractéristiques mécaniques en général :

L'un de ces alliages qui contient :

- 2.2% de zinc,
- 2.7% de terres rares,
- 0.7% de zirconium

a les caractéristiques mécaniques suivantes :

TEMPÉRA- TURE °C	R kg/mm ²	E kg/mm ²	A %
20	17	8.5	5
150	15	—	15
200	14	—	30

alors que la résistance à la traction d'un alliage courant magnésium-aluminium à 8.5% d'aluminium diminue de 50% entre les mêmes limites de température.

Cet alliage, utilisé en fonderie, est remarquable par la finesse de sa structure, l'absence de microporosités et l'homogénéité des caractéristiques aux différents points des pièces.

Un autre alliage de la même série, qui contient :

- 4 % de zinc,
- 1.3% de terres rares
- 0.7% de zirconium

a des caractéristiques un peu plus élevées à la température ordinaire :

- R = 22 kg/mm²
- E = 13 kg/mm²
- A = 4%

* * *

De l'examen rapide du rôle des métaux des terres rares en métallurgie auquel nous venons de nous livrer, il apparaît donc que leur action est très diverse : dans les aciers, les fontes, les alliages résistant à l'oxydation à chaud, de très petites quantités ont un effet très marqué; dans les alliages d'aluminium et de magnésium, des modifications nettes de propriétés ne sont obtenues qu'avec des additions plus massives.

La théorie de l'action des très petites quantités des métaux des terres rares sur les alliages ferreux est loin d'être éclaircie; il y a là un domaine prometteur pour les chercheurs.

Il est aussi souhaitable que l'on étudie l'effet individuel des éléments chimiques constituant le groupe des métaux des terres rares. C'est un travail relativement facile mais long et assez coûteux. Outre son intérêt scientifique un tel travail permettrait de juger la valeur d'un alliage d'addition.

Il semble également désirable de mettre au point de bonnes méthodes analytiques, chimiques ou physiques, sensibles, précises et rapides pour la détermination des divers éléments des terres rares dans les alliages ferreux.

Dès maintenant, les métaux des terres rares ont pris une place en métallurgie et il semble que cette place doive s'étendre dans les années qui viennent.

BIBLIOGRAPHIE

Fontes

(A)

P. BASTIEN et L. GUILLET fils. Influence de quelques additions spéciales sur certaines propriétés de la fonte. Fontes au cérium. *Revue de Métallurgie*, No 6, juin 1939, p. 280-287.

(B)

H. MORROGH et J. W. GRANT, Nodular Cast Irons, their production and properties. *Foundry Trade Journal*: Vol. 85, No 1662, 1948, p. 27-34; No 1663, 1948, p. 51-57; No 1664, 1948, p. 81-86; No 1665, 1948, p. 105-110.

(C)

H. MORROGH. Influence of some residual elements and their neutralization in magnesium-treated nodular cast iron. *Transactions of the American Foundrymen's Society*, Vol. 60, 1952, p. 439-452.

H. MORROGH et W. J. WILLIAMS. Graphite-formation in cast irons and in nickel-carbon and cobalt-carbon alloys. *Journal of the Iron and Steel Institute*, Vol. 155, part 3, mars 1947, p. 321-371.

Aciers

(D)

G. A. LILICQVIST et C. G. MIKELSON. Properties of cast steels improved with rare earth element additions. *Journal of Metals*, octobre 1952, p. 1024-1031.

(E)

C. D. BERRY et A. A. DORVEL. Effect of cerium on ductility and impact strength of steel. *American Foundryman*, Vol. 20, No 6, p. 45-46.

(F)

J. VAJDA et P. E. BUSBY. Transverse mechanical properties of slack-quenched and tempered wrought steel. *American Society for Metals*, preprint, octobre 1953.

(G)

C. B. POST et H. O. BEAVER. Use of rare-earth metals and compound in stainless steel melting. *Blast Furnace and Steel Plant*, juin 1953, p. 627-634 et 645.

C. SYKES. Developments in alloy steels. A review of recent progress. *Metalurgia*, 1953, 47, janvier, p. 4.

W. E. KNAPP et W. L. BOLKCOM. Rare-earths improve properties of many ferrous metals. *The Iron Age*, 24 avril, p. 129-133. et 1er mai 1952, p. 140-143.

S. W. POOLE. Recent improvements in electric steel-making. *Metal Progress*, Vol. 63, No 2, février 1953, p. 110-112, 196, 198, 200, 202.

H. A. HOLDEN. Rare-earth and boron alloy steels (corrosion, magnesium, titanium, zirconium, molybdenum, vanadium, « rare » metals). *Chemical and Process Engineering*, décembre 1953, p. 384-387.

Rare earths in stainless brought up to date. *The Iron Age*, Vol. 171, No 23, p. 148-149.

C. B. POST, D. G. SCHOFFSTALL, H. O. BEAVER. Hot workability of stainless steel improved by adding cerium and lanthanum. *Journal of Metals*, novembre 1951.

Alliages pour éléments chauffants

(H)

W. BETTERIDGE. L'influence de l'écaillage de la couche d'oxyde sur les résultats des essais accélérés de durée des fils chauffés électriquement. Mémoire No 18 au 4e Congrès International du Chauffage Industriel, Paris 1952 (Tome I, Thermique et Thermodynamique appliquées).

(I)

W. HESSENBRUCH. Zunderfeste Liegerungen. *Verlag Julius Springer*, Berlin, 1940.

Alliages d'aluminium

(J)

B. M. LORING, W. H. BAER, C. G. ACKERLIND. A mischmetal aluminium alloy for elevated temperature service. *Naval Research Laboratory Report* 3871, 1er novembre 1951.

Alliages de magnésium

(K)

K. GRUBE et L. W. EASTWOOD. Magnesium-cerium cast alloys for elevated temperature service. *American Society for Testing Material*, Vol. 50, 1950.

(L)

T. E. LEONTIS. The properties of sand cast magnesium-rare earth alloys. *Metals Transactions*, Vol. 185, p. 968-983.

J. C. McDONALD. Rare earth metals improve elevated temperature properties of magnesium castings. *Materials and Methods*, 1952, p. 162, 164, 166. Meeting annuel de l'Association du Magnésium, 15 novembre 1951.

K. E. NELSON et F. P. STRIETER. Casting of magnesium-rare earth zirconium alloys in sand molds. 54e Convention annuelle de l'American Foundrymen's Society, 9 mai 1950.

J. C. McDONALD. Lighter designs possible with magnesium-rare earth casting alloys. *Journal of Metals*, Vol. 4, No 3, mars 1952, p. 242-244.

A discussion of the development and use of ZRE-1 et ZSZ alloys. Howard Foundry Co.

Magnesium-cerium alloy castings for high temperature use. R. F. MARRANDE. *Materials and Methods*, février 1946.

A. J. MURPHY et R. J. M. PAYNE. Magnesium-cerium-zirconium alloys properties at elevated temperatures. *Journal of the Institute of Metals*, 1946, No 3, p. 105-127.

LA STRUCTURE ATOMIQUE DES FELDSPATHS

par

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

Professeur agrégé, Département de géologie
École Polytechnique de Montréal

De nombreux travaux de recherche scientifique ont été accomplis au cours des dernières années sur les feldspaths. Les nouvelles données qui en ont résulté ne semblent pas avoir encore pénétré dans la plupart des manuels classiques de minéralogie; on identifie encore souvent les feldspaths par des méthodes déjà anciennes et généralement peu précises, tout en conférant fréquemment aux déterminations un caractère précis. Une intégration de ces données nouvelles dans nos déterminations s'impose.

Le texte qui suit est tout d'abord une étude bibliographique qui porte spécialement sur les travaux de recherches les plus récents sur les feldspaths. L'étude a servi de base à un programme de recherches sur ces espèces minérales entrepris récemment à Polytechnique. Ce texte portera essentiellement sur la structure des feldspaths. Dans d'autres travaux, nous nous proposons de revoir les propriétés optiques, et les autres propriétés, dans le but de préparer la voie pour l'identification rapide et précise des feldspaths.

I — La Structure des Feldspaths

Les premières déterminations sur la structure atomique des feldspaths datent déjà de 1928. Mentionnons entre autres les travaux de Machatschki (1928), de Schiebold (1922a, 1922b, 1927a, 1927b, 1929a, 1929b) et de Taylor (1933), de cette période. Ces pre-

mières déterminations ont établi le caractère général de ces structures: réseau tridimensionnel de Si-O, dans lequel on retrouve:

- 1) les tétraèdres Si-O₄, liés les uns aux autres par leurs anions O (Fig. 1);
- 2) des cavités qui permettent de placer dans ce réseau tridimensionnel de Si-O les cations K, Na et Ca.

Les auteurs cités précédemment ont établi entre l'orthose (et les feldspaths quasi monocliniques) et l'albite (et les feldspaths nettement tricliniques) la différence de structure suivante:

- 1) orthose: une position cationique entourée de dix anions O (6 à 2.85 Å et 4 à 3.1 Å), laquelle position se prêterait à la symétrie monoclinique;

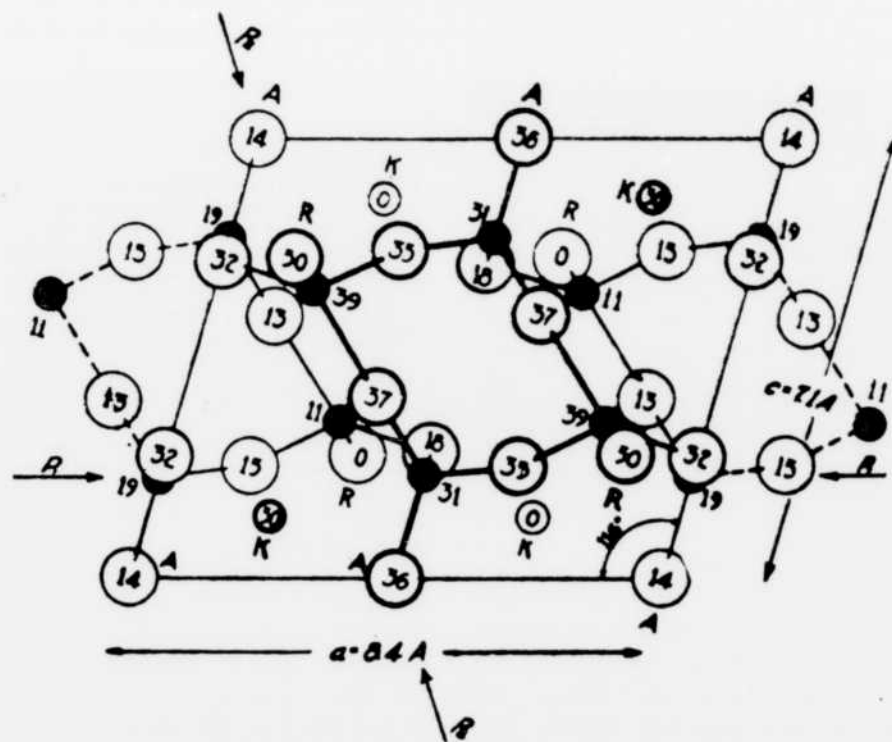


Fig. 1 — Structure des feldspaths, en regardant suivant l'axe b. Les points noirs sont les positions Si (ou Al); les grands cercles sont les anions O; les petits cercles sont les cations K (indiqués sur le dessin). Le chiffre sur chacun des atomes représente son élévation au dessus du plan de référence (010); la moitié suivant l'axe b de la cellule unitaire est représentée, l'autre moitié serait l'image miroir de l'autre (d'après Bragg 1937).

- 2) albite : une position cationique autour de laquelle des anions O sont tantôt plus près, tantôt plus loin (6 O à environ 2.6Å et 4 O à 3.5Å), qui ne se prêterait plus à la symétrie monoclinique (Fig. 2)

Les fondements de la structure des feldspaths étaient ainsi établis. Depuis les premières déterminations, plusieurs écoles de recherche ont étudié des aspects spéciaux de la structure des feldspaths. Parmi celles-ci, nommons tout d'abord les contributions :

- du laboratoire Cavendish, Cambridge en Angleterre, et du groupe Cole, Sörum et Taylor (1951), Taylor, Darbyshire et Strunz (1934), Taylor (1933), Megaw (1956);
- du laboratoire Géophysique (Carnegie Institution, Washington), Smith (1953), Donnay et Donnay (1952), Bowen (1941), Tuttle (1948, 1951, 1952), et Tuttle et Bowen (1950a, 1950b);
- des Laboratoires de l'Université de Chicago : Goldsmith & Laves (1954a, 1954b);
- du "Mineralogical Institute", de l'université de Tokyo, Ito & Sadanaga (1952);
- de la Société Française de Minéralogie, Wyart et Sabatier (1956).

Il y a plusieurs autres organismes aussi qui étudient la question actuellement, mais qu'il serait trop long d'énumérer ici.

Les cations Si et Al jouent dans la structure des feldspaths des rôles sensiblement analogues. Sur ce point, nous considérerons les trois possibilités suivantes :

- les cations Si et Al occupent chacun des positions qui leur sont propres dans la structure des feldspaths (ordre absolu Si-Al);

- les cations Si et Al occupent indifféremment les positions l'un de l'autre (désordre statistique absolu Si-Al);

- les ordres mentionnés ci-dessus sont partiels seulement (ordre partiel Si-Al).

Les travaux de Laves et Goldsmith (1951) jettent un peu de lumière sur cette question. Ceux-ci ont effectué en laboratoire le remplacement de cations Al par Ga (gallium) et de Si par Ge (germanium) jusqu'à concurrence de $\frac{3}{8}$ du nombre total des positions Al + Si. Ils ont observé, dans des photos obtenues par diffraction des rayons X sur des cristaux uniques :

- que les réflexions du type (a) ($h + k =$ nombre pair, $l =$ nombre pair), sur les diagrammes de rotation, ne changent effectivement pas à la suite du remplacement, soit de Al par Ga ou de Si par Ge;
- que les réflexions du type (b) ($h + k =$ nombre impair, $l =$ nombre impair), par contre montrent des variations d'intensité très considérables;
- que les réflexions du type (c) ($h + k =$ pair, $l =$ impair), ne changent pas.

D'où ils concluent que les réflexions du type (b) sont celles qui reflètent le mieux les relations d'ordre pour les positions Si et Al.

Quant aux réflexions du type (c) ($h + k =$ pair, $l =$ impair), leur étude en fonction de la composition chimique et de la température est très instructive (Fig. 3, Laves & Goldsmith, 1954). Le diagramme de la Fig. 3 souligne bien l'accroissement du "degré de diffusibilité" qui se rattache à l'accroissement en teneur d'albite, et aussi à la diminution dans la température de cristallisation. Ceci fait ressortir un autre fait sur la structure des plagioclases; nom-

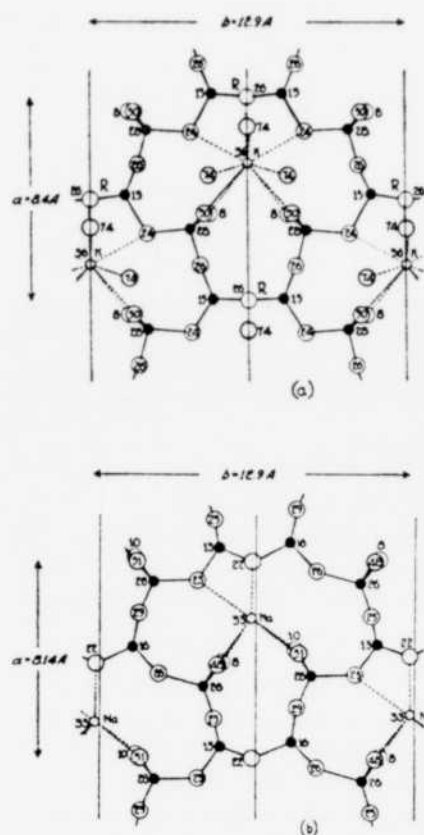


Fig. 2 — Comparaison de la structure des feldspaths monocliniques (orthose) et tricliniques (albite). Projection suivant ab . (a) Orthose (b) Albite. Même convention pour les symboles que pour la Fig. 1. (D'après Bragg 1937).

mément, que les réflexions du type (c) ($h + k =$ pair, $l =$ impair) sont particulièrement sensibles aux variations Ca et Na de la composition chimique. Gay & Brown (1956) semblent soutenir ces points de vue.

Des considérations semblables s'appliquent aussi pour les relations sanidine-microcline-orthose. (Goldsmith & Laves 1954). La "triclinité" de la microcline est une fonction de l'ordre Si-Al, et l'ordre Si-Al est à son tour fonction de la température à laquelle l'espèce minérale s'est cristallisée. Le diagramme schématisé de Laves et Goldsmith (1954) montre les relations anticipées. Dans ces relations, on introduit aussi la notion de "domaine" à l'intérieur d'un seul et même cristal. Domaine est pris ici dans le sens d'homogénéité dans l'espace, limitée à l'intérieur même d'un cristal unique.

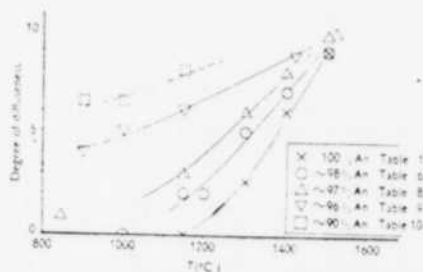


Fig. 3 — "Diffusibilité" des réflexions (c) ($h + k = \text{pair}$, $l = \text{impair}$) versus température de cristallisation pour diverses compositions des plagioclases (d'après Laves & Goldsmith 1954).

Et c'est cette notion de domaine, si elle est bien réelle, qui fausse les mesures telles que propriétés optiques, composition chimique, etc. Cette notion, on peut l'apprécier seulement aux rayons-X.

Mackenzie (1954) rattache aussi aux relations d'équilibre microcline-orthose-sanidine l'importance de l'ambiance chimique; e.g. le Na s'il est surabondant peut favoriser la formation de microcline-orthose et peut-être (ceci est moins certain) en déterminer le degré de triclinicité.

Dans le bref exposé ci-dessus, nous n'avons pas insisté sur l'importance de la température de cristallisation (et par conséquent, sur l'histoire de refroidissement des cristaux). C'est un fait qui semble avoir d'abord été indiqué par les études des propriétés optiques que les feldspaths formés à température élevée et refroidis subitement ont une structure qui diffère de celle des feldspaths formés à basse température. Dans la nature, les feldspaths haute température se retrouvent, par exemple, comme phéno-cristaux dans certaines laves; les gros cristaux de feldspaths des dikes de pegmatite sont aussi un bon exemple, en général, de feldspaths à basse température. Rappelons ici quelques observations qui portent sur ce point :

- 1) il a été observé à maintes reprises (e.g. Gay & Brown 1956), que des cristaux uniques développent, lorsque

chauffés, la macle polysynthétique de l'albite. De ceci, on a conclu que la macle polysynthétique n'est pas le résultat de l'inversion haute température à basse température dans les plagioclases;

- 2) en général, la transformation plagioclase basse température à plagioclase haute température se produit entre 900° et 1200°C (Ceci pour les plagioclases entre An₃₀ et An₇₀) dans le laboratoire. Elle peut se produire avec grande lenteur à une température plus basse que celles-là.
- 3) il ne fait aucun doute que la présence d'eau importe beaucoup dans ces transformations. En général, les réactions se produiront à plus basse température en présence d'eau, et probablement plus rapidement. Wyart et Sabatier (1956), dans leurs expériences qui portent sur les relations de stabilité des feldspaths alcalins, qualifient l'eau de "catalyseur".

En faisant abstraction de ces divers phénomènes, et en essayant mentalement d'isoler l'influence de la température, on peut représenter graphiquement les relations de stabilité chez les feldspaths (Figs. 5 et 6).

Conclusions

De notre travail bibliographique sur les feldspaths, il ressort :

- 1) que les données scientifiques sur les feldspaths, quoique très nombreuses dans la littérature minéralogique, laissent encore en doute plusieurs aspects intéressants de la structure atomique de ces minéraux et des relations entre les diverses espèces et variétés;
- 2) il y a particulièrement pénurie de résultats d'analyse par diffraction aux rayons-X sur des cristaux uniques;
- 3) dans ces analyses, il faut particulièrement attacher de l'importance :
 - a) aux macles si fréquentes chez les feldspaths;

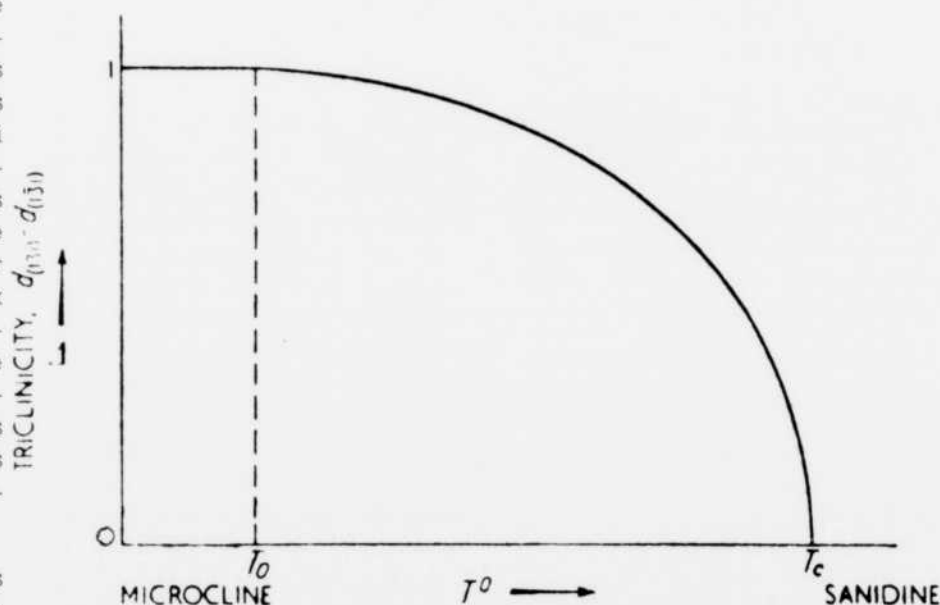


Fig. 4 — Représentation schématique des relations "triclinicité" — température pour les feldspaths potassiques (d'après Goldsmith & Laves 1954).

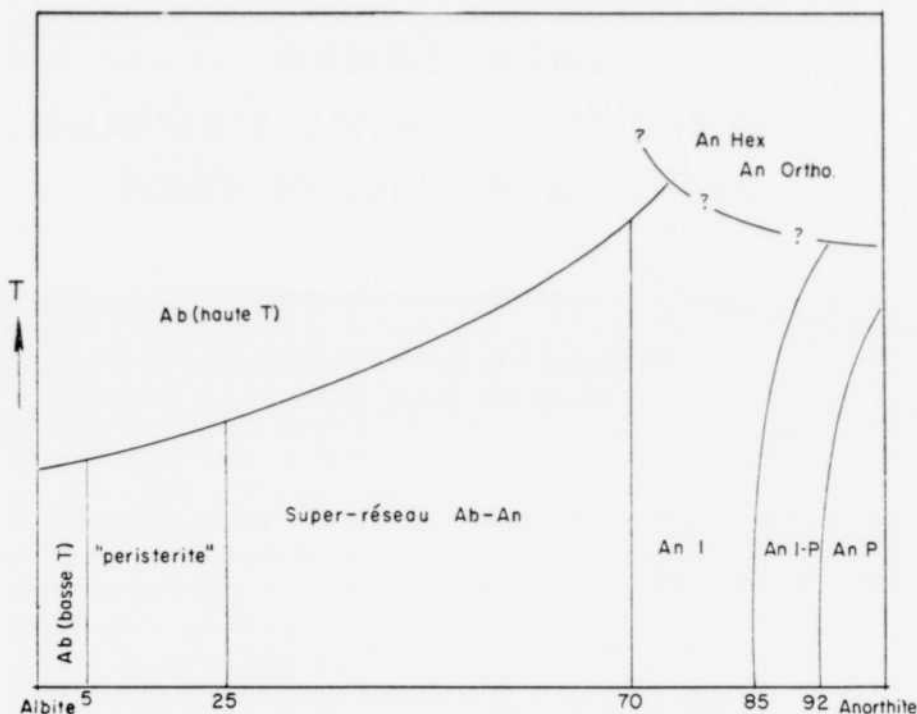


Fig. 5 — Diagramme température-composition pour les plagioclases (schématique)

Ab (haute T) : modification à haute température de cristallisation de l'albite "peristerite" : dans le sens de Gay (1956), exsolution à l'échelle submicroscopique en fraction riche en Ab et riche en An

super-réseau Ab-An : réseau dans lequel la dimension c devient double, probablement une fraction de la cellule unitaire est riche en Ab, l'autre riche en An

AnI : structure An à corps centré

AnP : structure An primitive

AnI-P : structure An transitionnelle entre AnI et AnP

b) aux domaines cryptocristallins;

c) aux autres structures, telles que perthites.

En fonction de ces conclusions, nous nous proposons pour l'année qui s'en vient, de faire plusieurs déterminations (peut-être une quarantaine), par diffraction aux rayons-X, des dimensions et de la symétrie des cellules unitaires des feldspaths. Nous nous proposons de rattacher à ces travaux des déterminations optiques complètes et aussi précises que possible, en même temps que des analyses chimiques. Cette deuxième phase de recherches sur les feldspaths devrait nous permettre de nous familiariser avec les problèmes de l'identification des feldspaths et peut-être contribuer, si modestement que ce soit, à la compréhension plus complète de ces espèces.

Remerciements

L'auteur désire remercier ici le Conseil National des Recherches, ainsi que le Centre des Recherches de Polytechnique, pour l'appui financier accordé à ce programme de recherches.

Références

BOWEN, N. L. (1941) : "Certain singular points on crystallization curves of solid solutions." *Nat. Acad. Sci. Proc.*, Vol. 27, pp. 301-309.
 BRAGG, W. L. (1937) : "Atomic Structure of Minerals" Cornell Univ. Press.
 COLE, W. F., SORUM, H. & TAYLOR, W. H. (1951) : "The structure of the Plagioclase Feldspars." *Acta Cryst.*, Vol. 4, pp. 20-29.
 DONNAY & DONNAY (1952) : "The symmetry change in the high temperature alkali-feldspar series." *Am. Jour. Sci.*, Bowen volume, pp. 115 et seq.
 GAY & BROWN (1956) : "The structures of the plagioclase feldspars : VII. The heat treatment of intermediate plagioclases." *Min. Mag.*, Vol. 31, pp. 306-313.
 GOLDSMITH & LAVES (1954) : a) "The microcline-sanidine stability relations." *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 5, pp. 1-19. b) "Potassium feldspars structural-

ly intermediate between microcline and sanidine." *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1954, Vol. 6, pp. 100-118.

ITO & SADANAGA (1952) : "The lamellar structure of certain microcline and orthoclase." *Acta Cryst.*, Vol. 5, pp. 441-449.

LAVES & GOLDSMITH (1954) : a) "Long-range — short-range order in calcic plagioclases as a continuous and reversible function of temperature." *Acta Cryst.*, Vol. 7, pp. 465-472.

b) "On the use of calcic plagioclases in geologic thermometry." *Jour. Geol.*, Vol. 62, pp. 405-408.

MACKENZIE (1954) : "The orthoclase-microcline inversion." *Min. Mag.*, Vol. 30, pp. 354-366.

MEGAW (1956) : "Notation for Feldspar Structures", *Acta Cryst.*, Vol. 9, pp. 56-61.

SCHIEBOLD (1922) : a) *Zeit. f. Physik*, vol. 9, p. 180. Dans Bragg 1937.

b) *Zeit. f. Krist.*, Vol. 57, p. 579. Dans Bragg 1937.

SCHIEBOLD (1927) : a) *Ctbl. Min.* (A-453). Dans Bragg 1937.

b) *Forts. d. Min.*, Vol. 12, p. 78.

SCHIEBOLD (1928) : *Zeit. f. Krist.* Vol. 77, p. 488. Dans Bragg 1937.

SCHIEBOLD (1929) : a) *Ctbl. Min.* (A-378). Dans Bragg 1937.

b) *Trans. For. Soc.*, Vol. 25, p. 316. Dans Bragg 1937.

SMITH (1953) : "The crystal structure of paracelsian $BaAl_2Si_2O_8$." *Acta Cryst.*, Vol. 6, pp. 613-620.

TAYLOR (1933) : "The structure of sanidine and other feldspars" *Zeit. f. Krist.*, Vol. 85, pp. 425-442.

TAYLOR, DARBYSHIRE and STRUNZ (1934) : "An X-ray investigation of the feldspars." *Zeit. f. Krist.*, Vol. 87, pp. 464-498.

TUTTLE (1951) : "Studies in feldspar equilibria at the Geo-physical Laboratory Washington." *Min. Mag.*, Vol. 29, pp. 757-758.

TUTTLE (1952) : "Optical studies on alkali feldspars." *Am. Jour. Sci.*, Bowen volume, pp. 553-567.

TUTTLE & BOWEN (1950) : a) "High-temperature albite and contiguous feldspars." *Jour. Geol.* Vol. 58, pp. 572-583.

b) "The system $NaAlSi_3O_8 - KAlSi_3O_8 - H_2O$." *Jour. Geol.*, Vol. 58, pp. 489-511.

WYART & SABATIER (1956) : "Transformations mutuelles des feldspaths alcalins; reproduction du microcline et de l'albite." *Bull. Soc. Franc. Minér. Crist.*, Vol. 79, pp. 574-581.

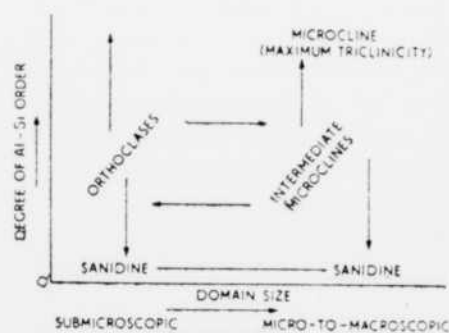


Fig. 6 — Structure des feldspaths potassiques. (Laves & Goldsmith 1954).



CALCUL SIMPLIFIÉ DES PORTIQUES ET POUTRES SYMÉTRIQUES D'APRÈS LA MÉTHODE DE CROSS

par

Serge Woinowsky-Krieger

Professeur à la Faculté des Sciences
Université Laval, Québec

Sections constantes, considérations générales

Il semble que certaines simplifications du procédé habituel de calcul d'après la méthode de Hardy Cross, simplifications toujours possibles lorsqu'il s'agit des structures symétriques, ne se soient pas encore suffisamment enracinées dans la pratique technique. Pourtant ces simplifications sont assez considérables et le but de la présente étude est de les indiquer et d'illustrer l'application des méthodes simplifiées par quelques exemples numériques.

Rappelons le procédé usuel en nous bornant d'abord au cas de sections constantes. Soient deux noeuds A et B d'un cadre quelconque ou bien d'une poutre continue immobiles dans le sens vertical et horizontal (fig. 1). Soit, en plus, le noeud B immobile vis à vis de toute rotation, le noeud A libre à cet égard.

Soit un couple non équilibré U_a appliqué au noeud A. Les membres AB, BC, etc., réunis en A résisteront au couple U_a ; soient M_{ab} , M_{ac} ,... les moments fléchissants respectifs à l'extrémité A de ces membres. La condition d'équilibre du noeud A s'exprime alors par l'équation :

$$U_a + \sum M_{ai} = 0 \quad (i = b, c) \quad (1)$$

la somme étant répartie sur tous les membres autour de A. Selon une règle suggérée par L. Grinter,

les couples U et M valent comme positifs s'ils agissent sur le noeud dans le sens horaire, négatifs dans le sens contraire.

Considérons ensuite l'effet du moment M_{ab} sur la poutre AB, simplement posée en A et encastree en B. La pente α de la ligne élastique d'une telle poutre se calcule ainsi :

$$\alpha = \frac{1}{4EI} M_{ab} \quad (2)$$

E étant le module de Young et I le moment d'inertie de la section du membre AB. L'équation (2) peut être réécrite sous forme :

$$M_{ab} = K_{ab} \alpha \quad (3)$$

où

$$K_{ab} = \frac{4EI}{l} \quad (4)$$

est la "rigidité" (stiffness) du membre AB, tandis que le coefficient $K_{ab} = 4$ en (4) est le "coefficient de rigidité" (stiffness factor), égal à 4 dans notre cas particulier d'une poutre à section constante.

En raison de la connexion rigide entre les membres AB, AC, ... réunis au noeud A, l'angle de rotation α sera le même pour tous ces membres. De là, ainsi que des équations (1) et (3), suit la relation :

$$M_{ab} = \frac{K_{ab}}{\sum K_{ai}} (-U_a) \quad (5)$$

le multiplicateur devant $-U_a$ étant le "coefficient de distribution"

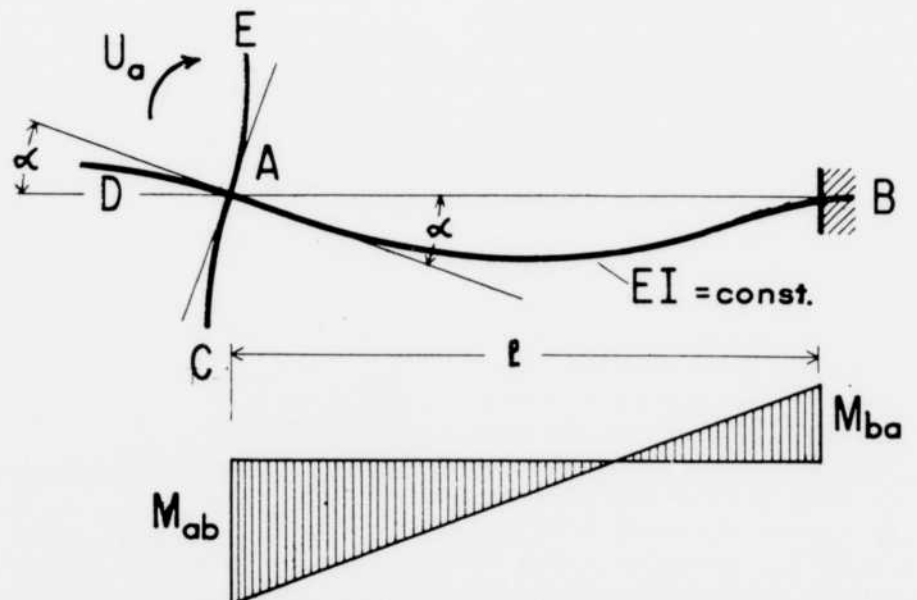


Fig. 1

(distribution factor) du membre AB par rapport au noeud A. En pratique on remplace souvent les valeurs $K = 4EI/l$ par des valeurs proportionnelles $K = I/l$, en omettant partout le multiplicateur commun $4E$.

Le couple M_{ab} , agissant en A, produit à l'extrémité B de la même poutre un moment $M_{ba} = C_{ab} M_{ab}$. Il est facile à démontrer que le "coefficient de transport" C_{ab} (the carry-over-factor) a la valeur $C_{ab} = 1/2$ dans le cas de section constante. Le signe de M_{ba} est opposé au signe de M_{ab} d'après la règle conventionnelle pour les signes mais il reste le même si l'on se sert de la règle de Grinter-Cross.

Notons encore qu'en supposant une articulation au lieu d'un encastrement en B, la "rigidité" de la poutre en A ne sera que $K'_{ab} = 3EI/l$ avec le coefficient de rigidité $k'_{ab} = 3$. Si l'on omet partout le multiplicateur $4E$, on aura dans ce cas $K'_{ab} = (3/4) \times (I/l)$ et $k'_{ab} = 3/4$ respectivement. Avec une rotule entre le membre AB et le noeud B le moment M_{ba} restera évidemment nul après la déformation ($C'_{ab} = 0$).

La valeur initiale du couple U dans le procédé de Cross est égale à la somme algébrique des moments d'encastrement (fixed-end moments) dus à des charges transversales, si l'on prend ces moments tout autour du noeud à l'étude. En alternant la distribu-

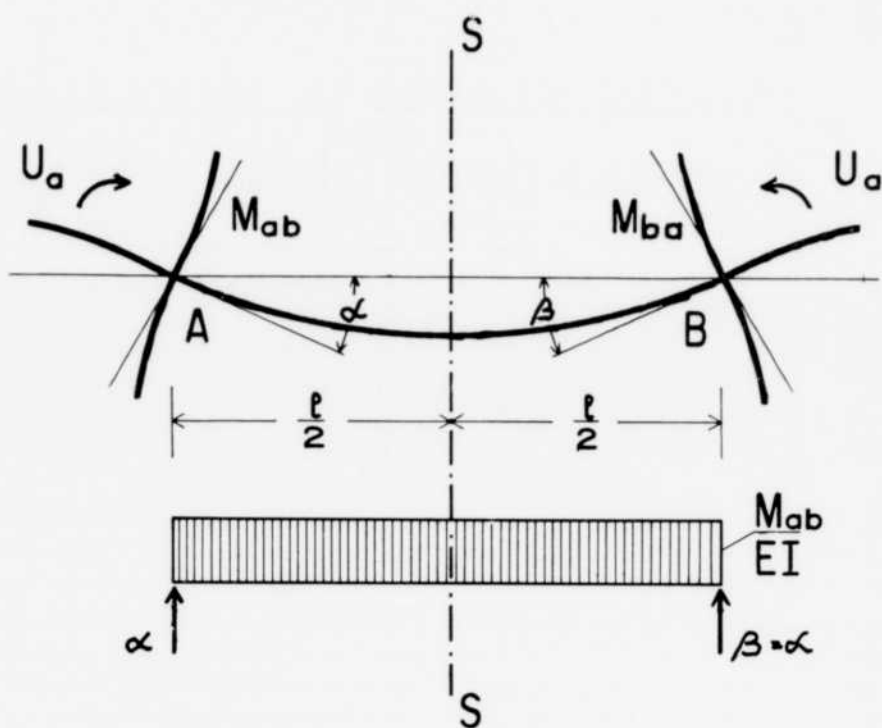


Fig. 2

tion des moments aux noeuds, temporairement libérés, et le transport des résultats ainsi obtenus vers des noeuds temporairement fixés, l'on arrive à des valeurs consécutives des moments aux extrémités de tous les membres de la structure. En arrêtant le procédé après un certain nombre de pareilles opérations, on obtient les valeurs de ces moments avec l'exactitude désirée.

Cas de symétrie

Soit maintenant AB un membre à section constante appartenant à la travée centrale d'un portique symétrique ou bien constituant

une telle travée d'une poutre continue, également symétrique (fig. 2). Soit S-S l'axe de symétrie, qui s'étend non seulement sur la disposition générale, mais aussi bien sur les rigidités K et les chargements de toutes les parties intégrantes de la structure. Pourtant on peut se libérer de cette dernière limitation en ramenant tout chargement à une combinaison d'un chargement symétrique avec un autre asymétrique, et en faisant usage des simplifications propres à ces deux types spéciaux de chargement.

Soit ensuite U_a un couple non équilibré qui se produit au noeud A comme résultat d'un certain nombre des opérations d'itération auxquelles la moitié gauche de la structure a été soumise. Soumettons la partie droite de la structure au même nombre d'opérations analogues. On verra plus tard que, certaines conditions étant satisfaites, on n'a rien à transmettre au cours de ces opérations soit de gauche à droite, soit dans le sens contraire à travers la travée centrale. En raison de la symétrie l'on aura alors en

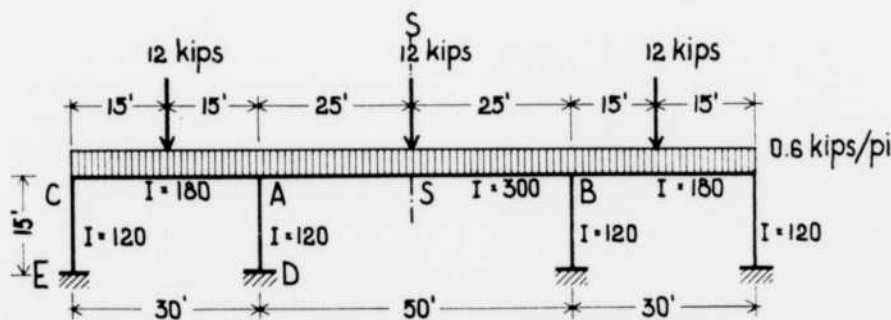


Fig. 3

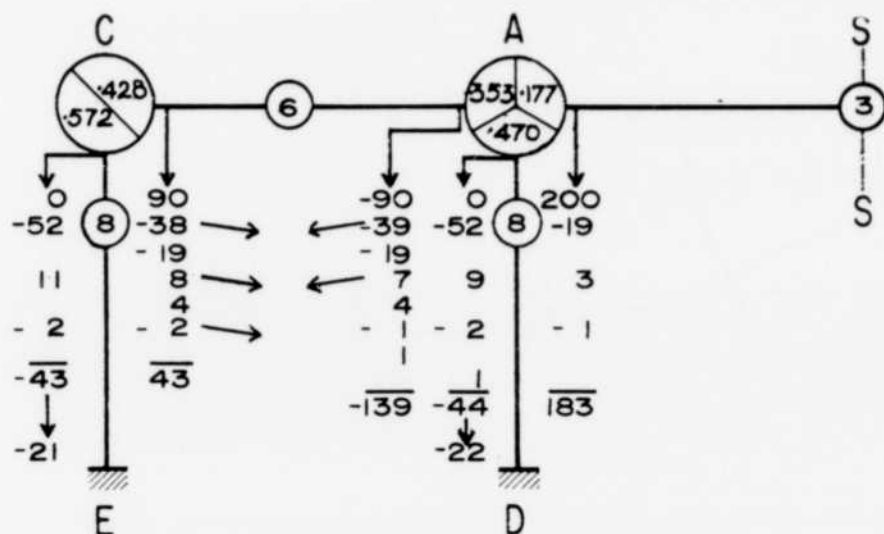


Fig. 4

même temps un couple U_a agissant en A et un couple $U_b = -U_a$ agissant en B. La phase du procédé étant la même à gauche et à droite, les noeuds A et B seront libérés tous les deux à la fois. Toujours en vertu de la symétrie on aura donc, après distribution, $M_{ab} = -M_{ba}$, les deux moments agissant symétriquement aux extrémités du membre central AB. Les pentes de la ligne élastique causées par ces moments en A et en B se calculent très simplement en faisant usage de la méthode de Mohr. Tenant compte de la constance des sections de la poutre entre A et B, la charge fictive de Mohr sera un rectangle avec une hauteur M_{ab}/EI . Les réactions de cette charge fictive donnent immédiatement les angles recherchés, c'est-à-dire :

$$\alpha = \beta = \frac{1}{2EI} M_{ab} \quad (6)$$

Il s'ensuit que :

$$M_{ab} = K_{as} \alpha \quad (7)$$

où la quantité

$$K_{as} = \frac{2EI}{1} \quad (8)$$

doit être considérée comme la rigidité de la poutre AB, soumise cette fois-ci à une flexion pure.

La valeur (8) n'est que la moitié de la valeur (4) que l'on emploie dans le procédé usuel, l'indice (ab) étant remplacé par (as) pour mieux distinguer les deux cas. En supprimant partout le multiplicateur $4E$, on obtiendrait au lieu de l'expression (8) :

$$K_{as} = \frac{1}{2} \frac{I}{l}$$

c'est-à-dire, toujours la moitié de la valeur usuelle.

La rotation étant libre en A et en B à la fois, les moments M_{ab} et M_{ba} ne vont subir aucun changement par suite de la déformation considérée tout à l'heure. Aucun transport le long de la travée AB n'aura donc lieu après la distribution des moments en A et B, ce qui constitue le principal avantage du procédé simplifié. Aussi suffit-il de restreindre le calcul à une moitié de la structure, par exemple à sa moitié gauche.

Exemple

A calculer les moments fléchissants du portique symétrique de la fig. 3, étant donnés les chargements et les valeurs relatives des moments d'inertie des sections.

Il suffit de considérer la partie gauche du cadre. En supprimant le multiplicateur $4E$, les rigidités de la poutre et des béquilles s'obtiennent ainsi :

$$K_{ac} = K_{ca} = \frac{180}{30} = 6$$

$$K_{as} = \frac{1}{2} \frac{300}{50} = 3$$

$$K_{ad} = K_{da} = \frac{120}{15} = 8$$

Ainsi :

$$\sum_e K = 6 + 8 = 14$$

$$\sum_a K = 6 + 3 + 8 = 17$$

Les coefficients de distribution sont portés dans la fig. 4. Les moments d'encastrement sont :

$$M_{ca} = -M_{ac} = \frac{0.6 \times 30^2}{12} +$$

$$\frac{12 \times 30}{8} = 90 \text{ kip} - \text{pi}$$

$$M_{ab} = \frac{0.6 \times 50^2}{12} + \frac{12 \times 50}{8} =$$

$$200 \text{ kip} - \text{pi}$$

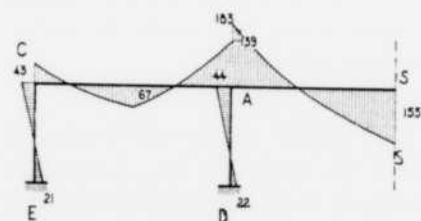


Fig. 5

La distribution des moments en A et C et le transport vers D et E se fait comme d'ordinaire. Par contre aucun transport ne se fait à travers l'axe de symétrie S-S. L'épure des moments obtenue de cette manière est représentée sur la fig. 5. Les ordonnées sont portées partout du côté de la tension. Notons encore que la méthode usuelle aurait mené exactement aux mêmes résultats mais au prix d'un procédé considérablement plus long.

MODÈLES HYDRAULIQUES À ÉCHELLE RÉDUITE POUR LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT

par
Marc Mayrand, Ing. P.

Assistant ingénieur en hydraulique et représentant de l'Administration de la Voie Maritime du Saint-Laurent auprès de Neyrpic Canada Limitée qui exécute la construction et les essais sur les modèles de la section Lachine.

Introduction

Il y a environ un an, le Ministre Canadien des Transports inaugurait le laboratoire d'hydraulique de l'Administration de la Voie Maritime du Saint-Laurent. En ce faisant, il mettait en opération deux modèles à échelle réduite, reproductions exactes du fleuve Saint-Laurent, région de Montréal.

D'où venait l'idée d'études sur modèles et qu'attendait-on en retirer? C'est un fait reconnu aujourd'hui que des sommes considérables sont économisées annuellement à travers le monde à la suite d'études de ce genre. Pour ce qui est de la canalisation du Saint-Laurent, l'Hydro-Electric Power Commission d'Ontario, le U.S. Corps of Engineers et l'Administration de la Voie Maritime ont mis à exécution un programme élaboré destiné à étudier la partie internationale du fleuve, au point de vue de la régularisation des débits et de leur distribution naturelle, du contrôle des niveaux et des développements hydroélectriques, le tout en conformité des lois régissant les eaux limitrophes et la protection des propriétaires riverains.

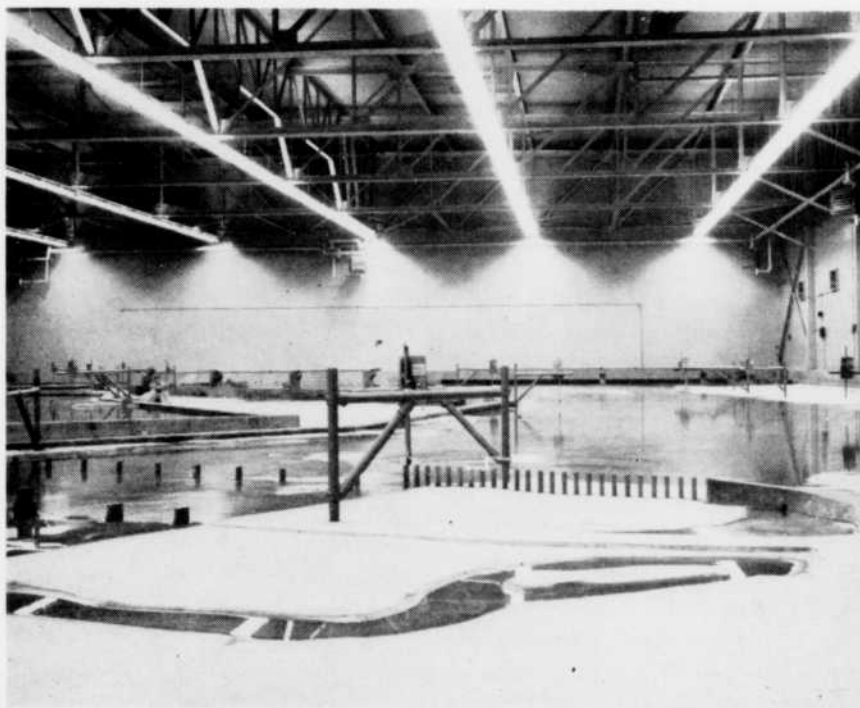
La région de Montréal étant toute entière dans la province de Québec, certains de ces problèmes ne se présentaient pas, mais d'autres ont surgi qui décidèrent l'Administration à entreprendre des travaux similaires dans la Section Lachine.

Malgré les études les plus approfondies qu'aient pu faire nos ingénieurs sur les effets que pourra avoir la canalisation dans le secteur qui nous touche, il en reste toujours un certain nombre sur lesquels seuls les modèles à échelle réduite peuvent nous éclairer.

Description sommaire de l'édifice

Pour des raisons que nous verrons plus tard, une des conditions primordiales qui devaient

nous guider dans la construction de l'édifice était l'affaissement maximum permis de 1/64 po. sous une charge de 500 lb/po.². L'excavation fut donc menée au roc, puis remplie de pierre concassée et une dalle de béton précontraint fut coulée pour servir de base aux modèles. Certaines études par photographie nécessitant un éclairage spécial, aucune fenêtre ne fut prévue et par suite un système de ventilation bien étudié, à cause de l'humidité, fut installé. Les murs et la toiture ne demandaient d'autre précaution qu'une bonne isolation.



Le modèle des Rapides de Lachine à la partie aval.



Modèle du Port de Montréal avec ses quais et les piliers des ponts Victoria et Jacques-Cartier.

Echelles des modèles

Le choix des échelles doit être très judicieux; la superficie de terrain à représenter s'étendant sur plusieurs milles carrés il faut donc s'en tenir aux limites minimum afin de maintenir le coût aussi bas que possible.

Echelle verticale

L'échelle verticale dépend de plusieurs facteurs. Mentionnons principalement la précision des mesures que l'on veut effectuer ainsi que les profondeurs d'eau à reproduire; si ces dernières ne sont pas assez accentuées on s'expose à des effets d'échelles dus à l'exagération de la tension capillaire, à la diminution du nombre de Reynolds et aussi à la difficulté de construire des modèles assez lisses dans certains cas.

Pour la Section Lachine, disons qu'une échelle verticale de 1/100ième aurait été satisfaisante et que 1/125ième constituerait une limite à ne pas dépasser.

Echelle horizontale

A cause des études à entreprendre qui ne s'accroissent pas d'une grande distorsion, il fallait que cette dernière soit in-

férieure à 2. On a choisi 1.6, ce qui donnait 1/200ième dans le plan horizontal. On aurait pu réduire encore la distorsion mais alors le coût de la construction devenait prohibitif.

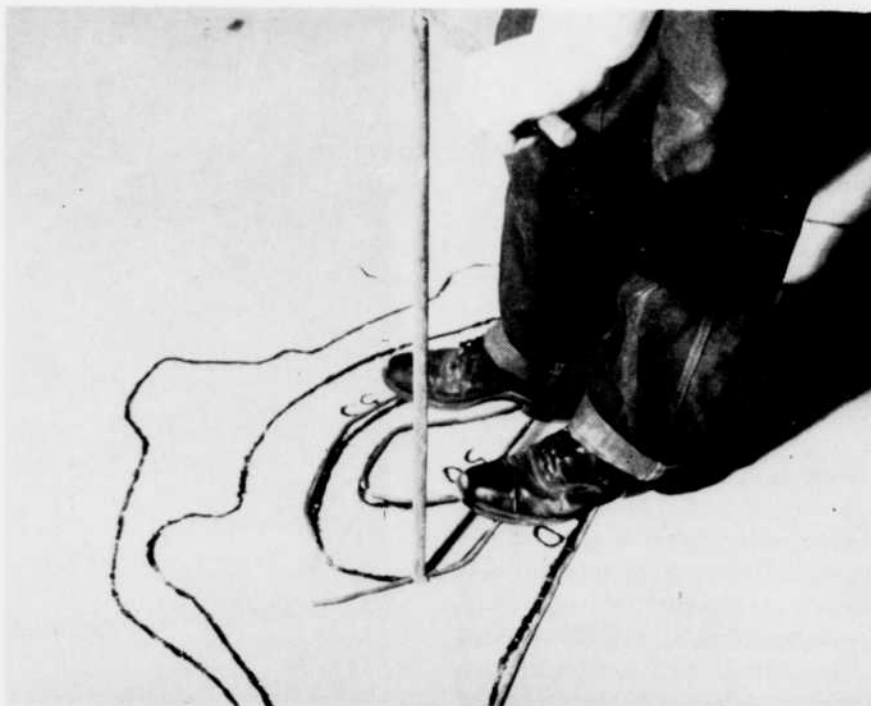
Autres échelles

Notre choix maintenant arrêté sur les échelles 1 dans 125 et 1 dans 200 pour les deux plans il suffit d'appliquer les lois régissant les études sur modèles réduits pour déterminer les autres échelles dont nous aurons besoin. Si on donne les indices m et p aux termes s'appliquant au modèle et au prototype on retrouve pour la relation de vitesse :

$$V_m = \sqrt{125V_p}$$

c'est-à-dire que la vitesse sur le modèle est 11.2 fois plus grande que celle sur le prototype. De même on déduira pour les débits :

$$Q_m = \frac{Q_p}{280,000}$$



Pliage des barres d'acier suivant les contours sur le carroyage de base.



Mise en place des barres de contours à leur élévation respective.

La relation de rugosité s'établit de la même façon et, dans notre cas particulier, se traduit par le rapport de 1 dans 30.

Description des modèles

Le laboratoire contient actuellement deux modèles. Le plus grand en étendue couvre une région qui va de l'île de Dorval dans le lac Saint-Louis jusqu'au pied des rapides de Lachine environ 3,000 pieds en aval de l'île Héron, soit une distance approximative de 9 milles. La dénivellation totale pour cette section varie de 31 pieds au débit maximum à 36 pieds à bas débit; environ 20 pieds de cette dénivellation se produit dans le rapide Lachine même. Les vitesses sont généralement assez élevées, quoiqu'à l'entrée et à la sortie du modèle, l'écoulement se fait beaucoup plus lentement.

Le second modèle commence à environ 4,000 pieds en amont du pont Victoria et s'étend jusqu'à un point situé à 8,000 pieds en aval du pont Jacques-Cartier

dans le port de Montréal, soit une distance de 4 $\frac{1}{2}$ milles environ. Dans cette partie, la chute totale est beaucoup moindre et varie de 6 pieds aux débits élevés, à 14 pieds aux bas débits. La presque totalité de cette chute

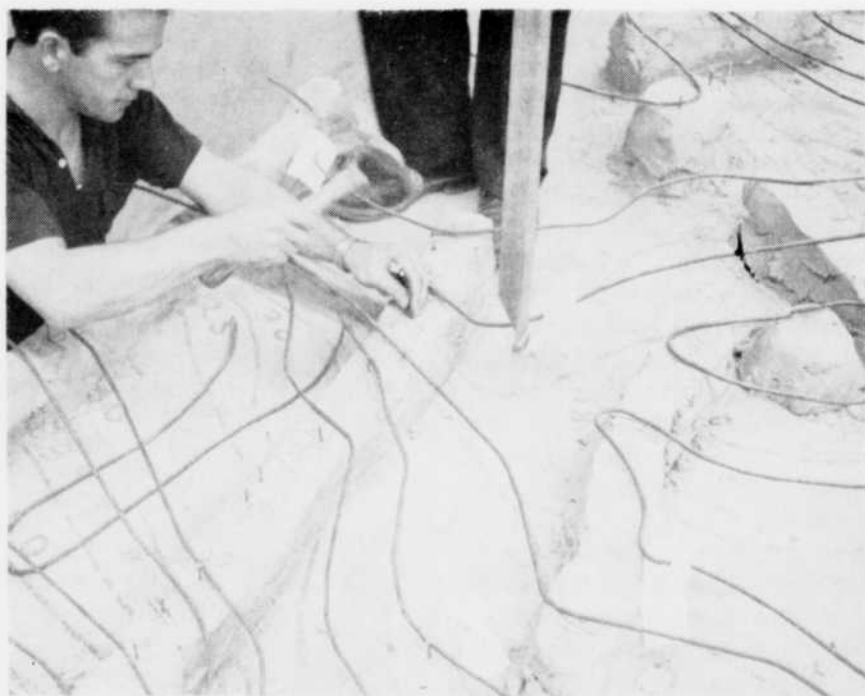
se produit dans le rapide Normand tout juste en aval du pont Victoria.

En plus de reproduire le plus fidèlement possible les contours du lit du fleuve et la berge, on a représenté à l'échelle, de façon à donner les résultats les plus exacts possible, tous les ouvrages de main d'homme tels que ponts, quais, brise-lames, etc.

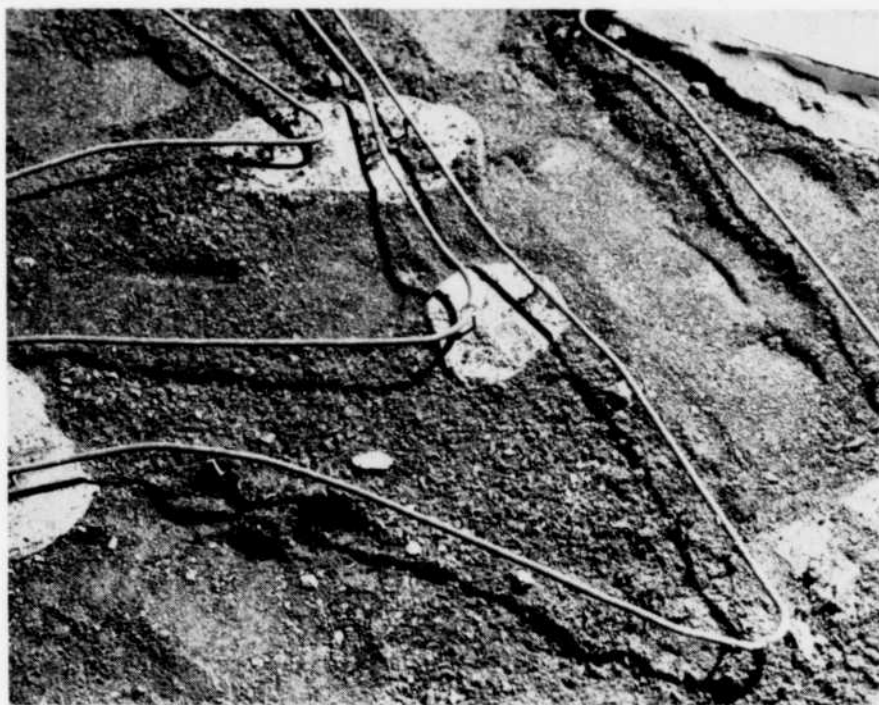
Mode de Construction

Le travail préliminaire à l'exécution des modèles s'est échelonné sur une période d'environ deux ans: mesures de débits, sondage du lit du fleuve, distribution des vitesses de courants, relevé quotidien des niveaux d'eau sur toute la longueur de la Section de Lachine; tout ce travail fut exécuté par le personnel de l'Administration. Puis vint la mise en plan de ces données.

A partir du plan de sondage, une carte indiquant les lignes de niveaux est tracée sur un carroyage de base. Ce carroyage est ensuite inscrit sur une dalle de



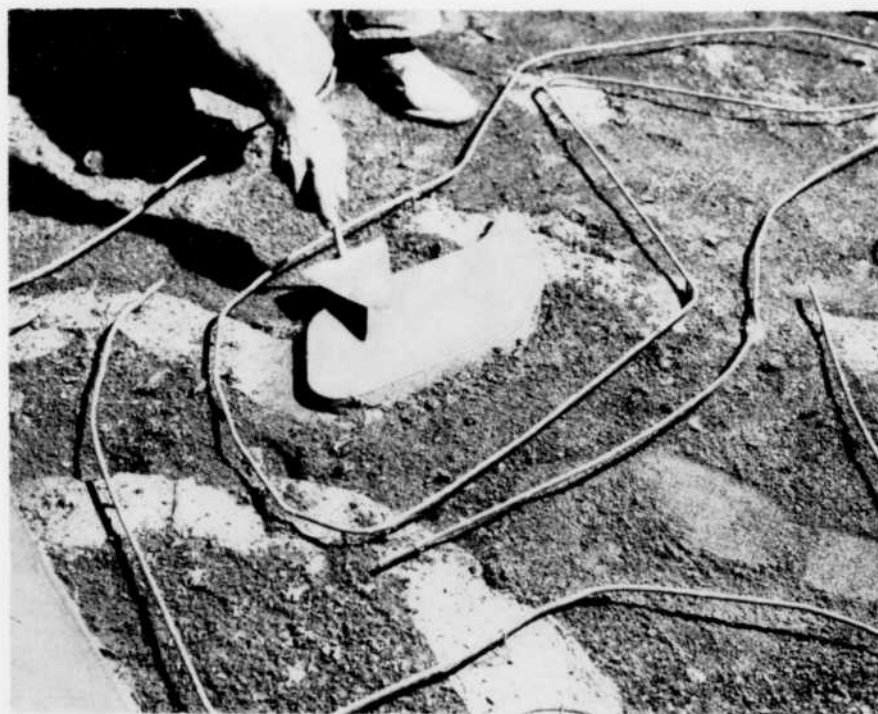
Les barres d'acier sont fixées à l'aide de clous aux monuments de béton poreux.



Remplissage complété à environ 1 1/2 po. de l'élévation finale.

béton servant de base aux modèles et, par abscisses et ordonnées, on dessine les contours sur la dalle. L'opération suivante consiste à plier des barres de métal, en l'occurrence des barres d'acier de 1/8 po. de diamètre, pour reproduire tous les contours; ces barres sont ensuite montées sur des monuments d'un mélange de béton très poreux et fixées à ces derniers à l'aide de clous. Si par exemple on veut mettre en place le contour d'élévation 65, les clous qui doivent le soutenir sont enfoncés sous la direction de la lunette d'arpentage et la barre d'acier y est attachée. On procède ensuite au remplissage entre les contours; dans nos modèles, on s'est servi de pierre concassée et d'une mince couche de poussière de pierre. Ce remplissage nous amène jusqu'à environ 1 1/2 po. de la surface finale indiquée par le dessus des barres de contour. Un fini de ciment imperméable est alors appliqué et troussé très exactement, en interpolant d'un contour au suivant. Il va sans dire qu'au cours de ces opérations, des équipes de niveau vérifient

continuellement l'exactitude du travail. Le produit fini est alors une reproduction exacte du lit du fleuve avec ses obstacles, ses dépressions, etc.



Fin de ciment troussé au niveau des barres de contours.

Mode de mesures

Les diverses mesures à effectuer sur des modèles réduits se doivent d'être très précises en raison de l'échelle choisie.

Pour les mesures de débit nous utilisons un déversoir triangulaire dont l'exactitude, $\pm 1\%$ d'erreur, est amplement suffisante. Les niveaux d'eau sont lus à l'aide de pointes de mesures pouvant donner le 0.1 mm, ce qui sur le prototype représente un peu moins de 0.5 po. dans la verticale. La précision requise étant de 0.2 pi. nous sommes assurés que les lectures de l'appareil sont bien en deçà des limites permises. Quant aux vitesses nous employons deux procédés différents. Le premier utilisé pour les mesures en eau profonde consiste à employer un moulinet miniature d'une très grande précision dont l'opération est exactement la même que celle du moulinet que nous connaissons tous pour mesures sur le terrain. Le deuxième procédé s'emploie pour les ré-

gions peu profondes et pour les vitesses de surface. Il consiste à faire flotter un corps lumineux et à en mesurer le déplacement par chronophotographie.

Vérification

Il nous faut maintenant vérifier les modèles. Nous connaissons la courbe élévation — débit pour plusieurs points le long du fleuve; nous pouvons donc en tirer le profil de la surface sur toute la longueur et la reproduire à l'échelle. Des pointes de mesures correspondant aux échelles d'étiages le long du prototype, nous permettent de reproduire ce profil. Pour un débit donné, l'élévation à l'aval du modèle est connue; on ajuste alors une pointe de mesure sur chaque rive de façon à pouvoir y lire l'élévation voulue. Puis remontant vers l'amont, la pointe suivante est ajustée; pour ce faire il suffit de relever ou d'abaisser le niveau de l'eau à cet endroit par une augmentation ou une diminution de rugosité au fond du modèle.

Chaque pointe de mesure est amenée ainsi à correspondre à sa courbe. Le même procédé se répète pour divers débits et on parvient ainsi à reproduire le profil de la nappe d'eau.

Plusieurs sections, dites de contrôle, ont été établies sur le terrain. On y a mesuré très exactement les vitesses de courant ainsi que leur direction et leur distribution. Il est donc facile par la suite de reproduire ces conditions sur les modèles, en modifiant la rugosité s'il y a lieu, cette fois transversalement aux modèles. Ceci fait, les éléments essentiels sus-



Une autre illustration montrant le troussage au niveau des barres d'acier.

ceptibles d'influencer le comportement des modèles sont satisfaits et il ne reste plus qu'à entreprendre le programme d'essais qui a exigé la construction de ces modèles.

Essais

Deux séries d'essais nous occupent particulièrement; la première consiste à obtenir sur modèle toutes les données relatives aux niveaux d'eau, vitesses et directions de courants, etc., pour la période qui a précédé le début des travaux de canalisation; ces renseignements sont obtenus pour toute une gamme de débits allant de 180,000 pi. cu./sec. à 520,000 pi. cu./sec. Une fois ce travail terminé, les modèles sont modifiés pour reproduire les conditions qui existeront à la fin du projet. Les mêmes essais sont alors répétés,

et l'on compare les résultats aux calculs.

Il va sans dire qu'en dehors de ces deux séries principales, nous accomplissons d'autres essais de moindre envergure et qui sont destinés à diriger les entrepreneurs dans l'exécution de leurs travaux ou encore à venir en aide aux ingénieurs responsables des ouvrages connexes.

Depuis neuf mois que notre laboratoire fonctionne, nous avons eu l'occasion de réaliser un certain nombre d'essais qui nous permettent de vérifier avec quelle fidélité les différentes caractéristiques du fleuve ont été reproduites et nous sommes assurés que les résultats de nos essais futurs s'avéreront des plus précieux dans le parachèvement de cette grande oeuvre de génie qu'est la canalisation du Saint-Laurent.

OÙ EN SOMMES NOUS EN MÉTALLURGIE ?

Le congrès mondial des métallurgistes

par
André Hone, Ing. P.

**Chef, Département du Génie Métallurgique
Ecole Polytechnique de Montréal**

Des métallurgistes venus de tous les coins du monde se sont réunis à Chicago, du 2 au 9 novembre 1957, dans le but d'évaluer leur avancement scientifique et technologique, de se mettre au courant des innovations récentes et de se faire une idée de l'orientation que prendrait le développement métallurgique dans les années à venir.

L'*American Society for Metals* avait organisé le congrès. Les associations qui y participaient étaient :

American Society for Metals.
American Institute of Metallurgical and Petroleum Engineers,
(Institute of Metals Division).
Society for Non-Destructive Testing.
Special Libraries Association
(Metals Division).
Atomic Energy Commission.
Industrial Heating Equipment Association.
Metal Powder Association.

Plusieurs milliers de métallurgistes s'étaient rendus à Chicago. On comptait environ 440 métallurgistes d'outre-mer. L'*American Society for Metals* avait délégué 600 de ses membres américains pour représenter cette association auprès des métallurgistes étrangers. De plus, environ 526 industriels exposaient leurs produits métallurgiques.

Plus de 444 Mémoires ont été présentés. A part des réunions

ordinaires, les congressistes attirés ont pu se réunir pour discuter de quelques grands sujets d'intérêt commun dont voici les principaux :

1. Production et affinage de l'acier
2. Production des métaux non-ferreux
3. Fabrication
4. Traitements thermiques
5. Soudage
6. Essais et Inspection
7. Education et Recherches
8. Energie nucléaire.

Les métaux à l'état liquide et leur solidification :

(12 mémoires)

Maintenant que l'on sait que certains métaux à l'état liquide pourraient servir avantageusement comme porteurs de chaleur dans les échangeurs thermiques des centrales d'énergie nucléaire, on commence à prêter beaucoup d'attention aux problèmes métallurgiques que ce genre d'application comporte. On continue à étudier le vieux problème de la germination et de la croissance des cristaux dans un système liquide. On détermine aussi à grande allure les caractéristiques des métaux à l'état liquide : leur structure, leur chaleur spécifique, leur coefficient de dilatation, la thermodynamique des solutions intermétalliques, les réactions avec les autres métaux ou substances avec lesquels ils sont en contact.

Les métaux servant à l'énergie nucléaire :

(76 mémoires)

Le plutonium, l'uranium, le zirconium et les autres métaux qui servent directement en énergie nucléaire sont l'objet de beaucoup d'intérêt. Les Etats-Unis, le Canada, l'Angleterre et la France ont collaboré dans la présentation des mémoires.

Acier :

(46 mémoires)

L'acier, dont la production mondiale est de près de 400 millions de tonnes par année, suscite nécessairement de nombreux travaux. On cherche à améliorer les méthodes de production et la qualité des aciers.

Titane :

(47 mémoires)

On s'aperçoit que le titane est l'objet d'un intérêt soutenu. Sa production est maintenant courante et son prix baisse graduellement. On cherche même de ce temps-ci à trouver de nouvelles applications pour le titane.

Les traitements thermiques :

(32 mémoires)

On cherche à mieux connaître le mécanisme des transformations qui causent le durcissement de l'acier. Dans ce domaine, la recherche s'étend aussi à la connaissance du durcissement par précipitation. Il est intéressant de noter ici que la cémentation a fait l'objet d'une séance spéciale des congressistes.

Soudage :

(22 mémoires)

Le soudage a été discuté en séances spéciales. On a examiné les problèmes du soudage des navires. On s'est aussi arrêté à celui des tiges utilisées en soudage électrique.

Elaboration et fabrication :

(21 mémoires)

L'intérêt a surtout porté sur la préparation des roues d'engrenage, sur la connaissance de la tôle d'emboutissage et sur le sujet toujours très important de l'usinabilité.

Utilisation des métaux aux températures élevées :

(27 mémoires)

Avec les développements en énergie nucléaire, en force motrice à jet, en balistique astrale, le besoin de métaux qui ont une bonne résistance mécanique et chimique aux hautes températures d'utilisation se fait de plus en plus pressant. On peut voir qu'il y a de l'intérêt du côté du frittage de métaux partiellement oxydés. Avec des mélanges appropriés, on note une résistance intéressante au fluage à haute température.

Métallurgie des poudres :

(8 mémoires)

Une des dernières innovations, c'est la fabrication de la tôle directement à partir de la poudre étendue sur les cylindres de laminoir. Au sortir du laminoir, la tôle faite de poudre pressée est fragile, mais elle acquiert des caractéristiques intéressantes après chauffage à haute température.

La métallurgie théorique :

(110 mémoires)

Le grand nombre de communications indique bien l'intérêt vers les connaissances fondamentales. Toutefois, le champ est vaste. Les recherches ont porté sur la diffu-

sion, le mécanisme de déformation, la connaissance des solutions solides, la détermination quantitative des caractéristiques des métaux, l'établissement de méthodes de mesures et de recherches.

Les méthodes d'essais non-destructifs :

(43 mémoires)

La documentation a été surtout présentée par l'entremise de la Society for Non-Destructive Testing. On cherche à établir de nouvelles méthodes et à améliorer celles que l'on a déjà à sa disposition. On cherche aussi à établir des standards internationaux qui faciliteraient les échanges soit de données scientifiques dans ce domaine ou de matériel et de fournitures.

Enseignement et recherche :

(8 mémoires)

Grâce à la collaboration précieuse des délégués du Japon, de la France, de l'Autriche, des Indes, de la Belgique, de l'Angleterre, du Canada et des Etats-Unis, on a pu établir une comparaison entre les systèmes d'enseignement universitaire. On peut voir facilement un désir universel d'appliquer un programme de formation de base. Dr W. A. Mudge de l'International Nickel Company a fait remarquer que le métallurgiste devrait être entraîné à communiquer facilement avec son entourage. Somme toute, on devrait chercher avant tout à développer chez l'universitaire métallurgiste l'aptitude à apprendre et à comprendre, et l'aptitude à transmettre avec succès ses connaissances et sa pensée.

Si l'on en juge par les auteurs de la documentation présentée au Congrès, la recherche à l'Université a une ampleur considérable. D'une façon générale, la recherche universitaire se fait surtout dans le domaine des connaissances fondamentales.

Les tendances :

1 — Développement des ressources minérales

Les ressources mondiales sont loin d'être connues à fond. Même aux Etats-Unis, où peut-être il n'y a plus un seul mille carré qui n'ait été examiné, les géologues sont d'avis que des ressources minérales considérables sont encore inconnues et ne seront connues que grâce à des explorations plus poussées. Si des dépôts de minerais riches sont en voie de s'éteindre, il y en aura d'autres de découverts, peut-être dans d'autres pays, ce qui pourrait occasionner des déplacements de centres de production.

Il reste toutefois qu'il faut savoir exploiter efficacement nos ressources minérales. Les méthodes de concentration des minerais devraient être développées intensivement.

2 — Sidérurgie

Les réserves mondiales d'hématite, de magnétite et d'autres minerais sont grandes. Toutefois, on songe sérieusement à appliquer à grande échelle la concentration des minerais de teneur d'environ 25%. Les essais faits à date indiquent que la concentration peut être économique. Un des facteurs qui a amené un rendement plus élevé des hauts fourneaux (en 1920 : 274 tonnes par haut-fourneau; en 1956 : 1254 tonnes par haut-fourneau) c'est l'enrichissement en oxygène de l'air soufflé. L'insufflation de l'oxygène pur pour convertir la fonte en acier a donné de bons résultats. Les méthodes de production de l'oxygène devraient être examinées.

3 — Les non-ferreux

Après le fer (près de 400,000,000 de tonnes par année) l'aluminium vient en deuxième place avec un tonnage de près de 4,000,000 par

année. Le cuivre est stable. D'autres métaux comme l'étain et l'argent ont vu leur production diminuer. Le titane prend de l'ampleur. Beaucoup de métaux nouveaux trouvent des applications.

4 — Méthodes d'élaboration et de fabrication

L'usinage, phase importante de la fabrication, s'améliore rapidement, surtout grâce à de nouvelles méthodes et à de nouveaux outils. L'enlèvement chimique du métal et le découpage électrolytique commencent à être de plus en plus utilisés. L'usage des couteaux en oxyde d'aluminium se répand.

L'emploi des colles, pour remplacer le soudage et le rivetage prend un essor considérable. La coulée des métaux dans le vide prend aussi de l'essor. On prati-

que couramment la coulée de l'acier par le procédé continu ainsi que l'extrusion de l'acier. On vient de mettre au point la méthode de l'emboutissage par explosif. Grâce à cette méthode on pourrait obtenir des allongements beaucoup plus grands qu'indiqués par les résultats d'essais mécaniques.

5 — Les traitements thermiques

On cherche à mieux connaître le phénomène du durcissement et les mécanismes de transformation et de précipitation à l'état solide. On s'attend à améliorer les rendements des traitements thermiques par un meilleur contrôle des températures. Avec le temps on sera en mesure d'utiliser des diagrammes donnant les courbes de refroidissement continu et des dia-

grammes A.T.T. donnant la transformation de l'austénite.

6 — Les métaux d'énergie nucléaire

Le beryllium a des caractéristiques intéressantes. Il a un point de fusion élevé, une faible absorption neutronique, et une bonne résistance mécanique. Par contre, il est de fabrication difficile et son coût est élevé. On cherche donc à trouver des méthodes qui nous permettraient d'obtenir du beryllium à meilleur marché.

Le zirconium est aussi intéressant. Il faudrait probablement l'employer à l'état d'alliage de façon à améliorer sa résistance chimique à haute température. D'autres métaux intéressants sont le niobium, le vanadium, le tantale et le molybdène.

E R R A T A

Dans la dernière livraison de L'Ingénieur, No 171, quelques erreurs se sont glissées dans la reproduction du texte de MM. Raymond Boucher et Bernard Le Méhauté, "Contribution à l'Etude expérimentale des Problèmes de l'Hydraulique fluviale".

La rédaction s'en excuse auprès des auteurs et de ses lecteurs et les prie de bien vouloir rétablir les faits comme suit :

Page 51 — Première colonne,

lire :

en tenant compte du coefficient de frottement de l'écoulement uniforme

au lieu de :

en tenant compte du coefficient de frottement et l'écoulement uniforme.

Page 52 — Première colonne :

lire :

Il faut que l'épaisseur du film

laminaire soit très inférieure aux dimensions des grains.

au lieu de :

Il faut que l'épaisseur du film laminaire soit très supérieure aux dimensions des grains.

Page 52 — Deuxième colonne :

Pour cela, on peut, ainsi que nous l'avons déjà indiqué,

au lieu de :

Pour cela, on peut, aussi que nous l'avons déjà indiqué.

Troisième colonne : lire :

$$[V] = [C] \sqrt{[H] [i]}$$

au lieu de :

$$[V] = [C] \sqrt{H i}$$

lire :

$$C = \text{constante} \left[\frac{H}{d} \right]^{1/4}$$

au lieu de :

$$C = \left[\frac{\text{constante}}{d} \right]^{1/4}$$

Page 53 — Première colonne,

lire :

$$\rho_m \text{ au lieu de: } \rho_m$$

$$\rho_c \text{ " " " } \rho_c$$

Page 54 — Première colonne

lire :

$$\frac{\lambda'}{[W]} = \frac{\lambda}{[V]}$$

au lieu de :

$$\frac{\lambda'}{W} = \frac{\lambda}{V}$$

Page 55 — Troisième colonne,

lire :

$$C = \frac{\lambda'^{7/2}}{\lambda^{5/2}}$$

au lieu de :

$$C = \frac{\lambda'^{7/2}}{\lambda^{5/2}}$$

Coup

D'OEIL

sur l'industrie et
sur la technologie

Le calcul des réservoirs en béton précontraint

Une compagnie de New-York, The Preload Company, Inc., a récemment publié un dépliant de huit pages sur le calcul des réservoirs en acier précontraint. Ce dépliant contient des données d'ordre technique et des formules qui intéresseront tous ceux qui songent à adopter le béton précontraint pour les réservoirs d'emmagasinage.

Il s'agit du "Bulletin T-19" qu'on peut obtenir en s'adressant aux bureaux de la compagnie, dont voici l'adresse: 211 East, 37th Street, New York 16, N.Y.

A. R. Williams Machinery Company Limited ouvre à Montréal une salle de démonstration

La compagnie A. R. Williams, de Toronto, a récemment aménagé à Ville Mont-Royal une salle de démonstration où elle expose des machines-outils, des fournitures industrielles, de l'équipement de manutention et de construction de marques bien connues, comme les tours Herbert, les foreuses Archdale, les camions-tombereaux Hyster, etc.

Le nouvel établissement d'un seul étage a une étendue de 22,000 pieds carrés. Il comprend, outre les bureaux, une salle de démonstration vaste et bien éclairée ainsi qu'un local d'entreposage, d'assemblage et d'expédition aménagé selon les conceptions les plus modernes.

Un cerveau électronique au nom classique, "Mercury"

Dans la mythologie romaine, Mercure était le messager des dieux. Son dernier descendant, le calculateur Ferranti "Mercury" ne se contente pas de délivrer des messages, il donne aussi les réponses avec la vitesse de l'éclair.

L'ancêtre immédiat du "Mercury" était un cerveau électronique fabriqué aux usines Ferranti de West Gorton, Manchester (Angleterre) en 1949. Le premier modèle fut installé à l'Université de Manchester et d'autres furent utilisés pour les calculs dont avaient besoin les techniciens occupés à l'établissement des plans des "missiles". C'étaient les premiers calculateurs électroniques mis sur le marché en dehors des Etats-Unis.

Ce modèle avait cependant d'autres usages scientifiques et, en supplément de ceux qu'achetèrent divers services gouvernementaux, il équipa les bureaux d'une société de constructions aéronautiques qui l'utilisa pour le calcul des résistances de vol, et les laboratoires d'une compagnie pétrolière hollandaise.

Un modèle plus petit, le "Pegasus" vint ensuite, conçu spécialement pour le travail de bureau et d'usine, le calcul des salaires, l'état des stocks et les calculs techniques.

Le "Mercury" dont on vient d'expédier un modèle au service de la recherche du Département Norvégien de la Défense, est à la fois plus grand et plus compliqué.

Appareil scientifique plutôt que commercial, le "Mercury" sera employé pour les problèmes de science aux universités d'Oxford, de Londres et de Manchester, pour les recherches nucléaires et pour les calculs compliqués des prévisions du temps.

Son cerveau magnétique caché peut résoudre des problèmes abstrus d'algèbre et se livrer à de longs calculs très compliqués avec une rapidité et une précision incroyables. Il additionne deux nombres de neuf chiffres en 180 microsecondes (la microseconde étant un millionième de seconde) et les multiplie en 300 microsecondes. Pour les nombres plus petits, l'opération dure 60 microsecondes.

Cette merveilleuse habileté mathématique du Mercury est un don du ciel pour les savants et ingénieurs. Elle permet d'obtenir les résultats des expériences de chimie, de calculer les charges et tensions que peuvent sup-

porter les structures d'acier et les pièces d'avion, et d'appliquer les lois de la physique aux dessins industriels. Les dessinateurs de lentilles d'optique et de transformateurs, qui devaient jadis se fier à leur jugement, jamais infallible, peuvent maintenant obtenir du Mercury l'exacte solution technique sans la moindre difficulté.

Ses utilisations vont de la mécanique nucléaire, où il rend des services inappréciables, aux sujets terre-à-terre comme la distribution. Il peut déterminer la manière la plus rapide et la moins chère d'aller chercher des marchandises à près de cent endroits et de les distribuer à cent autres endroits par des routes différentes.

On n'obtient évidemment pas ce genre de service pour rien et le prix du calculateur Mercury est d'environ 100,000 livres sterling, mais son fonctionnement est extrêmement bon marché.

Nouvelle règle à calcul pour coffrages de béton

Il est possible d'abaisser le coût des constructions de béton en adoptant des types réguliers de coffrages faciles à monter et à dépeucher. La Signode Steel Strapping Company a mis au point une règle à calcul qui rend facile l'étude des coffrages pour piliers et colonnes jusqu'à 48 po. de carré à la base ou 65 po. de diamètre, y compris les coupes rectangulaires.

Entrepreneurs, architectes et ingénieurs verront leur tâche simplifiée, au chantier comme au stade des études, par l'usage de ce petit instrument qui peut se glisser dans la poche. Ils y trouveront les dimensions des pièces de bois, la disposition et l'espacement de la membrure, ainsi que les dimensions et l'espacement des bandes de tôle qui remplacent les crampons dans ce genre de coffrages.

On peut obtenir cette règle à calcul contre la remise d'un dollar en s'adressant à la Canadian Steel Strapping Company, 258 Wallace Avenue, Toronto.

L'industrie vient en aide à la science

La pénurie de géologues qui entrave la mise en valeur des ressources pétrolières du Canada sera atténuée par des subventions à nos universités. La Shell Oil Company of Canada accordera désormais pendant deux ans des subventions annuelles de \$5,000 à trois universités canadiennes aux fins spécifiques de venir en aide aux études géologiques.

Ces subventions ont été offertes à l'Université de Toronto, à l'Université Queen's et à l'Université de la Saskatchewan, qui les ont acceptées. Les sommes ainsi reçues pourront servir à l'établissement de laboratoires de sédimentation, à la recherche stratigraphique ou à la rétribution d'un spécialiste en géologie sédimentaire qui dirigera les travaux de recherche et d'étude post-universitaire.

Le Canada compte dans ses effectifs environ 2,000 géologues dont 60 pour cent sont à l'emploi de l'industrie pétrolière. Au cours des cinq prochaines années, cette industrie estime à 150 le nombre de diplômés dont elle aura besoin chaque année. Si l'on ajoute à ces exigences les besoins toujours croissants de l'industrie minière, on se rend compte de la pénurie dont notre pays est menacé.

Les subventions annoncées par la compagnie Shell supplémentent un programme déjà considérable d'aide à l'éducation. Elle accorde en effet chaque année huit bourses d'un an et deux autres de deux ans à des diplômés d'universités qui se consacrent à la recherche et aux travaux post-universitaires conduisant à la licence ou au doctorat en science ou dans les diverses branches du génie.

Pénurie d'ingénieurs, d'hommes de science et de techniciens

Le Canada ne produit pas suffisamment d'ingénieurs, d'hommes de science ni de techniciens pour continuer de se développer à la cadence actuelle, ni même pour conserver son rang parmi les grands pays industriels du monde. Cette opinion était exprimée il y a quelques mois par le directeur exécutif de la Fondation industrielle pour l'éducation, Monsieur S. H. Deeks, de Toronto.

"Pour que le progrès de notre économie se poursuive au même rythme, a dit M. Deeks, il nous faudrait, en 1980, quatre fois plus d'ingénieurs et d'hommes de science que nous n'en avons actuellement et dix fois plus de techniciens."

Et il a exprimé des doutes quant à la possibilité de satisfaire à ces exigences. "Les inscriptions à nos facultés de génie ne semblent promettre que le tiers du nombre de diplômés dont nous aurons besoin... Les moyens

dont nous disposons actuellement pour la formation de techniciens ne donneront que le vingtième du nombre requis."

La Russie produit environ 313 ingénieurs par 100,000 de population, alors que la proportion n'est que de 139 aux Etats-Unis et d'environ 83 au Canada.

"Si nous reconnaissons que le progrès et la survivance du pays reposent sur la formation d'ingénieurs et d'hommes de science en nombres suffisants, a dit M. Deeks, ces chiffres démontrent clairement que nous courons à une catastrophe à moins que des mesures énergiques ne soient prises pour changer le cours des choses. A l'âge de la science, il devient de plus en plus évident que si un pays atteint la suprématie dans les domaines de la science et de la technologie, il dirigera aussi le cours des civilisations futures. Rien ne serait plus désastreux pour l'humanité que le virement de cette puissance aux pays communistes."

Même si le monde libre gardait son avance sur les pays communistes, a insisté M. Deeks, l'avenir du Canada serait gravement menacé si son industrie ne marchait pas de pair avec celle des autres pays occidentaux.

Vu la complexité progressive de la production, a-t-il ajouté, le nombre de spécialistes doit s'accroître plus rapidement que la productivité. "Il est évident que plus les produits deviennent complexes, plus il faut d'ingénieurs, d'hommes de science et de techniciens pour les mettre au point et les fabriquer."

L'électrode "Atom Arc"

Le perfectionnement des méthodes de soudage n'est pas étranger aux avancées de la science métallurgique. La constante amélioration des modes opératoires, de l'outillage et des matériaux de soudage permet, en effet, de surmonter graduellement les problèmes de métallurgie et de mécanique. Le perfectionnement des électrodes à lui seul rend ces progrès technologiques très apparents.

Il y a moins de deux ans, une électrode inconnue et d'un type entièrement nouveau, fut présentée à l'industrie canadienne par la Sté Canadian Liquid Air. Elle était d'un type à basse teneur en hydrogène (E-7016), mais elle avait de nouveau et de particulier que son enrobage contenait de la poudre de fer. Cette nouvelle électrode fut appelée Atom Arc.

Les essais de la Sté L.A. avaient démontré que cette électrode possédait des caractéristiques nettement supérieures. Avec l'Atom Arc, le vieux problème de la porosité à l'amorçage, qui avait caractérisé jusque-là les électrodes à basse teneur en hydrogène, se trouvait écarté. Le régime de dépôt était de 40 pour cent plus rapide que celui des électrodes E-6010

et, grâce aux propriétés physiques exceptionnelles de l'Atom Arc, les soudures déposées étaient de qualité radiographique. Les soudeurs constatèrent en outre que les électrodes Atom Arc étaient d'un usage très facile en toutes positions, et pratiquement sans crachement.

L'Atom Arc est aujourd'hui adopté par un grand nombre de métallurgies, aciéries, fabricants de charpentes d'acier et d'outillage de construction, manufacturiers de machinerie lourde dans toutes les parties du Canada.

La Raymond Concrete Pile Company publie un catalogue

La Raymond Concrete Pile Company, une entreprise internationale en fondations et en constructions lourdes ayant son siège à New-York, a récemment publié une brochure intitulée "Raymond Cylinder Piles of Prestressed Concrete".

On peut obtenir ce catalogue illustré de 20 pages en s'adressant aux bureaux de la compagnie, 140 Cedar Street, New York 6. Il contient une description des pieux cylindriques en béton précontraint et de produits connexes, de leur fabrication, de la souplesse et de l'économie de leurs applications. Il souligne en particulier les avantages de ces pieux cylindriques dans les constructions de ponts et dans les constructions maritimes. On y trouvera aussi de nombreuses photographies d'ouvrages déjà réalisés ainsi que des dessins illustrant divers autres types d'applications.

Un réacteur géant parcourt la grand'route atlantique

Le 4 octobre, un bombardier géant quadriréacteur a franchi l'Atlantique sans escale. Pendant toute la durée du vol de Wiltshire (Angleterre) à Montréal, l'avion a été contrôlé et guidé grâce à un nouveau système de navigation.

Ce système, connu sous le nom de système Dectra, est une version, pour grande distance du système Decca mis au point au Royaume-Uni. Des signaux radio, émis par deux stations situées à Terre-Neuve et une station située en Angleterre, fournissent un certain nombre de "grandes routes" contrôlées à travers l'Atlantique. Dans le poste de pilotage une aiguille dessine automatiquement et avec précision la trajectoire de l'avion, de sorte que le pilote connaît toujours sa position exacte.



WE DON'T GUARANTEE THAT
YOU WILL SHAVE EVERY DAY.
BUT.....
YOU WILL SAVE EVERY DAY

FOR EXAMPLE, AFTER ABOUT SIX MONTHS WITH US,
AS A JUNIOR ENGINEER, YOUR SALARY WILL BE:
\$485 IN U. S. CURRENCY
\$175 OPERATING BONUS IN U. S. CURRENCY
PLUS BOARD AND LODGING SUPPLIED IN
KIND OR PAID FOR IN LOCAL CURRENCY.
PLUS A CAR
PLUS GENEROUS INSURANCE, HEALTH
AND DEFERRED BENEFITS.

SCHLUMBERGER OVERSEAS
BOX 2173 - HOUSTON - TEXAS

U N I V E R S I T É D E M O N T R É A L

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



Vie DE L'ÉCOLE

Inscriptions de plus en plus nombreuses

Sans le vouloir, Polytechnique établit des records chaque année. Le nombre d'étudiants ne cesse d'augmenter et chaque automne nous annonçons un nouveau record d'inscriptions. Le total des étudiants du cours régulier s'établit, après un mois de fonctionnement, à 932. Les inscriptions du début ont été plus nombreuses à la fin de septembre, et pour diverses raisons un certain nombre d'étudiants ne se présentent pas ou disparaissent au cours des premières semaines. Le chiffre correspondant de l'année dernière s'établissait à 831. C'est une augmentation de 12,2% sur 1956-57. Nous avons lieu de croire que ce pourcentage est supérieur à celui des autres universités canadiennes. Ce qui indique que les progrès sont satisfaisants en ce qui regarde l'intérêt de notre jeunesse pour les carrières techniques et industrielles.

En première année, 273 étudiants sont inscrits, divisés en cinq groupes d'environ 55 étudiants chacun. La deuxième année est elle-même assez importante avec 227 étudiants divisés en quatre groupes d'environ 58 étudiants chacun. Le nombre de finissants devient lui aussi imposant, il s'établit à 128 en comparaison de 117 l'année dernière.

Il est intéressant de noter que les études post-universitaires se développent elles aussi. Actuellement, 27 étudiants sont inscrits à la maîtrise et au doctorat. Sur ce total 11 étudiants sont inscrits à plein temps, et les autres à temps partiel. Nos diplômés constituent la majorité, mais on compte toutefois 11 de ces 27 étudiants post-universitaires qui avaient été dans une autre institution avant de s'inscrire ici.

L'augmentation sérieuse du nombre des étudiants depuis quelques années

entraîne évidemment une augmentation notoire du nombre de personnes attachées au personnel enseignant. Comme on peut s'en rendre compte par les renseignements donnés plus loin, le personnel enseignant s'est accru de façon sensible cette année. Il s'établit maintenant à 100 dont 64 personnes à plein temps.

Il faut donc admettre que la population de l'École Polytechnique dépasse facilement 1000 personnes. Il est incontestable que le déménagement à la montagne s'impose, et il est impérieux qu'il s'effectue le plus tôt possible. Le projet de construction qui doit se terminer dans quelques mois nous permettra heureusement de nous installer dès le printemps et l'été prochains dans le nouvel édifice où nous serons évidemment beaucoup plus à l'aise.

Additions au personnel enseignant

Certains départs et démissions dans le personnel enseignant joint à la nécessité de l'heure, font que le personnel enseignant comprend un certain nombre de figures nouvelles que nous voudrions vous présenter ci-dessous. La liste vous en est donnée par ordre alphabétique.

Monsieur Victor Caron a été nommé professeur agrégé au département de Métallurgie. Diplômé en Métallurgie en 1948, à l'Université Laval, monsieur Caron a poursuivi ses études à l'École Supérieure de Soudure, à Paris où, en 1951, il obtenait son diplôme d'Ingénieur Soudeur (diplôme d'État).

Monsieur Louis Courville, diplômé de la dernière promotion, 1957, s'est joint dès la fin de l'année académique au personnel du département de Génie électrique à titre d'assistant. Il participe à l'enseignement de la Physique dans les premières années du cours, et il

s'est intégré dans l'équipe de recherches que dirige monsieur J.-C. Bernier.

Monsieur Antoine Gauthier est maintenant assistant au département de Génie mécanique où il s'occupe de l'enseignement du dessin industriel. Monsieur Gauthier a eu une longue expérience de l'enseignement de cette matière à l'École Technique de Rimouski. Durant les dernières années il était assistant directeur de l'École du Meuble à Montréal.

Monsieur Georges Slavi Gantcheff a été nommé assistant professeur au département de Génie chimique. Né à Sofia, en 1925, monsieur Gantcheff y a fait ses études classiques et, en 1947, entrait à l'École Nationale Supérieure de Chimie, à Toulouse, en France. En 1950 il en sortait avec le diplôme d'Ingénieur Chimiste. Arrivé au Canada en 1951, il entra au service de Columbia Carbon Co. (Canada) Ltée et, en 1953 acceptait un poste à la St-Maurice Chemicals.

Monsieur Jacques Godin a été durant l'été nommé assistant professeur au département de Génie mécanique avec charge d'enseignement de la mécanique en deuxième année. Monsieur Godin est un diplômé de Polytechnique de la promotion 1954, et il était au service de la Compagnie de Téléphone Bell du Canada depuis l'obtention de son diplôme.

Monsieur Boris A. Hesketh a été nommé professeur agrégé à la division des travaux publics du département de Génie civil. Né à Varsovie en 1910, monsieur Hesketh a fait la plus grande partie de ses études à Paris et, après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur à l'École spéciale des Travaux Publics, il a exercé sa profession au service de plusieurs firmes importantes, de 1931 à 1939. Fait prisonnier de guerre en Allemagne, il fut rapatrié, pour raisons de santé, en 1941, et il entra au service de la Société Hoyer & Cie à Paris. De 1944 à 1947, il pratiqua comme ingénieur conseil en construction.

Arrivé au Canada en 1947, il entra au service de la division technique de la Ville de Montréal et, en 1952, devenait directeur-gérant et ingénieur en chef de Hesmont Concrete Ltd., spécialistes en béton armé, béton préfabriqué et béton précontraint. Depuis 1950, il donnait, au printemps de chaque année, des cours de béton précontraint aux étudiants de dernière année en Génie civil, à l'Université Laval.

Monsieur Roger Labonté, diplômé de Polytechnique de la promotion 1955, fut choisi comme boursier Athlone, et il a passé deux ans en Angleterre pour se perfectionner en génie sanitaire. Il possède maintenant le Diplôme du Collège Imperial de Londres, en Public Health Engineering. Il s'est joint, à titre d'assistant professeur, à la division de génie sanitaire au département de Génie civil.

Monsieur Bernard Le Méhauté, né en France, obtint en 1951 le diplôme d'ingénieur de l'École Nationale Supérieure d'Électrotechnique et d'Hydraulique. Doctorat à l'Université de Grenoble. Spécialiste de l'hydraulique maritime et fluviale, monsieur LeMéhauté s'est joint à notre personnel à titre d'assistant-professeur dans la division d'hydraulique du département de Génie Civil. Il prend sa charge d'enseignement et participe activement aux recherches sur modèles réduits qui s'effectuent au laboratoire d'hydraulique.

Monsieur Paul-Émile Lemieux a été nommé assistant au département de Génie mécanique où il s'occupe de l'enseignement du dessin industriel, faisant partie de l'équipe dirigée par monsieur Georges Landreau. Monsieur Lemieux est un technicien diplômé qui a enseigné durant de nombreuses années dans les écoles techniques et les écoles d'Arts et Métiers tant dans la province qu'à Montréal.

Monsieur Charles Merlet a été nommé assistant professeur au département de Mathématiques. Né à Bordeaux, France, en 1900, monsieur Merlet est un ingénieur diplômé de l'École Polytechnique de Paris et Docteur en droit de l'Université de Paris. Après une carrière militaire bien remplie, il a occupé, depuis 1946, le poste de Directeur administratif, commercial et technique de la Société marocaine "Les Oléagineux du Rharb".

Monsieur François Munier s'est joint à notre personnel à titre de chargé de cours pendant le premier terme, et sera assistant-professeur à plein temps à partir du début du second terme. Il fera partie du personnel du département de mathématiques. Monsieur Munier a obtenu son baccalauréat ès Sciences en mathématiques de l'Université de Montréal en 1948, et il a passé quatre ans à Brown University, à Providence, Rhode Island, où il a poursuivi des études post universitaires en mathématiques avancées. Il enseigne à l'Université de Montréal depuis 1952.

Monsieur Maurice Provencher, un de

nos diplômés de 1955, a été nommé assistant professeur au département de Génie électrique. Ses premières responsabilités sont de s'occuper, sous la direction de monsieur Fernand Leblanc, de l'enseignement au laboratoire d'électricité. Monsieur Provencher était au service de Canadian Westinghouse Co. Ltd., depuis l'obtention de son diplôme.

Monsieur Jean-Charles Sisi a été nommé assistant au département de Génie chimique. Né à Pontedera, Italie, monsieur Sisi a étudié à l'Université de Florence où il a obtenu son diplôme de Docteur en chimie. Durant trois ans, monsieur Sisi a occupé divers postes à l'Institut de Génie chimique et de Minéralogie à Florence, ainsi que dans l'industrie privée à Turin et à Novara.

Monsieur Rémi Tougas est maintenant assistant au département de Métallurgie. Il a reçu son diplôme à Polytechnique en 1956 et, grâce à l'obtention de la bourse International Nickel of Canada il a poursuivi ses études de maîtrise à plein temps, obtenant le diplôme post-universitaire en 1957.

Les personnes ci-haut mentionnées viennent à Polytechnique et y consacrent tout leur temps. Les services d'un certain nombre de chargés de cours ont été aussi requis pour compléter les cadres du personnel. Nous donnons ci-dessous la liste de ces derniers.

Messieurs Laurier Juteau, de la promotion 1953, **Maurice Lafontaine** de la promotion 1936 et **Roger Turgeon**, de la promotion 1955, tous les trois actifs dans le domaine minier, prendront part à l'enseignement comme chargés de cours, au département de Génie minier.

Monsieur Rodolphe Phaneuf, de la promotion 1947, a été attaché à titre de chargé de cours au département de Génie mécanique où il donne certains cours de mécanique aux élèves de deuxième année.

Monsieur Jean-Marc Picard, détenteur d'un certificat de mathématiques générale de l'Université de Paris, a été attaché au département de mathématiques, à titre de chargé de cours, où il participe à l'enseignement de la trigonométrie.

Promotions au personnel enseignant

Nous avons le plaisir d'annoncer ci-dessous les promotions qui ont été accordées à différents professeurs de notre institution.

M. Jacques Laurence qui est secrétaire à l'Administration et qui garde en même temps des responsabilités dans l'enseignement au département de Génie électrique, a été nommé cet été professeur titulaire de ce département.

M. Paul-É. Riverin est maintenant professeur titulaire au département de Génie minier. Il a été nommé en même temps au poste de chef de ce départe-

ment au moment où l'ancien département de Mines et Géologie a été subdivisé; monsieur Pierre Mauffette prenant charge du département de Génie géologique.

Les personnes suivantes ont été promues au grade de professeur agrégé.

M. Raymond Desroches — assistant à l'Administration et professeur au département de Mathématiques, **M. Guy Perrault** — professeur au département de Géologie et **M. Gilles Lefebvre** — professeur au département de Génie chimique.

Trois membres de notre personnel ont été promus au grade d'assistant-professeur; il s'agit de **M. André Boucher** qui était assistant au département de Génie civil, de **M. Alain Breton**, qui fait partie du personnel du département de Génie électrique, et de **M. Pierre Sibille**, qui était assistant au département de Résistance des Matériaux.

Modifications dans l'organisation du département de Génie Civil

Le département de Génie civil est, en raison du grand nombre de professeurs qui y sont attachés, le plus important dans l'organisation interne de l'École Polytechnique. Afin de mieux répartir les responsabilités, quatre divisions ont été créées dont les chefs relèvent directement du chef du département, monsieur Raymond Boucher: la division de génie sanitaire, qui est dirigée par M. André Leclerc, la division d'arpentage, dirigée par M. Ernest Lauzon, celle des travaux publics dirigée par M. Jacques Hurtubise; la quatrième division, celle de l'hydraulique, est dirigée par M. Raymond Boucher lui-même.

Construction du nouvel immeuble

Nous sommes heureux d'annoncer que les travaux procèdent avec célérité. Le projet de déménagement s'établit et il a été confié à monsieur Roland Bureau, ingénieur surintendant au chantier de la construction. Nous espérons que dès le début de l'été prochain, la plus grande partie de cette corvée sera complétée, de façon à permettre au divers départements de s'installer aussi bien que possible, et d'être prêts à recevoir les étudiants, à la mi-septembre.

Les diplômés auront l'occasion de se rendre compte de l'envergure du projet de construction le 25 janvier prochain, alors qu'au programme de la journée des Diplômés, l'École Polytechnique aura le plaisir de recevoir ses anciens et de leur faire visiter les lieux. Nous espérons qu'ils viendront nombreux, et qu'ils éprouveront une vive satisfaction à constater de visu le développement que prend leur Alma mater.

Vie de L'ASSOCIATION

VISITE DU PORT DE MONTRÉAL

Le 5 septembre dernier, nos diplômés étaient invités à se joindre aux membres de la Chambre de Commerce du district de Montréal, pour une intéressante visite du port de Montréal. Cette visite s'est faite à la fois par autobus et par eau à bord du S.S. Island King. Les installations du port depuis le canal de Lachine jusqu'aux quais de la compagnie Iron Ore à Contrecoeur ont été visitées.

VISITE DES CHANTIERS DE LA CANALISATION DU ST-LAURENT

Cette visite, organisée d'abord pour le 5 octobre, avait dû être contremandée à cause de la grippe qui sévissait chez les guides de l'Administration de la Voie Maritime et eut lieu le 19 octobre dernier. Malgré une température inclemente, 65 de nos diplômés ont pris part à cette visite qui s'est faite en autobus. Le dîner fut servi à l'Hôtel Cornwallis à Cornwall, avec arrêt au retour aux différents chantiers de la canalisation.

BANQUET ANNUEL 1958

Nous prions les diplômés de retenir dès maintenant la date du samedi 25 janvier 1958, car nous y tiendrons ce jour là notre Banquet Annuel. Ce sera, en somme, la journée des diplômés, et toutes les activités se tiendront dans le nouvel immeuble de l'École Polytechnique à la montagne, de même qu'au Centre Social de l'Université de Montréal.

L'assemblée annuelle des diplômés aura lieu à 10 heures du matin dans le nouvel amphithéâtre de l'École. Les diplômés qui assisteront à cette assemblée pourront, s'ils le désirent, prendre

le lunch au catéeria du Centre Social de l'Université de Montréal, à proximité. Dans l'après-midi il y aura visite du nouvel immeuble de Polytechnique et à 4 heures, dans le nouvel amphithéâtre de l'École, l'Université de Montréal confèrera un doctorat honorifique à notre invité d'honneur le Dr James R. Killian, président du Massachusetts Institute of Technology, qui vient d'être nommé assistant spécial du président des Etats-Unis pour les sciences et la technologie.

Le banquet aura lieu à 7 h. 30, comme à l'accoutumée, mais se tiendra cette année dans la grande salle du Centre Social de l'Université de Montréal qui peut contenir jusqu'à 500 convives. Le conférencier invité étant le président du Massachusetts Institute of Technology, notre association se propose d'inviter pour cette occasion les diplômés de cette institution qui habitent dans le Québec et qui sont groupés sous le nom de M.I.T. Club of Quebec. Après le banquet, nos diplômés seront invités à rencontrer les invités de la table d'honneur dans un salon attenant où un vin sera servi.

NÉCROLOGIE

Abias Pepin, '14, est décédé le 13 septembre 1957 à l'âge de 66 ans. Né à Chambly Bassin en 1891, monsieur Pepin avait fait ses études secondaires au Mont Saint-Louis d'où il sortait en 1910 pour entrer à l'École Polytechnique. Après l'obtention de son diplôme, monsieur Pepin travailla comme ingénieur au ministère de la voirie provinciale du Québec, puis pour la compagnie Imperial Oil en charge de la vente d'asphalte et ensuite pour un entrepreneur en construction de routes. En 1925, il fonda, avec un associé, une entreprise de construction de routes sous le nom de Maillet & Pepin. Depuis 1925, il était président et gérant de Abias Pepin Limitée et s'occupait de construction ainsi que du commerce d'automobile,

de bois, de charbon et de matériaux de construction.

Zachée Langlais '11 est décédé le 25 octobre 1957, à l'âge de 69 ans. Né à St-Octave de Métiis, comté de Matane, monsieur Langlais avait fait ses études secondaires au collège de Ste-Anne de la Pocatière puis à l'École Polytechnique de Montréal. A sa sortie de Polytechnique monsieur Langlais travailla d'abord pour le bureau d'ingénieurs conseil de monsieur Arthur Surveyer; puis il entra au service du Ministère Fédéral des Travaux Publics. Dès 1920 il ouvre un bureau d'ingénieurs conseil à Québec qu'il continua de diriger jusqu'à son décès. En plus de ses fonctions d'ingénieur conseil, monsieur Langlais occupa le poste de vice-président du bureau de Revision des Evaluations de la Cité de Québec, ainsi que vice-président et gérant de La Sarre Power Co.

Nous désirons rappeler à nos lecteurs le décès de monsieur **Jean-Marie Morin**, qui, bien que non diplômé de Polytechnique, a été intimement lié aux activités de l'École. Monsieur Jean-Marie Morin est décédé le 23 octobre 1957, à l'âge de 43 ans. Journaliste de carrière il avait été à l'emploi du journal "La Presse" depuis de nombreuses années et s'occupait plus particulièrement des questions touchant l'éducation. Il avait été rédacteur en chef de la Revue Trimestrielle Canadienne et de l'Ingénieur en 1954 et 1955.

LISTE DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

Tel que nous le laissons prévoir dans le numéro d'hiver de l'an dernier, la liste des Diplômés de Polytechnique, édition de 1957, a paru, au cours d'octobre, sous une forme un peu différente de celle des éditions précédentes.

Elle contient, en plus des données usuelles, le règlement régissant notre Association de même qu'une liste des

membres à vie de l'Association. On y peut voir également, à la page 135, ce que sera le nouvel immeuble de l'École Polytechnique.

Nous aurions aimé à pouvoir en adresser un exemplaire à chacun des 1770 diplômés vivants. Malheureusement il nous a été impossible d'obtenir les renseignements voulus au sujet de quelques diplômés et nous serions infiniment reconnaissants à ceux de nos confrères qui pourraient le faire de communiquer sans délai à M. Jacques Laurence, secrétaire-trésorier de l'Association, tout renseignement susceptible de nous fixer sur la situation et le domicile des diplômés dont les noms suivent :

Ingénieurs :

Aubert, Marcel, '28
Audet, Jean, '51
Balète, E., '04
Barré, Claude, '56
Beaudet, Jacques, '48
Bertrand, L., '83
Boileau, Jos.-Aimé, '40
Borduas, Robert, '52

Boucher, A.-B., '10
Bouthillier, Jean, '45
Carle, René, '35
Carnes, Wm. J., '06
Cartier, Jos., '35
Cesvet, Lucien, '52
Collin, P.-E., '29
Comette, Roméo, '20
Cyr, Elzéar, '11
Daoust, Roland, '37
DePassillé, André-B., '24
Desrochers, Fernand, '49
Desrochers, Maurice, '53
Dugas, Louis-J., '47
Émond, Amable, '46
Gariépy, Roland, '57
Gibault, J.-E., '10
Girard, H., '10
Hétu, E.-R., '11
Jobin, Gérard, '50
L'Anglais, François, '48
Lavigne, Lucien, '33
Lepage, Damase, '07
Lessard, J.-René, '37
Masse, Roger, '53
Paradis, Guy, '49
Rochon, Henri-Paul, '50
Sabourin, Robert, '48
Sieyes, Frédéric de, '06

Thibaudeau, Guy, '38
Toupin, A., '97
Toupin, T., '12
Vanier, G., '10

Architectes :

Bastien, J.-P., '17
Paquette, G.-E., '11
Robert, A., '21
Tourville, R.-R., '11

Dans la liste alphabétique des ingénieurs diplômés, il s'est glissé une erreur à la page 60 où, dans la première colonne, l'inscription "FORTIN, Ronald, '57... etc." devrait être remplacée par : "FORTIN, Bernard, '45, C.-O. Monat & Cie Ltée, 6520, Park Ave., Montréal 8. *2086, rue Darling, Montréal."

Nous nous excusons auprès de notre confrère Bernard Fortin pour cette erreur qui a échappé à notre attention lors de la correction des épreuves et nous prions ses confrères de faire la substitution voulue dans l'exemplaire qui leur a été adressé.



ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

OUVERTURE DES COURS :

le deuxième mardi de septembre.

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

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

PROGRAMME SPÉCIAL POUR LES INGÉNIEURS, AVOCATS, NOTAIRES ET AGRONOMES

Demandez notre prospectus

535 ave Viger, Montréal

Nouvelles des DIPLOMÉS

J. Claude Allard, '55, est revenu de la Jamaïque et est maintenant à l'emploi de l'Aluminum Co. of Canada à Shawinigan-Falls.

Raynald-G. Beauchemin, '53, est maintenant à l'emploi de l'Administration de la Voie Maritime du Saint-Laurent.

Robert Berthiaume, '56, est maintenant ingénieur en production chez Sylvania Electric (Can.) Ltd, à Drummondville.

Gaston J. Boucher, '52, est maintenant à l'emploi de Reliance Electric and Engineering (Canada) Limited, à Ville St-Laurent.

André Brisset des Nos, '28, est ingénieur surintendant à la Division technique de la Cité de Montréal.



Guy Carmel, '31, a accepté la présidence de la 26ème campagne annuelle de la Fédération des oeuvres de charité canadiennes-françaises.

Cette campagne, qui aura lieu en mars prochain, constitue l'évènement le plus important de l'année dans le domaine de la charité organisée.

Jean-Guy Carrier, '56, a ouvert un bureau d'ingénieur conseil, à Jonquières.

J.-A.-E. Cartier, '17, architecte, est maintenant au Service d'urbanisme de la Cité de Montréal.

André Charbonneau, '50, est maintenant à l'emploi de la Compagnie de Transport Provincial et de ses filiales, où il remplit les fonctions de directeur de la sécurité.

Camille Charette, '57, est à l'emploi de The Nichols Chemical Co., à Valleyfield.

Jules Comeau, '19, occupe maintenant le poste de conseiller technique au bureau du Directeur des services de la Cité de Montréal.

J.-Armand Courchesne, '44, travaille présentement comme expert en voies ferrées à la Canadian Car, pour le compte de Racey, MacCallum & Associates.

Il doit bientôt s'occuper de construction en général et, un peu plus tard, il sera à son propre compte comme ingénieur constructeur.

Jean-L. Courtemanche, '56, est maintenant à l'emploi du Ministère provincial des Travaux publics.

Marcel Crépeau, '38, occupe le poste d'ingénieur en charge de l'Exécution, région de Montréal, au Ministère provincial des Travaux Publics.

Yvon Dagenais, '56, est maintenant à l'emploi de Imperial Oil Ltd.

René Dame, '53, a laissé Dominion Bridge Co. et occupe maintenant le poste d'ingénieur des ventes à la B & H Metal Industries Co. Ltd., à Montréal.

Wilfrid Dumont, '38, président et directeur gérant de Northland Construction Co. Ltd., demeure maintenant à 76, rue Léopold, Longueuil.

Lucien Dupuis, '55, a quitté le Service des Eaux et Assainissement de la Cité de Montréal et travaille maintenant pour Pressure Pipe Co. of Canada Ltd., à Montréal.

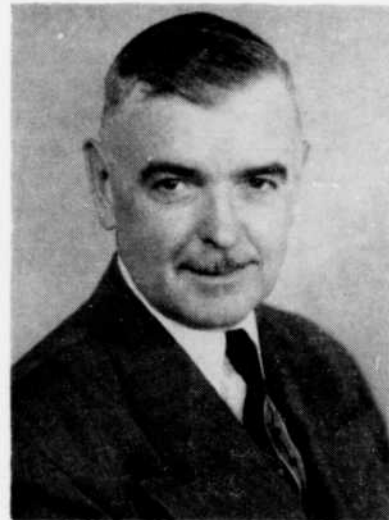
Roger Farrell, '51, est maintenant à l'emploi de Southern Structural & Reinforcing Steel Inc., à Granby.

Robert-Marcel Filiatrault, '48, demeure maintenant à 755, ave Calixa-Lavallée, à Québec.

Jean-Paul Fitzgibbon, '48, est maintenant à l'emploi de la Cie de Construction Omega Ltée, à Montréal.

Clément Forest, '41, occupe maintenant le poste d'ingénieur surintendant général de la construction, à la Division des Aménagements de l'Hydro-Québec.

Henri Gaudetroy '33 a dirigé la section des professionnels et des noms réservés de la campagne de 1957 du Prêt d'Honneur de la Société St-Jean-Baptiste.



Edouard Gaudette, '27, a été promu Commissaire Provincial des incendies, au Ministère des Travaux-Publics où il a remplacé Monsieur F. X. Ahern, décédé en février dernier.

Le nouveau titulaire a fait ses études classiques au Séminaire de St-Hyacinthe. Il a ensuite étudié à l'Ecole Polytechnique de Montréal d'où il est sorti avec son diplôme de B.Sc.A.

Pendant trois ans, il a rempli les fonctions d'ingénieur-surintendant pour quelques compagnies minières de l'Abitibi et particulièrement la Reid Authier Mines Ltd.

Entré au Commissariat des incendies en 1930, il a été promu Assistant Commissaire en 1954.

Lucipe Germain, '56, a quitté la compagnie John S. Wickenden des Trois-Rivières pour entrer au service de l'Administration de la Voie Maritime du St-Laurent à sa division de St-Lambert.

André Hone '29, Chef du département de Métallurgie à l'École Polytechnique représentait l'École Polytechnique au congrès mondial des Métallurgistes tenu du 2 au 9 novembre à Chicago. Sur l'invitation de l'American Society for Metals, M. Hone était en même temps un des représentants officiels de cette association auprès des délégués d'outre-mer.

Maurice Huppé, '55, occupe maintenant le poste de "operating engineer" à la Shawinigan Water & Power Co.

Gérard Lajoie, '37, occupe maintenant le poste d'ingénieur de district, à Rimouski, pour le Département fédéral des Travaux Publics.

Maurice Lefebvre, '53, est maintenant à l'emploi de Reynolds of Canada, au Cap-de-la-Madeleine.

Paul-Emile Lespérance, '47, occupe le poste de chef-adjoint de la Construction, au Service d'urbanisme, division des permis de construction de la Cité de Montréal.

J.-Pacifique Marcotte, '29, est maintenant président de J.-P. Marcotte & Cie Ltée, de Ville St-Michel.

Ronald Marcoux, '53, qui travaillait auparavant pour Northern Construction puis pour la compagnie C.-O. Monat est maintenant ingénieur de la Ville du Cap-de-la-Madeleine.

Jean-R. Ménard, '43, a ouvert un bureau d'ingénieur conseil sous le nom de Jean-R. Ménard & Associés, à 138 rue St-Germain, Rimouski.



Guy Montpetit, '29, vient d'être élu président de l'Association des Diplômés de l'Université de Montréal.

Rémi Montpetit, '55, a quitté Dominion Prime Wood Products à Lachute et occupe maintenant le poste de surintendant de l'outillage chez Beaudet Express à Mont-Joli.

Guy Morel, '50, et **Marcel Pageau, '43**, ont formé une société sous le nom de Les Ingénieurs-conseils Marcel Pageau & Guy Morel.

Paul-D. Normandeau, '38, a été élu président, pour l'année 1957-1958, de L'Association Professionnelle des Industriels. C'est la première fois qu'un ingénieur est élu à ce poste.

Ernesto R. Ramirez, '48, est maintenant à l'emploi de General Electric Co. à Détroit, Michigan, U.S.A.

Eugène Roy, '20, est maintenant à l'emploi de Spino-Construction Ltd., à Montréal.

André Ste-Marie, '42, occupe le poste d'ingénieur adjoint en charge des installations radio-électriques, de la Société Radio-Canada, et son bureau se trouve à 5253, boulevard Décarie, à Montréal.

Léo Scharry, '46, est maintenant vice-président de Leduc Electrical Ltd., entrepreneurs électriciens de Montréal.

Roger Takacs, '54, après avoir été plusieurs années dans le Corps d'Aviation Royal Canadien à Calgary est maintenant au service du bureau d'ingénieurs Letendre, Monti & Associés, à Montréal.

Gérald Tellier, '54, est maintenant ingénieur de Central Quebec Steel Ltd., aux Trois-Rivières.

Laurent Thauvette, '43, occupe le poste d'ingénieur en chef de la Cité de Hull.

Guy Valade, '56, est maintenant à l'emploi de Imperial Oil Ltd., à Montréal.

Fonds du

75ème ANNIVERSAIRE

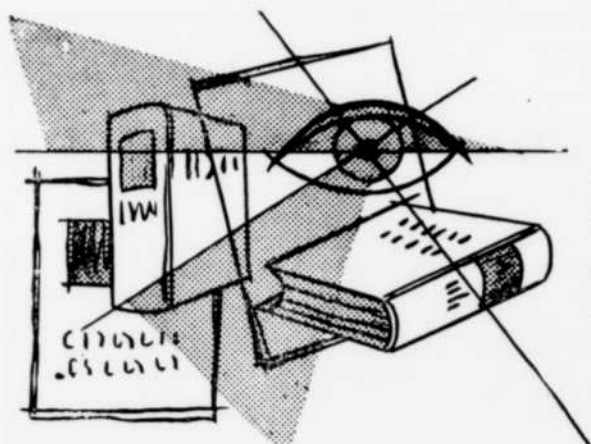
"QUI DONNE AU FONDS, PRÊTE AUX ÉTUDIANTS"

SECRÉTARIAT DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

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

Jean Bruchési,
sous-secrétaire de la Province.

L'honorable 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

DIVERS

Proceedings Volume 64 1954 — Indiana Academy of Science — Indiana 1955.

Les Lois de la Pensée — Clartés — Editions Clartés — Paris 1954.

Vacations Abroad — Vacances à l'Étranger — Vaccaciones ne el extranjero 1955 — UNESCO — Paris 1955.

Teaching Abroad — Enseignement à l'Étranger — UNESCO — Paris 1955.

Formulaire Commercial, français-anglais — L. GILLY, H. HAWES et L. M. BOIRIN — Dunod — Paris 1954.

Nouveau Manuel Pratique Conversation français-anglais — René MACQUINGHEN — Dunod — Paris 1947.

Précis de Vente — M. BISCOYART et M. RIDEAU — Dunod 1954.

L'Anglais aux Examens Commerciaux du Premier Degré — J. ASSENAT, P. FERAUD et L. GRATEROS — Dunod — Paris 1955.

M. Tompkins au pays des Merveilles — G. GAMOV — Dunod Paris 1953.

M. Tompkins s'explore lui-même — G. GAMOV — Dunod — Paris 1955.

Rapport de l'Archiviste de la P.Q. 1953-4, 1954-5 — Province de Québec — Redempti Paradis — Québec 1955.

Conversation des Richesses Naturelles Renouvelables — Université Laval — Presses Universitaires Laval — Québec 1953.

Canadian Almanac & Directory for 1956 — Copp Clark Publishing — Toronto 1956.

Handbook of Special Librarianship and Information Work — Willfred ASHWORTH — Aslib — London 1955.

Engineering in History — R. S. KIBBY and S. WILHINGTON — McGraw Hill — Toronto 1956.

Index of Trademarks U.S. Patent Office 1953 — Etats-Unis — U.S. Government Printing Office — Washington 1956.

Index of Patents U.S. Patent Office 1955 — Etats-Unis — U.S. Government Printing Office — Washington 1956.

Proceedings of the Ninth Annual Conf. on the Administration — New York University — New York University Press — New York 1956.

New York University Proceeding of the Eighth — New York University — New York University Press — New York 1955.

Equipement Technique de la France — La Documentation Française — Paris.

Fiat Reports — A. BLACKBURN and K. LOWRY — Library of Congress — Washington 1948.

Newspaper Press Directory 1956 — Benn Brothers — London 1956.

ÉCONOMIE POLITIQUE ET SOCIALE

Marchés Mobiliers et Placements — Louis A. BELISLE — Belisle Editeur — Québec 1955.

Les Fondements comptables de la micro-économique — M. ALLOIS — Presses Universitaires — Paris 1954.

MÉTALLURGIE

Boron Steel — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1953.

Modern Research Techniques in Physical Metallurgy — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1953.

Thermodynamics in Physical Metallurgy — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1950.

Zirconium and Zirconium Alloys — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1953.

Metal Interfaces — American Society for Metals — American Society for Metals — 1952.

Impurities and Imperfections — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1955.

Atoms Movements — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1951.

Review of Metal Literature Volume II 1954 — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1955.

Cold Working of Metals — American Society for Metals — American Society for Metals — Cleveland 1949.

Transactions Volume 63 1955 — American Foundrymen's Society — Des Plaines 1955.

Titanium in Industry — S. ABROWITZ, J. BURKE and R. HELTZ — Von Nostrand — Toronto 1955.

Aluminum Paint and Powder — J. D. EDWARDS, R. I. WRAY — Reinold Publishing — New York 1955.

Tungsten 3rd edition — K. C. LI and C. Y. WANG — Reinold Publishing — New York 1955.

Handbook of Barrel Finishing — Ralph ENYEDY — Reinold Publishing — New York 1955.

Plastic for Corrosion Resistant Applications — R. B. SEYMOUR and R. H. STEINER — Reinold Publishing — New York 1955.

Transactions Volume 46 1954 — American Society for Metals — Cleveland 1954.

Proceedings of the First World Metallurgical Congress — American Society for Metals — Cleveland 1952.



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

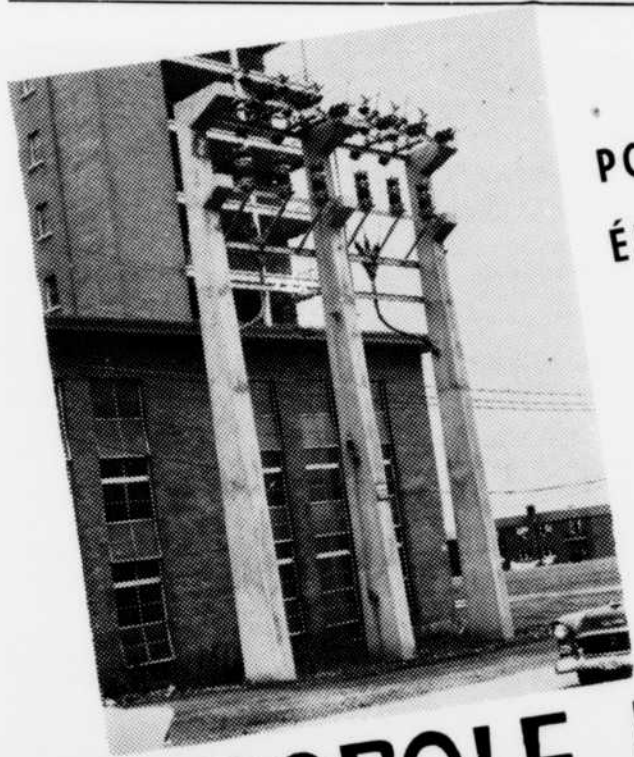
1. **SOLIDES** leur construction selon des spécifications rigides assure une durée indéfinie.
2. **ADAPTABLES** un appareil de chauffage pour chaque besoin de constructeurs.
3. **SILENCIEUSES** absolument aucun bruit ou vibration.
4. **MODERNES** d'apparence. Des unités compactes qui épargnent de l'espace.
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 L'ISLET Ltée.**
L'ISLETVILLE, P.Q.

Manufacturiers de : Poêles de tous
genres, fournaises, 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

Utilization of Heat Resistant Alloys — American Society for Metals — Cleveland 1954.

Index 1910-1953 — American Iron and Steel Institute — Norman 1955.

Protective Coating for Metals — R. M. BURNS and W. W. BRODLEY — Reinhold Publishing — New York 1955.

Métallurgical Abstracts Volume 6 1939 — Institute of Metals — London 1939.

Fabrication of Lukens Clad Steels — Leonard W. WILLIAMS — Lukens Steel Co. — Coatesville 1918.

Metallurgical Abstracts (general and non ferrous) Vol. 6 1939 — The Institute of Metals — London 1939.

Metallurgical Abstracts (general and non ferrous) Vol. 7 1940 — The Institute of Metals — London 1940.

Transactions Volume 200 1954 Metal Branch — American Institute of Mining and Metallurgical Engineers — New York 1955.

Corrosion in Action — International Nickel Co. — Toronto 1955.

Handbook of Meehanite Metals — Otis Elevator Co. — Hamilton 1948.

Plastic Deformation of Metals 1950-51 — American Iron and Steel Institute — New York 1952.

Machining Kaiser Aluminum — Kaiser Aluminum Chemical Sales — Chicago 1955.

Transactions Volume 47 1955 — American Society for Metals — Cleveland 1955.

Metals Reference Book Volume I — Colin J. SMITHELLS — Butterworths — London 1955.

Metals Reference Book Volume II — Colin J. SMITHELLS — Butterworths — London 1955.

Titanium — A. D. MCQUILLAN and M. K. MCQUILLAN — Butterworths — London 1956.

ORGANISATION INDUSTRIELLE

Guides to Meeting Tomorrow's Production Needs — American Management Association — New York 1953.

Keeping Pace with Automation — American Management Association — New York 1956.

Bibliography on Research Administration Annotated — George P. BUSH — The University Press of Washington D.C. 1954.

Scientific Research in Administration and Organization — G. BUSH and L. H. HATTERY — The University Press of Washington D.C. 1950.

Teamwork in Research — G. BUSH and L. H. HATTERY — The University Press of Washington D.C. 1953.

PHYSIQUE

Temperature Volume II — American Institute of Physics — Reinhold Publishing — New York 1955.

Mass Transfer Operations — R. E. TREYBAL — McGraw Hill — Toronto 1955.

Materials for Nuclear Power Reactors — H. H. HOUSNER and S. B. ROBOFF — Reinhold Publishing — New York 1955.

Sensitométrie Photographique — M. ROULLEAU — Service de Documentation — Paris 1955.

Etude Thermique des Ecoulements d'Air — Marcel DEVIENNE — Service de Documentation — Paris 1955.

Mécanisme pour mouvement intermittent — Otto LICHWITZ — Gauthier-Villars — Paris 1955.

Théorème sur les surfaces d'onde en optique géométrique — René DAMIEN — Gauthier-Villars — Paris 1955.

Sur l'Electrodynamique des Corps en Mouvement — A. EINSTEIN — Gauthier-Villars — Paris 1955.

Temperature Measurement and Control pt. II — J. C. CHADELCOLE — Her Majesty's — London 1955.

Eléments de Physique Industrielle — J. CHAPPIUS et A. JACQUET — Dunod — Paris 1949.

La Création de l'Univers — G. GAMOV — Dunod — Paris 1954.

M. Tompkins Exploite l'Atome — G. GAMOV — Dunod — Paris 1954.

Theory and Problems of College Physics — D. SCHAUM — Schaum Publishing — New York 1946.

Thermodynamics and Engineering — William E. RANZ — Pennsylvania State University — Pa. 1955.

La Physique du Noyau Atomique — Werner HEISENBERG — Albin Michel — Paris 1954.

Principles of Physics II Electricity and Magnetism — F. W. SEARS — Addison-Wesley — Cambridge 1947.

Principles of Physics III Optics — F. W. SEARS — Addison-Wesley — Cambridge 1948.

Solid State Physics Volume I — F. SEITZ — D. TURNBULL — Academic Press — New York 1955.

Proceedings of the Second International Congress on Rheology — U. G. W. HARRISON — Butterworths — London 1954.

Crystal Growth and Dislocations — A. J. VERMA — Butterworths Scientific Publishing — London 1954.

Textbook of Thermodynamics — F. E. HOARE — E. Arnold — London 1938.

The General Properties of Matter 4th. ed. — F. H. NEWMAN and V. H. SEARLE — E. Arnold — London 1948.

Wave Motion and Sound — R. STEPHENS and W. BATE — E. Arnold — London 1950.

Intermediate Physics — C. J. SMITH — E. Arnold — London 1935.

RÉSISTANCE ET ESSAIS DES MATÉRIAUX

Manual on Fatigue Testing S.T. Pub. 91 — American Society for Testing Materials — Philadelphia 1949.

A.S.T.M. Standards part 5 — American Society for Testing Materials — Philadelphia 1955.

Proceedings Volume XIII number I — Society for Experimental Stress Analysis — Cambridge, Mass. 1955.

Butyl Titanate Heat and Corrosion Resistant Paints — A. B. COX and B. WINTER — Department of Supply — Victoria, Australia 1953.

A.S.T.M. Standards part 2 non-ferrous Metals — American Society for Testing Materials — Philadelphia 1955.

A.S.T.M. Standards part 4 Paints, Naval Stores — American Society for Testing Materials — Philadelphia 1956.

Textbook of the Materials of Engineering — H. F. MOORE and M. B. MOORE — McGraw Hill — Toronto 1953.

A.S.T.M. Standards part 7 — American Society for Testing Materials — Philadelphia 1956.

1955 Book of A.S.T.M. Standards part 6 — American Society for Testing Materials — Philadelphia 1956.

SOUDURE

Brazing Manual — American Welding Society — Reinhold Publishing — New York 1955.

Electric Arc and Resistance Welding — American Institute of Electrical Engineers — New York 1949.

Inert Gas Shielded Arc Welding Aluminum — Aluminum Laboratories Limited — Kingston 1955.

Gradués en génie ou en science ...

*Avez-vous songé à une
carrière dans le
domaine de l'acier?*

L'expansion spectaculaire de la Steel Company of Canada, Limited au cours des dix dernières années — et la certitude de son accroissement encore plus rapide au cours des années à venir — ont ouvert un vaste champ d'action et des possibilités intéressantes à ceux qui possèdent les connaissances techniques nécessaires.

Les aciéries modernes de Stelco ont besoin d'ingénieurs et d'hommes de science de toutes catégories ... métallurgistes, chimistes, ingénieurs chimistes, ingénieurs électriciens, ingénieurs mécaniciens, industriels et civils ... pour les travaux très variés de production, de diversification et de recherche.

Pour vous renseigner sur les avantages et les perspectives d'une carrière dans la plus importante aciérie du Canada, écrivez ou téléphonez à:

M. Robert E. Heneault
Surintendant des relations industrielles
The Steel Company of Canada, Limited
Montréal, P. Q.
Téléphone: Wilbank 4141



**THE STEEL COMPANY
OF CANADA, LIMITED**

Montréal, P.Q.

USINES À HAMILTON, MONTRÉAL, SWANSEA,
BRANTFORD, LACHINE, GANANOQUE

57 ED. 1

L'INGÉNIEUR

huile à chauffage



brûleurs à l'huile



charbon



**MONGEAU
& ROBERT** CIE
LTÉE

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

HIVER 1957 — 53

Carrés magiques par A. DELESALLE.

Un volume, éd. 1956, 10 x 6, 70 pages, 50 figures, broché : 800 francs, U.S. \$2.42. Paris, Gauthier-Villars.

L'ouvrage est entièrement consacré à la construction des "Carrés Magiques", ces ensembles de nombres disposés en forme de carrés de telle façon que la somme des nombres pour chaque ligne horizontale ou verticale ou pour chaque diagonale est la même.

En le présentant, le but de l'auteur a été de répandre la connaissance de ce problème.

L'ouvrage comporte un exposé général du procédé de construction employé et son application aux carrés magiques composés de la suite naturelle des nombres, et à ceux composés de nombres quelconques positifs, négatifs ou nuls, et distincts ou non entre eux.

Il distingue chaque fois les carrés magiques dont le nombre de rangées est soit un nombre premier, soit un nombre impair quelconque, soit un nombre pair. Dans ce dernier cas, le plus difficile, on trouvera une solution générale relative au procédé de construction employé, et des solutions particulières plus simples.

Des exemples sont donnés pour les diverses hypothèses envisagées.

Une partie spéciale est réservée à une détermination *a priori* d'ensembles de nombres capables d'être disposés en carrés magiques, avec un énoncé de conditions à remplir par de tels ensembles.

Table des Matières

INTRODUCTION. — PREMIÈRE PARTIE : Carrés magiques composés de la suite naturelle des nombres. *Généralités*. — CHAP. I : *Le nombre de rangées est un nombre premier*. — CHAP. II : *Le nombre de rangées est un nombre impair quelconque*. — CHAP. III : *Combinaison des titres I et II*. — CHAP. IV : *Le nombre de rangées est un nombre pair : solution générale et solutions particulières*.

DEUXIÈME PARTIE : Carrés magiques composés de nombres quelconques. — *Généralités*. — *Cas du nombre de rangées premier, ou impair quelconque, ou pair*. — *Carrés magiques formés de nombres non négatifs, ou de nombres distincts entre eux, ou de nombres en progression arithmétique*.

TROISIÈME PARTIE : Détermination *a priori* d'ensembles de nombres capables d'être disposés en carrés magiques. — *Généralités*. — *Cas du nombre de rangées premier, ou impair quelconque, ou pair*. — *Enoncé de conditions à remplir par de tels ensembles*.

* * *

La crise de la raison et la logique :

conférences faites à l'Université de Liège dans le cadre des échanges culturels belgo-néerlandais au mois de mai 1956 par E. W. BETH. Un volume, éd. 1957 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{2}$, 50 pages, broché : 900 francs U.S. \$2.68. Paris, Gauthier-Villars.

Dans le texte de quelques conférences, données à l'Université de Liège au mois de mai 1956, l'auteur développe le programme d'un renouveau de la philosophie systématique. Une des sources de l'irrationalisme contemporain est la conception intuitionniste du raisonnement mathématique, telle qu'elle a été défendue notamment par Descartes et par Kant. Cette conception dérive en dernière analyse de l'impossibilité de donner une explication du raisonnement mathématique avec les seuls moyens de la logique formelle de leur temps.

L'auteur montre que la logique mathématique contemporaine, en particulier si elle est construite selon la méthode des tableaux sémantiques, permet de justifier l'argument par exposition, utilisé déjà par Aristote mais rejeté par ses commentateurs, et de résoudre le célèbre problème de Locke-Berkeley concernant le rôle de la généralisation dans les démonstrations mathématiques.

Ensuite la méthode des tableaux sémantiques est développée d'une manière systématique et complète; cette méthode réunit les avantages d'un calcul de séquences ou logique naturelle selon Gentzen et d'une construction sémantique de la logique selon Tarski; en même temps, elle rétablit en quelque sorte les rapports entre la logique formalisée et le sens commun. L'auteur montre que la méthode sémantique s'adapte également au problème d'une construction sémantique de la logique intuitionniste.

L'ouvrage se termine par un certain nombre de conclusions philosophiques.

Table des Matières

PRÉFACE. — CHAP. I : *La crise de la raison*. Tendances rationaliste et irrationaliste. Problème de Locke-Berkeley. Conception d'une nouvelle philosophie systématique. — CHAP. II : *La méthode des tableaux sémantiques*. Notion de modèle. Calcul de séquences. Programme d'un exposé systématique. — CHAP. III : *Pré-suppositions et conséquences philosophiques de la logique formelle*. Solution du problème de Locke-Berkeley. Le syllogisme d'exposition et les modes contestés du syllogisme. CHAP. IV : *Applications de la logique moderne au problème du fondement des mathématiques*. Construction du Système Formel F. Caractère complet du Système Formel F. Théorème des formules partielles. La logique intuitionniste. — Conclusions. — Annotations. — Table des matières.

* * *

La dynamique relativiste et ses appli-

cations par HENRI ARZELIÈS fascicule I dynamique du point lentement accéléré. Application aux phénomènes d'interaction entre charges électriques (électromagnétisme relativiste). Un volume, éd. 1957, 10 x 6 $\frac{1}{2}$, XXI-304 pages, 77 figures, broché : 4,00 francs. Paris, Gauthier-Villars.

La première partie de cet ouvrage contient un exposé approfondi et critique de la dynamique du point lentement accéléré (on néglige la réaction de rayonnement), physiquement valable dans de très larges limites.

La deuxième partie est consacrée à une déduction purement relativiste de l'électromagnétisme. Cette science est ainsi réduite à un simple chapitre de mécanique, après élimination des postulats et concepts superflus (masses magnétiques, postulat de Biot et Savart, postulat de l'induction, ...). Ce point de vue doit remplacer la théorie usuelle dont la survivance, après 50 ans de relativité, est un véritable défi au bon sens.

L'ouvrage s'adresse non seulement aux gens qui doivent utiliser la dynamique relativiste (techniciens des accélérateurs, de l'optique électronique, de la spectrographie), mais à tous les électriciens désireux de rénover leur science, et donc à tous les physiciens.

Il faut bien se pénétrer de cette idée que la mécanique relativiste ne concerne plus de petits phénomènes réservés à quelques rares initiés. Elle ouvre actuellement la porte à de grosses industries et fournit les principes de base pour d'importants domaines de la physique. Philosophes et historiens de la physique y trouveront également leur pâture. Un chapitre entier est consacré à l'analyse des notions fondamentales de masse et de force, et les remarques épistémologiques sont nombreuses dans les autres chapitres.

A son habitude l'auteur donne une bibliographie abondante et commentée. Ce texte, d'accès facile, conduit graduellement le lecteur des équations élémentaires aux méthodes variationnelles et au calcul minkowskien.

L'ensemble de la dynamique comprendra plusieurs fascicules où seront étudiés les problèmes de mouvements, les accélérateurs de particules, l'optique corpusculaire relativiste, etc.

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

FORANO

*Machineries pour
l'industrie Canadienne
depuis 1873*

Dessinateurs et fabricants de:
Transmissions mécaniques de pouvoir — Machines spéciales — Convoyeurs à courroie, à vis et à câble — Élévateurs à godets.
Écorceurs de billots, Déchiqueteuses de croûtes, Tamis à copeaux, Scieries complètes — Scies circulaires, à ruban et alternatives.
Moulanges à marteaux, Mélangeurs à moulée, Cribles à grains, Outillages mobiles pour concasser et tamiser le gravier.

FORANO
Limitée

Bureau chef et ateliers:
PLESSISVILLE, P. Q.

Bureaux de ventes et d'ingénieurs:
7000 avenue du Parc, Montréal
69 est, avenue Eglinton, Toronto



L'INGÉNIEUR

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.

Leçons sur les récurrences et leurs applications par PAUL MONTEL recueillies et rédigées par Jacques Dufrénoy et Éloi Leleuvre. Collection de Monographies sur la théorie des fonctions publiée sous la direction de M. Émile Borel. Un volume, éd. 1957, 9½ x 6, x-268 pages, 16 figures, broché: 4300 francs, U.S. \$12.46. Paris, Gauthier-Villars.

Ce livre est consacré à l'étude des récurrences, des équations qui s'y rattachent, des algorithmes qui les admettent à leur base. L'un des algorithmes, le premier que les hommes aient utilisé, est celui de la numération qui repose sur la plus simple des récurrences, celle qui conduit d'un entier au suivant par l'addition de l'unité. Les progressions arithmétiques et géométriques lui sont étroitement associées. La notion d'infini s'introduit ainsi dès le début sous la forme la plus simple, celle d'ailleurs à quoi se réduit cette notion en mathématiques. L'Étude des récurrences linéaires ou non, du premier ordre et d'ordres supérieurs, est faite en liaison avec les équations aux différences finies et les équations différentielles qui leur sont voisines.

Les fractions continues ont à leur base une récurrence linéaire du second ordre dont on étudie les groupes de deux solutions formant les réduites. Elles sont examinées ici du point de vue de l'analyse: leurs propriétés arithmétiques si remarquables sont exposées dans divers livres d'algèbre.

L'itération fait l'objet des derniers chapitres. C'est le cas dans une récurrence du premier ordre, une fonction sert à la fois d'opérateur et d'opéré. Le cas où l'opérateur agit sur une fonction différente est celui des approximations successives.

Table des Matières

CHAP. I: Définitions et Généralités. — CHAP. II: Récurrences linéaires. — CHAP. III: Récurrences du premier ordre. — CHAP. IV: Récurrences d'ordre supérieur. — CHAP. V: Le théorème de Poincaré. — CHAP. VI: Propriétés générales des fractions continues. — CHAP. VII: Fractions continues d'ordre infini. — CHAP. VIII: Fractions continues infini. — CHAP. IX: Convergences des fractions continues. — CHAP. X: Fraction correspondante et fraction associée à une fraction continue. — CHAP. XI: Fractions de Stieltjes. — CHAP. XII: Itération des fonctions à cercle fondamental.

Mécanique ondulatoire du photon et théorie quantique des champs par LOUIS DE BROGLIE. Un volume, éd. 1957, 2e édition revue et corrigée. 9½ x 6, VI-208 pages, avec figures, relié toile, 2900 francs. U.S. \$8.54. Paris, Gauthier-Villars éditeur-imprimeur-libraire.

La théorie quantique des champs électromagnétiques doit son origine aux travaux de MM. Jordan, Heisenberg et Pauli, qui remontent à plus de vingt ans. On en possède aujourd'hui d'excellents exposés, notamment les ouvrages bien connus de M. Heitler et de M. Wentzel.

Se plaçant à un point de vue différent, l'auteur du présent ouvrage a développé, depuis 1934, une Mécanique ondulatoire du photon qui a l'avantage de bien montrer comment la théorie de la lumière vient se placer dans le cadre général de la Mécanique ondulatoire, tout en permettant de retrouver, par l'application directe de la seconde quantification, la plupart des résultats essentiels de la théorie quantique des champs. Cette théorie, ébauchée dès 1934-1935 dans deux fascicules de la collection des *Actualités scientifiques* de la maison Hermann, a fait ensuite l'objet d'un exposé d'ensemble publié par le même éditeur sous le titre: *Une nouvelle théorie de la lumière: la Mécanique ondulatoire du photon*. Elle a été ensuite reprise dans un ouvrage publié par la maison Gauthier-Villars sous le titre: *Théorie générale des particules à spin*, où la Mécanique ondulatoire du photon a été rattachée comme cas particulier à la théorie générale des particules douées de Spin.

Dans le présent ouvrage, l'auteur a trouvé intéressant de reprendre, pour les comparer, les approfondir, les compléter et parfois les rectifier, les résultats contenus dans ses publications antérieures, de façon notamment à bien mettre en évidence ce qui distingue la Mécanique ondulatoire du photon de la Théorie quantique des champs électromagnétiques, telle qu'elle est usuellement présentée. En cours de route, un certain nombre de difficultés et d'objections ont été examinées.

La première partie de l'ouvrage contient une vue d'ensemble des diverses formes non superquantifiées de la Mécanique ondulatoire et leur dérivation lagrangienne. La Mécanique ondulatoire du photon est rattachée à cet exposé général en la considérant comme la Mécanique ondulatoire d'une particule de spin 1 de masse évanouissante. On discute les divers aspects et les principales conséquences de cette théorie, ainsi que ses avantages et ses difficultés.

La deuxième partie introduit la méthode de la seconde quantification et montre comment, en l'appliquant à la Mécanique ondulatoire des particules de spin 1 de masse évanouissante, on retrouve toutes les formules essentielles de la théorie quantique des champs. L'exposé en est rendu particulièrement clair par l'introduction systématique de l'espace des n , les n étant les nombres de particules attachés aux diverses ondes. La relation des résultats obtenus avec ceux qui sont classiques en Théorie quantique des champs est discutée en détail.

Dans la troisième partie, les interactions entre la matière et le rayonnement sont introduites par la considération de l'hamiltonien valable pour le système électron + rayonnement. Utilisant de nouveau la seconde quantification, l'auteur retrouve, sous une forme qui paraît plus naturelle que celle employée souvent en Théorie quantique des champs, l'interprétation des actions coulombiennes et laplaciennes par échanges virtuels de photons longitudinaux et transversaux ainsi que la formule de Möller). Un chapitre est consacré à l'importante question du passage des équations microscopiques aux équations macroscopiques et l'ouvrage se termine par une analyse rapide de l'importante théorie multi-temporelle de Dirac, Fock et Podolsky.

Malgré les points délicats qui subsistent en Mécanique ondulatoire du photon et qui n'ont pas été dissimulés dans le cours de l'exposé, il semble certain que cette théorie a le grand mérite de faire voir plus clairement le sens physique du formalisme assez abstrait de la théorie quantique des champs et de préciser bien des questions qui restent obscures dans les présentations qu'on en donne habituellement.

* * *

Les principes de la statistique mathématique livre I Statistiques mathématiques par R. RISSER et C. E. TRAYNARD. (Traité du calcul des probabilités et de ses applications par Émile Borel). Un volume, éd. 1957, 9½ x 6, 195 pages, 2 figures, 2e édition revue et augmentée, broché: 3500 francs U.S. \$10.15. Paris, Gauthier-Villars.

Dans le cadre de la deuxième édition des *Principes de la Statistique*, nous présentons au lecteur pourvu d'une part d'une large culture mathématique, et d'autre part de connaissances précises en matière de calcul des probabilités — deux volumes dont l'étude lui permettra d'aborder sans difficulté les multiples problèmes intéressants non seulement les démographes et statisticiens de profession, mais encore les biologistes et ingénieurs. Nous nous sommes efforcés de synthétiser les mul-

LE LABORATOIRE HYDRAULIQUE LASALLE

Division de Neyrpic Canada Ltée

0250, RUE ST-PATRICK, VILLE LASALLE

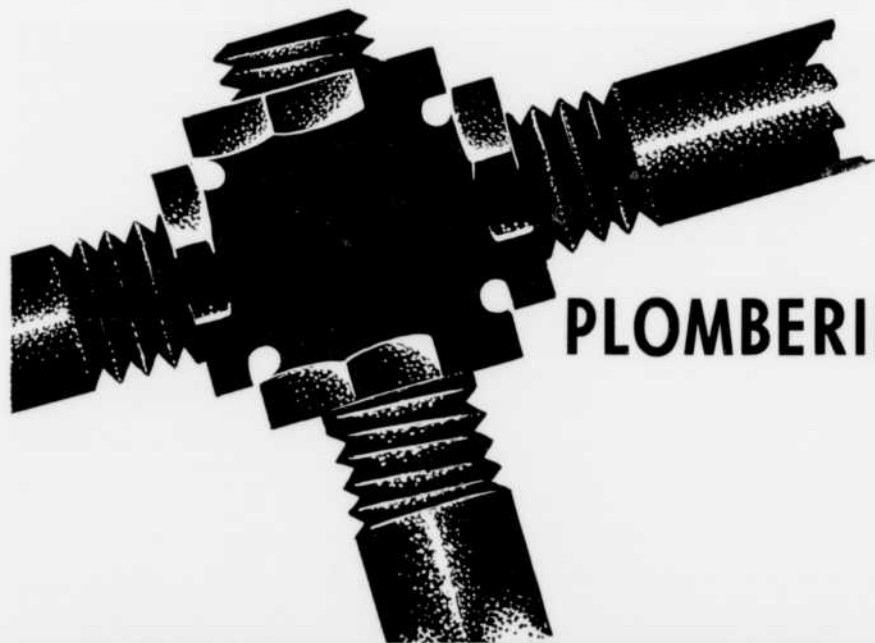
a construit et exploite

LES MODÈLES DU PORT DE MONTRÉAL
ET DES RAPIDES DE LACHINE
POUR

L'ADMINISTRATION DE LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT

MODÈLES RÉDUITS — Essais et Mesures
hydrauliques

Instruments de mesures hydrauliques



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

PLOMBERIE et CHAUFFAGE

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

METRO INDUSTRIES LIMITED

4540 rue Garnier, Montréal
LAfontaine 4-1161

L. E. DANSEREAU, Président

tiples Mémoires parus au cours de ces vingt-cinq dernières années, et de classer les méthodes afférentes à leurs applications si variées.

Le premier volume est consacré tout d'abord à la mise en lumière et l'étude des distributions statistiques, puis à celui de l'estimation statistique et des enquêtes par sondages au hasard, dont la conception et la réalisation synthétisent une association des plus heureuses aussi bien pour la démographe que pour l'ingénieur.

Dans le second volume, nous avons exposé l'évolution des idées relatives à la covariation, puis à la corrélation, et nous nous sommes ensuite attachés à l'étude des surfaces de probabilité, ainsi qu'à l'examen des lignes de régression qui les caractérisent.

Nous avons abordé ensuite l'étude des suites à travers le temps, telles que les variations saisonnières et les séries chronologiques en présentant les recherches classiques dans ce domaine, et analysant les Mémoires récents qui font surtout appel aux équations aux différences finies.

La rédaction de ces volumes a été conçue de façon à attirer l'attention des lecteurs sur la variété et l'importance des problèmes que leur pose à chaque instant la statistique dans ses divers domaines, et sur la possibilité pour eux d'y répondre.

* * *

Résolution numérique des équations algébriques par JEAN PELTIER. Collection Manuels de Calculs Techniques, volume III dirigée par Louis Cauffignol. Un volume, éd. 1957, 8 1/4 x 5 1/4, VI-244 pages, 18 figures, broché : 2500 francs. Paris, En vente aux Editions : Gauthier-Villars, Eyrolles.

Ce volume consacré à la résolution numérique des équations algébriques à coefficients réels ou complexes s'attache à élaborer un ensemble de méthodes de calcul permettant d'obtenir des solutions valables qui ne sont pas toujours accessibles aux méthodes habituelles.

En particulier, les équations présentant des particularités, racines multiples, racines de modules très voisins, racines imaginaires de très faible argument, etc., accroissent grandement les difficultés propres aux calculs numériques de quelque longueur, notamment l'accumulation des erreurs d'arrondissement et les pertes de capacité.

Les méthodes de résolution, qui comprennent la recherche de la répartition des racines dans le plan complexe et la détermination précise de leurs valeurs par des méthodes d'approximations successives, sont présentées sous une forme méthodique et propre aux applications. La valeur pratique de chaque méthode est discutée, soit théoriquement, soit sur la base

d'exemples typiques, et les points où les singularités que peut apporter l'aléa des valeurs numériques défient encore la logique et l'expérience sont signalés avec soin.

Cet ouvrage répond aux besoins des constructeurs, architectes, ingénieurs, techniciens de toutes spécialités et leur permet de poursuivre l'étude de projets d'ouvrages ou de machines dans un soin constant d'économie de matériaux.

Il apportera également aux bureaux d'études, pour l'établissement de projets d'ouvrages ou de machines, des instruments de calcul spécialisés, d'efficacité éprouvée, d'emploi simple et rapide.

Table des Matières : CHAP. I : Définitions et Notations. — CHAP. II : Opérations sur les polynômes. — CHAP. III : Calcul des modules des racines d'une équation algébrique à coefficients réels. — CHAP. IV : Calcul des arguments des racines d'une équation algébrique à coefficients réels. — CHAP. V : Méthodes d'approximation des racines. — CHAP. VI : Méthode d'approximation globale des racines. — CHAP. VII : Approximations des racines avec éliminations successives. — CHAP. VIII : Résolution des équations à coefficients complexes. — CHAP. IX : Méthode générale de résolution d'une équation algébrique à coefficients réels.

* * *

Tables for the Calculation of Passive Pressure, Active Pressure and Bearing Capacity of Foundations by ALBERT CAQUOT and JEAN KERISEL. Translated from French by Maurice A. BEC. One book, ed. 1948, 10 x 6 1/2, 120 pages, bound : Paris, Gauthier-Villars.

* * *

La théorie harmonique tome III psychologie par ANDRÉ LAMOUCHE. Un volume, éd. 1957, 9 1/2 x 6, 470 pages, broché : 1,400 francs. Paris, Gauthier-Villars.

A mesure qu'on le connaît mieux, le Monde apparaît, selon l'expression de James Jeans, "comme une grande Pensée au moins autant que comme une grande Machine". En fait, il est à la fois pensée par le pouvoir d'invention qu'il met en oeuvre (Cuénot), et machine par la précision et la régularité de fonctionnement de ses multiples rouages.

Le rôle d'un ingénieur étant de "penser les machines" avant de les réaliser, il était naturel qu'un ingénieur tentât de reconstituer à son tour — après tant de savants et de philosophes — le plan d'ensemble de cette prodigieuse Machine qu'est le Monde.

Et cela en démontrant et remontant ses principales articulations à l'aide des outils les plus solides et les plus délicats, parmi ceux que peuvent offrir aujourd'hui au chercheur les ressources accumulées de la science et de la philosophie.

Il était non moins naturel qu'à travers le plan ainsi reconstitué de la Machine, on s'efforçât de découvrir la Pensée de son Auteur. Dans cette perspective, la théorie harmonique apparaît comme un effort tendant à retrouver le *Dessain surhumain de la Création à travers la vision humaine de l'Evolution*.

Cette théorie apporte en même temps une formule du monde adaptée au cadre scientifique et technique dans lequel se développe la pensée moderne. Construite entièrement à l'aide de ce matériau unique : le *Rythme spatio-temporel primordial*, cette théorie constitue le premier essai rationnel d'une *Rythmologie universelle*.

Déchiffrer la Pensée créatrice du Monde exigeait au préalable l'étude approfondie du fonctionnement dynamique de la pensée humaine. Dans ce troisième volume, l'auteur de la Théorie Harmonique retrouve, à l'étage psychique de l'Evolution, les lois rythmiques, simples et générales, qu'il avait mises en lumière, dans les deux premiers volumes, aux étages cosmiques et biologique respectivement. Cette communauté de rythme explique la formation, par eurhythmie à plusieurs niveaux, de l'unité vibrante du Moi, dans la multiplicité des fonctions psychophysiologiques qui constituent ses composantes dynamiques. Cette communauté de rythme fournit en outre une solution rationnelle du problème de la "communication des substances" (c'est-à-dire des rapports entre l'esprit et la matière). Solution qui concilie le parallélisme de Descartes et de Leibniz avec l'hylémorphisme d'Aristote et de Thomas d'Aquin.

L'extension à l'étage psychique des importantes notions de "niveaux harmoniques" et de "complexe harmonique ou inharmonique à plusieurs niveaux" conduit à une description très nuancée des fonctions psychiques principales, dans leur état normal comme dans leurs diverses anomalies. En particulier, la conception des "niveaux de conscience" permet de ramener à sa juste dimension la place excessive qui a été faite à l'Inconscient par les théories psychologiques modernes.

L'ouvrage se termine par une vue d'ensemble de l'évolution psychique : il appert que celle-ci doit normalement conduire, du stade actuel du *super-laber*, exagérément centré sur la matière, au stade du *super-sapiens*, correspondant à un niveau de spiritualité plus élevé. Cette perspective laisse prévoir l'avènement d'une nouvelle élite : celle des consciences fortes. Toutefois cette phase décisive, dans l'accom-

LE DISJONCTEUR DANS L'AIR À HAUTE TENSION "STOP ARC"



10 et 20 KV — Plus de 600 MVA

Pouvoir d'enclenchement : 8,000 amp. à 20 KV.

Capacité de rupture : 1,500 amp. à 20 KV.

Capacité de rupture des fusibles :
plus de 600 MVA.

Intensité nominale 400 et 600 amp.

Déclenchement automatique des 3 phases, protection contre le courant monophasé.

Approbation C.S.A. No 11172

Demandez le bulletin 1430

ELECTRICAL

MANUFACTURING LTD.

DSA-2F

CLAUDE ROUSSEAU, prés.

MONTMAGNY

C. P. 1300

Tél.: 235

MONTRÉAL

170 est, Dorchester

Tél.: AV. 8-4757

Manufacturiers de : Postes d'entrée haute et basse tension, sous-stations, tableaux de pouvoir et d'éclairage, tableaux régulateurs d'éclairage, centres de contrôles de moteurs, appareillage haute et basse tension, meubles d'acier.

DSA-2F

J. BRISSETTE, PO '46, président

J. BRISSETTE LTÉE

(CANADA RADIATION REG'D.)

CHAUFFAGE
VENTILATION
AIR CLIMATISÉ

1002 DE FLEURIMONT — MONTRÉAL
TÉLÉPHONE : CRescent 2-6629

COMMERCIAL and INDUSTRIAL

VENTILATION Ltd.

Henri Dagenais, Ing. P. — Po. '47

5075, rue Fullum
MONTRÉAL

LAfontaine 6-3786

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

1F1

Montréal : 159, rue Jean-Talon O. CRescent 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

Fonds Collectif "A"

les PLACEMENTS COLLECTIFS INC.

MONTRÉAL: 333 est, Craig - UN. 1-3419

QUÉBEC: 517 est, Boul. Charost - LA. 4-7252

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

Prospectus sur demande...

plissement de la Destinée humaine, implique la mise en oeuvre d'un "supplément d'âme". C'est sur une définition nouvelle de l'âme et de son caractère *supra-fonctionnel* que s'achève cette vue d'ensemble de l'Évolution, dont l'auteur établit l'entière compatibilité avec la conception religieuse de la Création.

* * *

La théorie de la mesure en mécanique ondulatoire (interprétation usuelle et interprétation causale) par M. LOUIS DE BROGLIE. Un volume, éd. 1957, 9 1/2 x 6, 126 pages, 7 figures, broché : 2500 francs. U.S. \$7.42. Paris, Gauthier-Villars.

Le présent volume forme une sorte de complément de l'Ouvrage que j'ai récemment publié sur l'interprétation de la Mécanique ondulatoire par la théorie de la double solution. J'y reprends plus en détail certaines questions que me paraissent nécessiter un nouvel examen du rôle de la mesure en Physique quantique développé d'une façon plus concrète et plus proche de la réalité expérimentale qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Le plan de l'Ouvrage est le suivant. Après avoir, dans un premier chapitre, rappelé quelques principes bien connus de la Mécanique ondulatoire, j'expose dans les chapitres II et III la théorie de la Mesure due à M. J. von Neumann et, en reprenant des arguments développés naguère par Einstein et M. Schrödinger, je montre que cette théorie, malgré le caractère élégant et en apparence parfaitement satisfaisant de son formalisme, conduit cependant à des conséquences très difficilement acceptables. Les difficultés qu'elle soulève proviennent, d'une part, du fait qu'en accord avec les idées actuellement dominantes elle n'admet pas la localisation permanente des corpuscules dans l'espace et, d'autre part, qu'elle envisage les processus de mesure d'une manière trop abstraite.

Après avoir résumé dans les chapitres IV et V les conceptions fondamentales de la théorie de la double solution en y ajoutant quelques compléments qui n'avaient pas trouvé place dans mes exposés antérieurs, je reprends dans les chapitres VI et VII l'étude des processus de mesure d'un point de vue plus concret. J'y introduis les idées essentielles que les trains d'ondes sont toujours limités et que nous ne pouvons faire d'observations ou de mesures sur la réalité microphysique que par l'intermédiaire des phénomènes macroscopiques observables déclenchés par l'action locale d'un corpuscule. En ajoutant à ces remarques fondamentales l'idée de la localisation permanente des corpuscules dans l'espace telle qu'elle résulte de la théorie de la double solution, je montre qu'on obtient ainsi une

image claire des processus qui ne soulève plus les mêmes objections que la théorie de von Neumann et de ses continuateurs.

Un dernier chapitre est consacré à un examen très rapide de la Thermodynamique de von Neumann et à son interprétation à l'aide des idées précédemment exposées.

Le but du présent Ouvrage est en somme de faire voir pour quelles raisons il me paraît nécessaire de rétablir l'image d'une localisation permanente des corpuscules microphysiques et pourquoi, redevenu conscient de cette nécessité, j'ai cherché dans ces dernières années à reprendre la tentative d'interprétation de la Mécanique ondulatoire que j'avais esquissée en 1927.

* * *

Un demi-siècle (1907-1957), de notes, communiquées aux Académies de Paris, d'Amsterdam, des Lincei suivies par des observations et commentaires. Reproduites avec le concours du Centre National de la Recherche scientifique I La variable complexe, II le champ réel, par ARNOLD DENJOY. Deux volumes, éd. 1957, 9 1/2 x 6, Volume I, 279 pages, broché : 2200 francs, U.S. \$6.52, Volume II, 403 pages, broché : 3100 francs, U.S. \$9.08. Paris, Gauthier-Villars.

Théorie des fonctions d'une variable complexe, théorie des fonctions de variables réelles, et des ensembles cartésiens solidaires, transmis de la seconde classe, tels sont les domaines où l'activité mathématique de M. Arnaud Denjoy s'est déployée. Dans ses *Leçons sur le calcul des coefficients d'une série trigonométrique*, divisées en cinq parties, de celles-ci : la première, la troisième et le début de la cinquième étant seules à traiter du problème annoncé par le titre, la seconde, la quatrième (affectée aux totalisations) et la fin de la dernière constituent des exposés généraux de la théorie des fonctions de variables réelles. L'*Énumération transfinie*, en cinq fascicules également, fait ressortir à quel point le transfini de la classe II, c'est-à-dire l'infini de la suite des entiers ordinaux naturels, itéré et réitéré sans limitation, se lie étroitement à l'Analyse classique.

A l'intention des mathématiciens s'intéressant aux sujets dont il s'est occupé, et curieux éventuellement de prendre connaissance de son travail sur ces questions, M. Denjoy a fait reproduire par la photographie et paraître en librairie, avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique et des maisons Sennac et Gauthier-Villars, sa contribution, groupée et ordonnée, aux diverses publications périodiques.

Après le *Mémoire sur la dérivation et son calcul inverse*, datant de 1915 à 1917 et primitivement dispersé entre quatre fragments, après les *Articles et Mémoires*, réunissant les études insérées dans les revues de gestion privée, M. Denjoy donne aujourd'hui l'ensemble de ses *Notes*, au nombre de 166, communiquées au cours d'un demi-siècle, de 1907 à 1956, aux séances des Académies. La collection est, comme celle des *Articles et Mémoires*, divisée en deux volumes, affectés l'un à la variable complexe, l'autre au champ réel. 158 Notes, astreintes à une concision justifiant particulièrement le besoin des *Observations et Commentaires* ajoutés au recueil, furent présentées à Paris; cinq furent admises à Amsterdam et trois aux Lincei.

Une bonne partie de ces Notes ont reçu leur développement complet dans les Ouvrages et Mémoires cités plus haut. Toutefois, il n'a point paru superflu de les reprendre. Tantôt elles fournissent un utile sommaire du travail détaillé paru ensuite. Tantôt elles gardent l'intérêt de montrer la genèse, et par là d'éclaircir pleinement le sens, d'une solution apportée à un problème général.

Quelques Notes se suffisent à elles-mêmes, celles d'Amsterdam par exemple, sur les ensembles clairsemés, les propriétés de fonctions d'une variable complexe, la démonstration du théorème de Jordan. Comme elles n'ont pas été reprises ailleurs et que la consultation des *Proceedings* ou des *Verlagen* a pu paraître laborieuse, leur contenu est resté généralement ignoré. Elles seront désormais faciles à consulter.

Les *Observations et Commentaires*, dont à peu près toutes les Notes sont pourvues, ne se bornent pas à élucider les passages trop elliptiques, et parfois à corriger les inexactitudes, les ambiguïtés, conséquences d'une rédaction trop succincte. Beaucoup de Notes, avec les résultats acquis dont elles furent l'objet, laissent ouvertes d'importantes et nombreuses questions.

Citons entre autres : l'allure asymptotique des fonctions entières d'ordre fini, le théorème de Wiman, l'intégration des inéquations fonctionnelles, les fonctions uniformes à singularités discontinues non isolées, la quasi-analyticité, où tant de travaux éminents ont suivi la Note du 19 décembre 1921, les séries de fractions rationnelles, les fonctions contractant le cercle $|z| < 1$, les continus frontières d'une région représentée conformément, le théorème le plus général de Cauchy-Goursat, l'inversion d'une fonction analytique à l'intérieur d'un domaine sur le contour duquel son argument varie en sens constant, les fonctions minkowskiennes, les groupes fuchsien, le tout pour le premier volume.

REgent 3-8268

BEAUCHEMIN, BEATON, LAPOINTE

Ingénieurs conseils

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

6655, Côte des Neiges (suite 410) Montréal 25

Maurice Royer, Ing. p., B.Sc.A., S.B.
Professeur titulaire de Résistance des Matériaux
à la Faculté des Sciences de l'Université Laval.
Armand-E. Bourbeau, Ing. p., S.B.
Jean Royer, Ing. p., B.Sc.A., S.M.

Maurice Royer et Associés

Ingénieurs Conseils

831 ouest, rue Saint-Cyrille
QUÉBEC

5230, rue Parthenais
MONTREAL

2125, boul. Laframboise
SAINT-HYACINTHE

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs conseils

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

RACEY, MacCALLUM AND ASSOCIATES LIMITED

Firme contrôlée et dirigée par des

Ingénieurs Conseils

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

TORONTO

MONTREAL

VANCOUVER

5890, avenue Monkland

UN. 6-7721

Surveyer, Nenniger & Chênevert

Ingénieurs conseils

ARTHUR SURVEYER, D. Eng.
J.-G. CHÉNEVERT, Ing. P.
E. NENNIGER, Ing. P.

ÉDIFICE KEEFER, Chambre 1012
MONTREAL

CHARLES-ED. GRAVEL

Ingénieur Conseil

J. Chagnon, Ing.P.
J.-B. Nobert, Ing.P.
A. Levac, Ing.P.
M. Héту, Ing.P.
G. Jolicoeur, Ing.P.
C. Blouin, Ing.P.
G. Cousineau, Ing.P.
R. Levasseur, Ing.P.
Y. Girard, Ing.P.
G. Brazeau, Ing.P.

TRAVAUX MUNICIPAUX

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

BUREAU :

3717 Boul. Lévesque — MU. 1-1692-3

Abord-à-Plouffe

Montréal 9.

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

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

BEAULIEU, TRUDEAU, DUBUC, LALANCETTE & BEAULIEU

Ingénieurs conseils

SPÉCIALISTES EN CHARPENTES

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

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

Téléphone : LA. 5-5123

GEO. DEMERS

INGÉNIEUR CONSEIL

INGÉNIEURS ADJOINTS :

Phil. Lemieux — Jacques Roy

71 rue St-Pierre,

Québec.

Dans le second volume : les ensembles parfaits remarquables, leurs ordres de nullité métrique, les points inflexionnels, le théorème de Vitali, les dérivées, les rapports entre l'intégrale de Lebesgue et celle de Riemann, les dérivées premières symétriques, les caractéristiques sur le tore, et surtout la topologie des espaces cartésiens, avec les continus plans, les continus cycliques, les extensions de continus, les multiconnexités, le tout s'inscrivant dans un système théorique dont M. Denjoy n'a jamais eu la possibilité de donner une présentation complète, que de terrains proposés à l'investigation !

Nul doute que le vaste recueil de ces Notes n'offre à l'exploration vaillante des chercheurs une mine riche en précieux filons.

* * *

La chimie nucléaire et ses applications

par M. HAISSINSKY. Un volume, éd. 1957, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{2}$, 652 pages, avec 136 figures, tableaux, broché : 5000 francs, cartonné toile 5600 francs. Paris Masson & Cie, Éditeurs.

Le développement des sciences des transformations de la matière à l'échelle du noyau atomique a conduit à l'avènement de ce qu'on appelle déjà l'ère nucléaire, et se répercute plus ou moins profondément sur la plupart des disciplines scientifiques et sur de nombreuses activités humaines.

L'utilisation de certaines de ces transformations en tant que source d'énergie a ouvert des perspectives inattendues à l'économie mondiale, tandis que les rayonnements émis au cours de ces processus sont susceptibles de trouver des applications industrielles, soit comme agents de synthèse de produits précieux, soit comme moyens d'investigation de la structure et de "l'état de santé" de divers matériaux. Ils constituent, d'autre part, une arme à double tranchant en apportant, selon les conditions de leur emploi, contrôlé scientifiquement ou abusif, soit des soulagements à certaines maladies sinon leur guérison, soit la souffrance et la mort. Ces atomes radioactifs, enfin, permettent, d'une façon unique, de "marquer" les substances chimiques et biologiques et de suivre ainsi sans ambiguïté les transformations de celles-ci et leur évolution dans l'espace et dans le temps. Cet emploi des indicateurs radioactifs a déjà trouvé des applications innombrables dans la cinétique chimique, dans l'électrochimie, la biochimie, la physiologie et la médecine, dans la géologie, les exploitations minières et agricoles, dans l'industrie céramique, textile, etc.

La réalisation et l'extension de toutes ces applications demande cependant la formation de nouveaux cadres scientifiques et techniques, de physiciens, de radiobchimistes, de radiobiologistes, d'ingénieurs, de géologues, etc., qui soient en possession des bases théoriques de cette nouvelle science et de connaissances expérimentales solides. Or, jusqu'ici les programmes de l'enseignement universitaire et technique sont loin de satisfaire à ces besoins, non seulement parce que les établissements correspondants ne sont pas encore suffisamment pourvus du personnel adéquat, mais aussi parce que l'enseignant lui-même, comme le chercheur ou l'ingénieur, chercherait en vain un ouvrage d'ensemble qui le guiderait depuis les notions fondamentales de la physique et de la chimie nucléaires jusqu'à leurs applications pratiques.

Le livre de M. Haïssinsky est destiné à remédier à cette carence. Après un rappel synthétique de l'évolution historique de la science nucléaire, l'auteur décrit d'une façon concise, mais accessible à tout lecteur ayant une formation universitaire ou équivalente, les propriétés des particules élémentaires et des noyaux, les réactions nucléaires, les propriétés physico-chimiques des radioéléments et des isotopes. Dans une deuxième partie sont traitées les interactions des rayonnements avec la matière et leurs conséquences chimiques et biologiques. Les principes de séparation et de préparation de corps radioactifs, le comportement physico-chimique de la matière diluée, les applications des indicateurs radioactifs dans les divers domaines de la chimie physique, de la biologie et de l'industrie, sont décrits dans la dernière partie.

Malgré la grande variété des sujets traités, l'auteur s'est efforcé de se rapporter presque toujours aux travaux originaux, comme en témoigne le nombre des références qui est de l'ordre de trois mille. La simple lecture des titres des chapitres permet de se rendre compte de l'ampleur de l'ouvrage.

* * *

Chimie organique générale par JEAN

VÈNE. Un volume, éd. 1957, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{2}$, 350 pages avec 41 figures, broché : 3500 francs, cartonné toile 4100 francs. Paris, Masson & Cie, Éditeurs.

Il n'existait pas jusqu'à ce jour d'ouvrage en langue française exclusivement consacré à la "chimie organique générale."

L'auteur entend par cette expression la partie de la science chimique qui se donne pour objet d'étudier, d'une part la structure des composés organiques et les moyens mis en oeuvre pour sa détermination, en y comprenant l'étude

des liaisons, d'autre part la réactivité de ces composés et le mécanisme de leurs transformations.

l'enseignement supérieur et aux élèves

Ce livre s'adresse aux étudiants de des grandes écoles, mais également à ceux dont la formation scientifique de base date déjà d'un certain nombre d'années, et à qui il ouvrira la possibilité de s'informer des acquisitions et des tendances nouvelles de la chimie organique; il rendra service enfin aux professeurs des différents ordres d'enseignement qui y trouveront des renseignements auxquels il leur était difficile jusqu'ici d'accéder.

A la fin de chaque chapitre, le lecteur trouvera l'indication d'une série de textes sélectionnés par l'auteur dans un grand nombre de livres et de revues français et étrangers, textes auxquels il pourra se reporter pour compléter ses informations sur tel ou tel sujet l'intéressant particulièrement.

* * *

Mises au point de chimie analytique

pure et appliquée et d'analyse bromatologique, publiées sous la direction de J.-A. GAUTHIER. Quatrième série par MM. J.-E. COURTOIS - P. JAULMES et J. HAMELLE - P. MESSARD - P. NAVELLIER - P. SOUCHAY - R. TRUHAUT. Un volume éd. 1956, 10 x 6 $\frac{1}{2}$, 212 pages, avec 21 figures, broché : 2400 francs. Paris, Masson & Cie, éditeurs.

Cette collection, dont quatre 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.

Quelques acquisitions récentes dans le domaine de l'analyse des glucides, par J.-E. Courtois.

La chromatographie sur papier ou sur colonne apporte une solution élégante et commode au problème de l'analyse des glucides. L'auteur décrit les techniques utilisables et indique leur domaine d'application. Parallèlement, le perfectionnement des techniques microchimiques d'analyse apporte à cette méthode des possibilités analytiques nouvelles, actuellement en plein développement.

La détermination de l'extrait sec des vins, par P. JAULMES et J. HAMELLE.

La détermination de l'extrait sec des vins doit être effectuée dans des conditions rigoureusement déterminées. Les diverses méthodes directes et indirectes sont minutieusement décrites, critiquées et comparées entre elles. Les auteurs font le point du sujet, montrent l'intérêt de la détermination et dégagent les conclusions qui en découlent.

REgent 3-8264

LEBLANC & MONTPETIT

Ingénieurs Conseils

Spécialistes : PLANS et DEVIS

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

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

PAUL ROLLAND CONSTRUCTION LTÉE

Ingénieurs et Constructeurs

5890, Avenue Monkland
MONTRÉAL • EL. 7386

LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

LABRECQUE, LABRECQUE & GAGNON

Ingénieurs conseils

H. LABRECQUE, Ing. P. — A. LABRECQUE, Ing. P.
G. LEFEBVRE, Ing. P. — Luc GAGNON, Ing. P., A.G.

10 ouest, rue St-Jacques,
MONTRÉAL

Tél. : AV. 8-1246
8-1247

Collet Frères Limitée

Constructeurs

1978 rue Parthenais,
MONTRÉAL, Qué.

Hermann & Cie, Paris — Nicola Zanichelli, Bologna — Atlas Publ. & Distr. Co. Ltd., London — Stechert-Hafner Inc.,
New York — H. Bouvier u. Co., Bonn a/Rh. — Gerold & Co., Wien — F. Rouge & Cie, Lausanne — J. Villegas, Madrid
F. Machado & C.ia, Porto — The Maruzen Co., Tokyo.

" SCIENTIA "

REVUE INTERNATIONALE DE SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE

UNE REVUE QUI TRAITE DE TOUTES LES SCIENCES

(1957 — cinquante et unième année)

Directeur : P. BONETTI

Comité Scientifique : G. ABETTI — R. ALMAGIA' — L. CALIFANO — G. COLONNETTI — A. GHIGI — F. GIORDANI —
M. GORTANI — G. LEVI DELLA VIDA — G. MONTALENTI — A. NICEFORO — E. PERSICO — M. PONZO — F. SEVERI —
S. TONZIG.

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

"SCIENTIA" offre le plus grand intérêt à tous ceux qui, dans tous les Pays, recherchent le Savoir.

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

"SCIENTIA" — ASSO (Como, Italie)

de 100 FF (ou somme équivalente en autre monnaie)

en timbres-poste de votre Pays, préférablement de la poste aérienne
pour remboursement des frais d'expédition et d'affranchissement.

Pour un fascicule de l'année en cours, veuillez envoyer FF 450.000 qui seront déduits du prix de l'abonnement.

ABONNEMENTS : U.S. DOLLARS 12.80 (OU SOMME ÉQUIVALENTE EN FR. FRANÇAIS).

L'acétylation de la fonction Hydroxyle; ses applications analytiques, par P. MESNARD.

L'acétylation constitue, dans le domaine des dérivés hydroxylés, une méthode d'investigation efficace mais délicate. L'auteur soumet à examen les diverses modalités classiques et indique à la lumière de son expérience personnelle, les avantages de l'acétylation phosphorique, notamment dans le cas des alcools tertiaires.

Conservation et analyse des échantillons altérables. Étude spéciale du cas des laits, par P. NAVELLIER.

L'évolution spontanée d'une denrée alimentaire est de règle et l'échantillon de prélèvement ne reste pas indéfiniment stable.

Dans le cas des laits, il est particulièrement difficile de stabiliser un échantillon et de le maintenir aussi identique que possible jusqu'au moment de l'analyse. L'auteur, spécialiste du sujet, étudie les moyens mis en oeuvre pour la conservation; de plus, dans le cas des laits altérés, l'analyse peut être entreprise et fournir des renseignements valables sur la composition initiale de l'échantillon.

La polarographie. Ses applications analytiques, par P. SOUCHAY.

L'analyse chimique fait de plus en plus appel aux méthodes physiques; par sa rapidité et sa sensibilité, la polarographie est appelée à rendre d'immenses services. L'auteur rappelle les principes théoriques de cette méthode et indique les applications aux divers domaines de la chimie pure et appliquée: médecine, toxicologie, pharmacie.

Les substances étrangères dans les aliments. Aspects biologiques et analytiques du problème, par R. TRUHAUT.

L'addition, fortuite ou intentionnelle, de produits chimiques aux aliments pose un grave problème d'hygiène. En effet nombre de ces substances se sont révélées cancérogènes.

L'auteur indique les circonstances dans lesquelles elles se trouvent incorporées aux aliments, avec pour chacune d'elles les risques de nocivité qui résultent de leur présence. Il envisage ensuite l'aspect analytique du problème et indique les méthodes qui permettent de les caractériser et de les doser.

* * *

Les redresseurs de courant dans l'Industrie par J. LECORGUILLIER ingénieur E.S.E. Un volume, éd. 1956, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 282 pages, relié. Paris, Éditions Eyrolles.

Carographe: instrument pour la détermination graphique d'écoulements plans supersoniques par la méthode des caractéristiques par GÉRARD GONTIER. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, Institut de Mécanique des Fluides de Lille notes techniques 67. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 26 pages, broché: 475 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Conductibilité électrique aux très basses températures des métaux de très haute pureté et application aux phénomènes de recristallisation par MICHEL CARON, préface de G. Chaudron. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, No. 328. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 58 pages, broché: 1100 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Contribution à l'étude de la convection forcée de la chaleur sur des parois rugueuses par GIOVANNI BRUNELLO préface de Edmond A. Brun. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 332. Un Volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7 $\frac{1}{4}$, 75 pages, broché: 1,350 francs Paris au Service ce de Documentation et d'Information

* * *

Contribution à la mesure des chaleurs spécifiques des gaz et des vapeurs par Mme M. HUETZ-AUBERT, préface de G. Ribaud. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air notes techniques 68. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 182 pages, broché: 2,200 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Étude de quelques problèmes sur les ondes liquides de gravité par GEORGES BRILLOUET, préface de M. H. Villat. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, No. 329. Un volume éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 144 pages, broché: 1700 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Le Mécanisme de la coupe des Métaux par ROGER JOUTY, préface de Y. Rocart. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 326. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 98 pages, broché: 1600 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Méthodes d'exploration dynamique et thermique et étude de la couche-limite laminaire compressible de la plaque plane par MAX PLAN, préface de M. Edmond Brun. Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air, no 331. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7 $\frac{1}{4}$, 123 pages, broché: 1,500 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

* * *

Microdébitmètre à perte de charge D.F.G. par F. DEBEAUVAIS, R. FEIDT et C. GEBEL, préface de M. L.-A. Sackmann. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air. Notes techniques no 64. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, broché: 400 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Photoélasticité tridimensionnelle aspects théoriques et expérimentaux par C. L. GAUDFERNAU, préface de M. Henri Le Boiteux. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, no 330. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 85 pages, broché: 1200 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Recherches sur le mécanisme d'oxydation de cristaux uniques de fer à haute température et sous basse pression d'oxygène par JEAN BARDOLLE, préface de J. Bénard. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 327. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 62 pages, broché: 1000 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Recherches sur quelques propriétés de certains hypergols par JACQUES FRANÇON, préface de M. Aubert. Publications scientifiques du Ministère de l'Air. Laboratoire de Mécanique appliquée de la Faculté des Sciences de Paris notes techniques 66. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, 46 pages, broché: 650 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Recherches théoriques et expérimentales sur les mouvements des liquides pesants avec surface libre par ACHYUT S APTÉ, préface de Julien Kravtchenko. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, no 333. Un volume, éd. 1957, 10 $\frac{1}{2}$ x 7, broché: 1450 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

La rénovation de la soufflerie S 3 du Service technique aéronautique par ROBERT LECARDONNEL, préface de M. Giqueaux. Annex Calcul aérodynamique d'une hélice ventilateur par M. Gruzon. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, Bulletins des Services techniques, no 119. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7, broché : 1300 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

* * *

Les séries Chronologiques et la théorie du Hasard par M. KIVELIOVITCH et J. VIALAR, préface de M. Pierre Vernotte. Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air. Notes Techniques no 65. Un volume, éd. 1957, 10½ x 7¼, 129 pages, broché : 1,600 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

* * *

Académie Royale de Belgique Annuaire pour 1957. Koninklijke Academie Van België Jaarboek Voor 1957. Volume CXXIII. Un volume, éd. 1957, 7½ x 4¾, 178 pages, relié toile. Bruxelles, Palais des Académies, Rue Ducale, 1.

* * *

American Heritage: The Magazine of History Sponsored by The American Association for State and Local History, The Society of American Historians. Book-store price \$2.95 each, subscription price \$12.50 a year. American Heritage, 551 Fifth Avenue, New York 17, New York.

* * *

Les Architectes par ALBERT LAPRADE. Supplément au Bulletin Mensuel d'Informations de la S.A.D.G. no 57. Un volume, éd. 1957, 10½ x 8¼, 106 pages, broché : Paris, Société des Architectes Diplômés par le Gouvernement.

La diffusion dans les métaux : Comptes rendus du colloque tenu à EINDHOVEN les 10 et 11 septembre 1956. Comité de rédaction J. D. Fast président du colloque, H. G. VanBueren, J. Philibert. Un volume, éd. 1957, 9¼ x 6¼, 124 pages, 55 figures, 29 illustrations hors texte, relié \$5.25 : Pays-Bas Bibliothèque Technique Philips, A. D. Le Claire, Introduction à l'étude de la diffusion.

K. Compaan et Y. Haven, La diffusion de radiotraceurs dans les solides.

P. Lacombe, La diffusion intergranulaire et ses relations avec la structure des joints et grains.

C. Leymonie et P. Lacombe, Autodiffusion intergranulaire du fer alpha.

Th. Heumann, Nouvelles observations sur l'effet Kirkendall et le transport électrolytique dans les alliages solides.

J. Philibert, Le microanalyseur à sonde électronique et ses applications à l'étude de la diffusion intermétallique.

Y. Adda et J. Philibert, Etude de la diffusion uranium-zirconium en phase gamma.

A. Bolk et T. J. Tiedema, L'effet Kirkendall et la diffusion dans le système or-platine.

J. L. Meijering, Diffusion des atomes en insertion.

A. Van Wieringen, Etude du passage non-stationnaire de l'hélium à travers le silicium et le germanium à l'aide d'un spectromètre de masse.

C. W. Berghout, Influence de déformations élastiques sur la mobilité des lacunes dans le cuivre.

* * *

Électricité industrielle : Notions d'électronique par M. BELLIER et A. GALICHON. Un volume, éd. 1957, 7¼ x 5½, 296 pages, broché : 680 francs, cartonné : 790 francs. Paris, Librairie Delagrave.

L'érosion des continents par JACQUES BOURCART, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Collection Armand Colin, section Géographie no 318. Un volume, éd. 1957, 6½ x 4½, 216 pages, broché : Paris, Librairie Armand Colin, 103 Boulevard Saint-Michel.

* * *

François-Xavier de Charlevois, s.j. par LÉON POULIOT, s.j. Missionnaires au Lac Nipigon par Lorenzo Cadieux, s.j. Documents Historiques no 33. Une plaquette éditée 1957, 9 x 5, 47 pages. La Société Historique du Nouvel-Ontario. Université de Sudbury, Sudbury, Ont.

* * *

International stability and progress : United States Interests and Instruments, by The American Assembly, Graduate School of Business. One book, éd. 1957, 9 x 6m 184 pages, bound. The American Assembly, Graduate School of Business, Columbia University, New York.

* * *

Les Très basses températures : production et emplois par E. GOMONET. (Encyclopédie du Froid publiée sous la direction du professeur Maurice Piettre Dr. Sc. Un volume, éd. 1952, 9½ x 6¼, 200 pages, broché : Paris, Librairie J. B. Baillière et Fils.

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

Index des auteurs 1957

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

BALLAY, Marcel Les Applications des Métaux des Terres Rares en Métallurgie	172	16
BEAUBIEN, Claude-P. Les Mille et Un Usages de l'Aluminium	169	25
BÉLANGER, Réal Le Tracé des Voies de Circulation des Agglomérations Nouvelles	171	45
BOUCHER, Raymond, en collaboration avec Bernard Le Méhauté L'Etude Expérimentale des Problèmes de l'Hydraulique Fluviale	171	49
BOYD, Robert-A. Sous-Station Electriques de la Métropole	169	9
DUBUC, Julien, en collaboration avec Georges Welter Enregistrement Electronique des Diagrammes Efforts-Temps et Efforts-Allongements des métaux sous charges dynamiques	169	43
GAULIN, Claude Les Echecs — Le Jeu de l'Homme de Science	169	15
GILBERT, Edgar Les Poutres Profilées en Béton Armé dans les Ponts	171	13
GRAVEL, Louis-Philippe Historique des Ponts-Routes dans la province de Québec (1ère partie)	170	11
Historique des Ponts-Routes dans la province de Québec (2ème partie)	171	31
HONE, André Les Recherches en Métallurgie à Polytechnique	170	33
Où Sommes-Nous en Métallurgie ?	172	36
LE MÉHAUTÉ, Bernard, en collaboration avec Raymond Boucher L'Etude Expérimentale des Problèmes de l'Hydraulique Fluviale	171	49
MANSELL, Gérard Le Câble Téléphonique Transatlantique	169	39
MARCHAND, Fernand Le Wattheuremètre	171	20
MAYRAND, Marc Modèles Hydrauliques à Echelle Réduite pour la Voie Maritime du Saint-Laurent	172	31
MITCHELL, Frank-L. Progrès les plus récents dans l'industrie des pâtes et papiers	169	18
NORMANDIN, Michel Méthodes Simplifiées de Détermination de l'Intégrale Particulière des Equations Différentielles Linéaires à Coefficients Constants	170	18
PERREAULT, Guy Le Laboratoire de Diffraction des Rayons-X de l'Ecole Polytechnique	171	37
La Structure Atomique des Feldspaths	172	24
PRÉVOST, L'honorable Yves Les Problèmes de l'Enseignement	169	41
ROCHETTE, P.-André Les Problèmes Géotechniques in situ de Sédiments Argileux	172	7
ROUSSEAU, Antoine Le Canal de Beauharnois	170	35
TAKACS, Roger La Pesanteur Artificielle et ses Applications dans la construction en béton armé	170	25
TOUGAS, Rémi Ultra-Purification des Métaux par la méthode de la Zone Fondue	171	27
Ultra-Purifications de l'Aluminium par la méthode de la Zone Fondue	172	12
WELTER, Georges, en collaboration avec Julien Dubuc Enregistrement Electronique des Diagrammes Efforts-Temps et Efforts-Allongements des métaux sous charges dynamiques	169	43
WOINOWSKY-KRIEGER, Serge Calcul Simplifié des Portiques et Poutres Symétriques d'après la méthode de Cross	172	28

Index analytique des matières

Année 1957

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

COMMUNICATIONS

- Le Câble Téléphonique Transatlantique,
par Gérard Mansell 169 39

ÉDUCATION

- Les Problèmes de l'Enseignement,
par l'honorable Yves Prévost 169 41

ÉLECTRICITÉ

- Sous-Stations Electriques de la Métropole
par Robert-A. Boyd 169 9
- Le Wattheuremètre, par Fernand Marchand 171 20

HYDRAULIQUE

- Sous les Routes de l'Hydraulique,
par Bernard Le Méhauté 170 21
- Le Canal de Beauharnois, par Antoine Rousseau
L'Etude Expérimentale des Problèmes de
l'Hydraulique Fluviale, par Raymond Boucher
et Bernard Le Méhauté 170 35
- Modèles Hydrauliques à Echelle Réduite pour la
Voie Maritime du Saint-Laurent,
par Marc Mayrand 171 49
- 172 31

INDUSTRIE

- Progrès les plus récents dans l'industrie des pâtes
et papiers, par Frank-L. Mitchell 169 31
- Les Mille et Un Usages de l'Aluminium,
par Claude-P. Beaubien 169 25
- L'Aluminerie de Baie-Comeau 170 30

MATHÉMATIQUES

- Les Echecs — Le Jeu de l'Homme de Science,
par Claude Gaulin 169 15
- Méthodes Simplifiées de Détermination de l'In-
tégrale Particulière des Equations Différen-
tielles Linéaires à Coefficients Constants,
par Michel Normandin 170 18

MÉCANIQUE DES SOLS

- Les Propriétés Géotechniques in situ des Sédi-
ments Argileux, par P.-André Rochette 172 7

MINÉRALOGIE

- Le Laboratoire de Diffraction des Rayons-X de
l'Ecole Polytechnique, par Guy Perrault 171 37
- La Structure Atomique des Feldspaths,
par Guy Perrault 172 24

MINES ET MÉTALLURGIE

- Les Recherches en Métallurgie à Polytechnique,
par André Hone 170 33
- L'Ultra-Purification des Métaux par la Méthode
de la Zone Fondue, par Rémi Tougas 171 27
- L'Ultra-Purification de l'Aluminium par la Mé-
thode de la Zone Fondue, par Rémi Tougas 172 12
- Les Applications des Métaux des Terres Rares
en Métallurgie, par M. Marcel Ballay 172 16
- Ou en Sommes-Nous en Métallurgie ?
par André Hone 172 36

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

- Enregistrement Electronique des Diagrammes
Efforts-Temps et Efforts Allongements des
métaux sous charges dynamiques
par Julien Dubuc et Georges Welter 169 43
- La Pesanteur Artificielle et ses Applications dans
la construction en béton armé,
par Roger Takacs 170 25
- Les Poutres Profilées en Béton Armé dans les
Ponts, par Edgar Gilbert 171 13
- Calcul Simplifié des Portiques et Poutres Symé-
triques d'après la Méthode de Cross,
par Serge Woinowsky-Krieger 172 28

REVUE DES LIVRES

- 169 (56), 170 (52), 171 (74), 172 (50)

TRAVAUX PUBLICS

- Historique des Ponts-Routes dans la province
de Québec (1ère partie)
par Louis-Philippe Gravel 170 11
- Historique des Ponts-Routes dans la province
de Québec (2ème partie)
par Louis-Philippe Gravel 171 31

URBANISME

- Le Tracé des Voies de Circulation des Agglomé-
rations Nouvelles, par Réal Bélanger 171 45

VIE DE L'ASSOCIATION ET NOUVELLES DES DIPLÔMÉS

- 169 (47), 170 (46), 171 (63), 172 (45)

VIE DE L'ÉCOLE

- 169 (45), 170 (41), 171 (59), 172 (43)

Index des Annonceurs

— B —

Beauchemin, Beaton, Lapointe	61
Beaulieu, Trudeau, Dubuc, Lalancette & Beaulieu	61
Brissette Ltée, J.	59

— C —

Can. General Electric Co. Ltd)	(couv. 3)
Can. Industries Ltd.	4
Can. Laboratory Supplies Ltd.	55
Can. Liquid Air Co. Ltd.	(couv. 2)
Collet Frères Ltée	63
Commercial & Industrial Ventilation Ltd.	59
Crane Ltd.	3

— D —

Davie Shipbuilding Ltd.	5
Demers, G20.	61
Dominion Bridge Co. Ltd.	2
Doucet & Doucet Ltée	55

— E —

Ecole des Hautes Etudes Commerciales	46
Ecole Polytechnique de Montréal	32
Electrical Mfg. Ltd.	59

— F —

Fonderie de l'Islet Ltée, La	51
Forano Ltée	55

— G —

Gravel Chs-Ed.	61
---------------------	----

— I —

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

— L —

Lalonde, Girouard & Letendre	61
LaSalle Builders Supply Ltd.	55-59
Leblanc & Monpetit	63

— M —

Metropole Electric Inc.	51
Metro Industries Ltd.	57
Ministère de la Défense Nationale	(couv. 4)
Mongeau & Robert Cie Ltée	53

— N —

Neyrpic Canada Ltée	57
---------------------------	----

— P —

Placements Collectifs Inc.	59
---------------------------------	----

— R —

Racey, MacCallum & Associates Ltd.	61
Rolland Construction Ltée, Paul	63
Royer Maurice & Associés	61

— S —

Schlumberger Sureco	41
Secrétariat de la Province	49
Steel Co. of Canada Ltd.	53
Surveyer, Nenniger & Chênevert	61

— U —

Université de Montréal	65
------------------------------	----

— V —

Volcano Ltée	6
--------------------	---

Le peuple canadien, plus que tout autre bénéficie de **L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**



L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE est, en quelque sorte, aussi vitale pour nous que l'air que nous respirons. L'abondance d'énergie électrique bon marché est l'une des raisons importantes qui justifient l'activité d'un si grand nombre d'industries . . . la production toujours croissante de marchandises . . . une meilleure rémunération de notre travail. Dans les centres ruraux électrifiés on trouve, de même, des fermes très prospères et un mode de vie beaucoup plus enviable qu'autrefois. Dans les bureaux et les foyers, de fait partout, l'énergie électrique améliore de beaucoup nos conditions de vie.

Depuis 1945, la demande d'énergie électrique a presque doublé et l'on s'attend à ce qu'elle soit encore doublée d'ici dix ans. Marcher de pair à cette demande toujours croissante est à l'honneur des Compagnies d'énergie électrique du Canada. Leurs ingénieurs ont changé le cours primitif des rivières, creusé des tunnels à travers les montagnes, construit d'immenses réservoirs et de massifs barrages afin d'exploiter les vastes ressources hydrauliques du pays.

Autres sources d'énergie en voie de développement

Au delà de 90% de la production électrique du Canada provient de nos ressources hydrauliques naturelles. Néanmoins, dans certaines régions, toutes ces ressources hydrauliques sont maintenant à l'oeuvre ou le seront bientôt. Conséquemment, afin de répondre aux exigences futures de la nation, les ingénieurs se tournent, de plus en plus, vers d'autres sources qui fourniront l'énergie électrique nécessaire pour alimenter les turbines-génératrices à vapeur et à gaz.



La turbine à gaz est l'une des plus récentes méthodes de convertir la chaleur en énergie électrique. L'huile de qualité inférieure ou le gaz naturel est mêlé à l'air comprimé dans une chambre de combustion et la puissance résultant de l'échappement des gaz fait tourner la turbine qui actionne le générateur. Canadian General Electric fournit présentement les turbines à gaz qui seront utilisées dans une nouvelle station génératrice de la Colombie-Britannique, l'une des plus importantes du genre au monde.

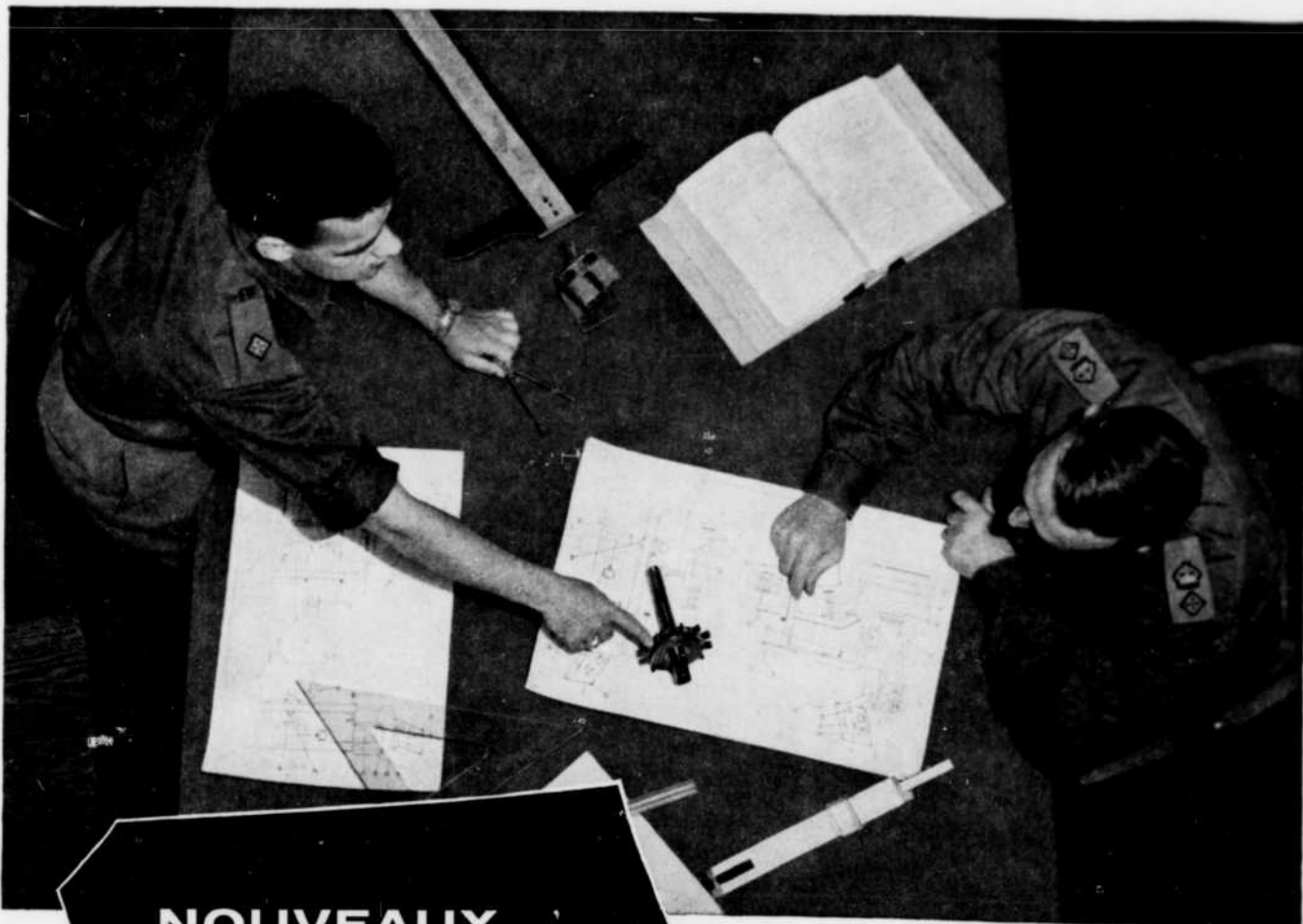
Construction de la première usine atomique du Canada

La première usine atomique en voie de construction près de Chalk River en Ontario, par Canadian General Electric en collaboration avec l'Énergie Atomique du Canada Limitée et l'Hydro-Ontario, ouvre de nouveaux horizons pour la génération de l'énergie-électrique. Les Compagnies électriques canadiennes pourront se prévaloir des connaissances et de l'expérience technologiques acquises au cours de ce projet.

Depuis au delà de 60 ans Canadian General Electric a construit beaucoup de l'outillage électrique nécessaire pour la génération, la transmission et la distribution de l'électricité ainsi qu'une grande variété de produits qui mettent l'électricité à l'oeuvre dans les foyers et les industries. Aujourd'hui le personnel de C.G.E. est au delà de trois fois ce qu'il était en 1939. Tous ces employés se consacrent à l'invention, la fabrication et la distribution d'un nombre presque incalculable de produits électriques. Ces produits, dont plusieurs n'existaient pas il y a quelques années, aident les canadiens à mieux bénéficier des bienfaits de l'électricité.

Le progrès est notre plus important produit

CANADIAN GENERAL ELECTRIC COMPANY
LIMITED



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":



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