

L

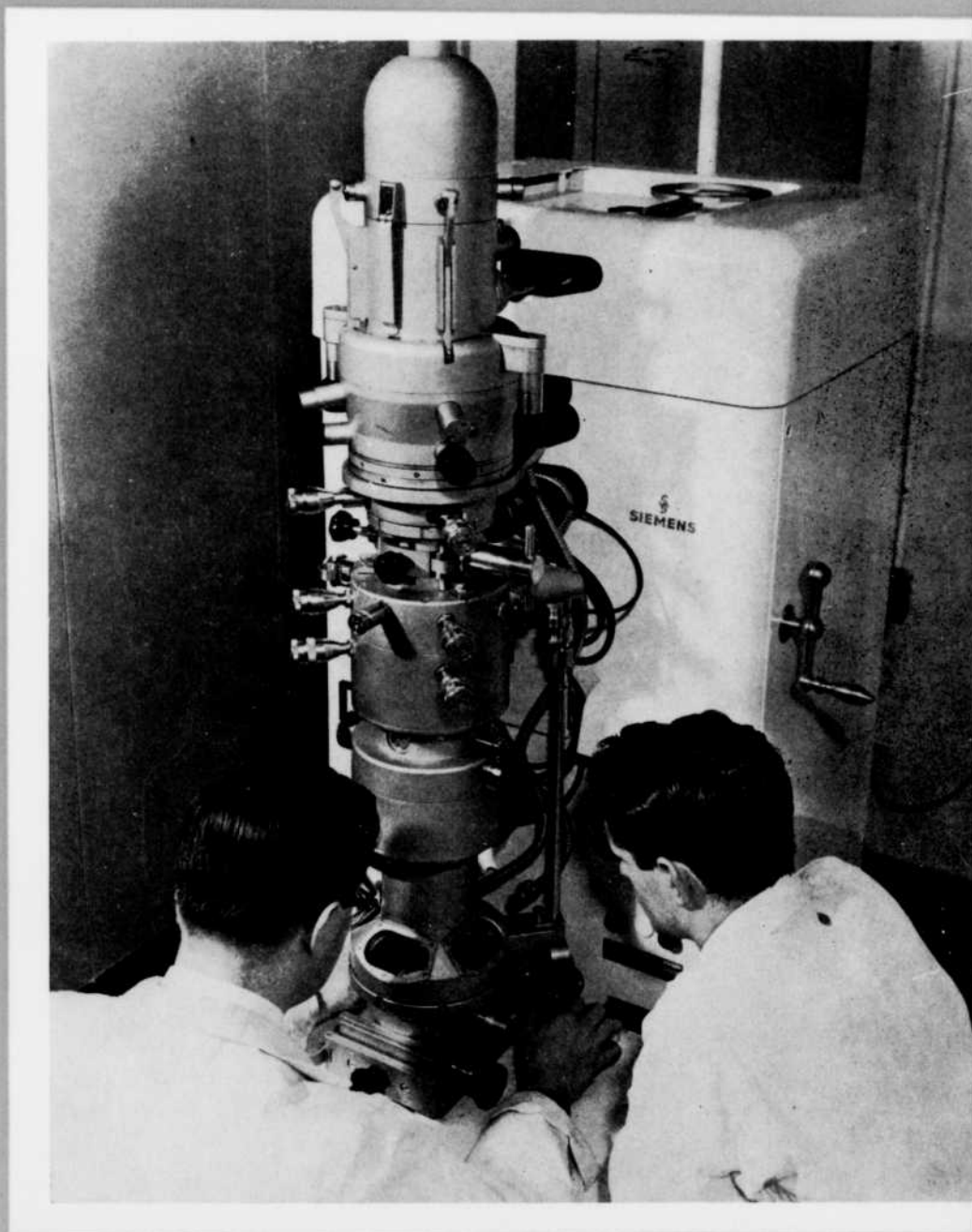
INGÉNIEUR

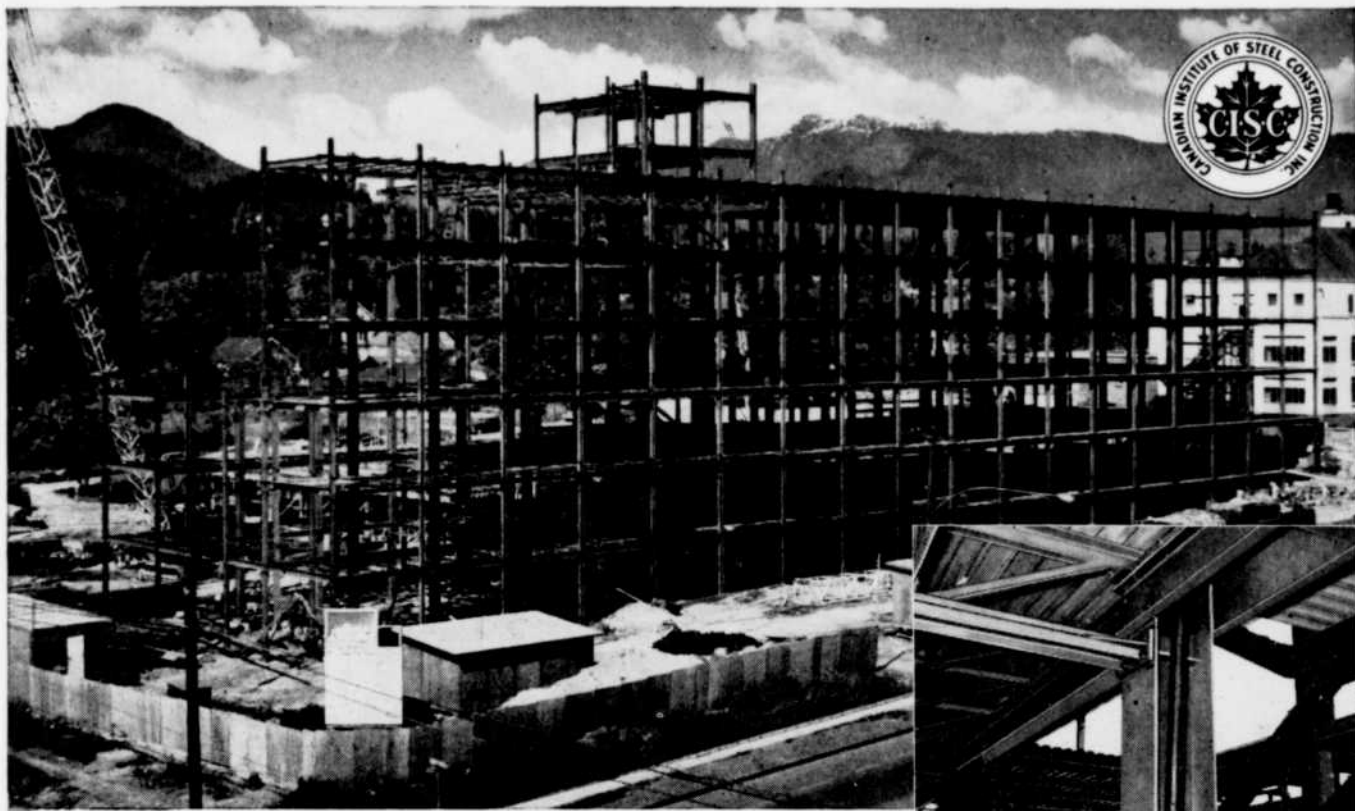
REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

PRINTEMPS 1960

46^{ième} ANNÉE

NO 181





Ces photos indiquent LA FAÇON D'ÉPARGNER UN MILLION

Des économies atteignant presque le million de dollars ont été réalisées au cours de la construction du nouvel hôpital Lions' Gate de North Vancouver.

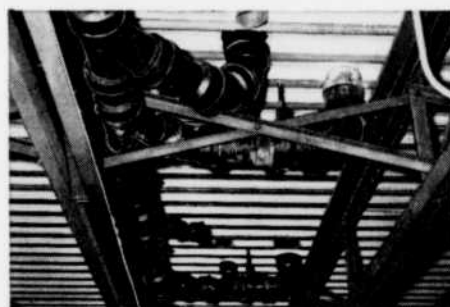
L'acier structural étant d'une érection plus souple, il en découle une installation plus économique des divers services mécaniques, électriques et d'aspiration ainsi qu'une réduction de près de quarante pour cent dans le poids mort total.

Cette page illustre trois exemples de la souplesse de l'acier d'ossature. Dominion Bridge, Vancouver, fabriqua et érigea l'ossature d'acier structural.

Les plans de l'hôpital sont signés Underwood, McKinley & Cameron, architectes de Vancouver. F. Wavell Urry et R. C. Clough Engineering Ltd., également de Vancouver, agissent comme ingénieurs-conseils.



EN PLUS DE BÉNÉFICIER de poutres de planchers continués à hauteur peu profonde, des feres en U disposés sur les faces des colonnes permettent de situer plus efficacement les courses verticales de tuyaux.



UNE INSTALLATION plus facile des services par l'emploi d'un système de poutres à treillis, tel qu'on le voit ci-dessus, fut une des raisons majeures des économies substantielles réalisées durant la construction de l'hôpital.

LES TUYAUX DE PETITS DIAMÈTRES réservés aux services d'oxygène, d'aspiration et d'électricité passent facilement à travers les semelles supérieures à angles doubles espacés dans les divisions, sans cintrages ou retraits.



Acier structural
DOMINION BRIDGE

QUATORZE USINES—D'UN OcéAN À L'AUTRE 13

SCIENCES
ARTS
ECONOMIE
CULTURE



INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

PRINTEMPS 1960

VOLUME 46 No 181

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

Officiers :

MM. Georges Demers, président
Charles-R. Laberge, 1er vice-président
Emilien Dagenais, 2ème vice-président
Jacques Laurence, secrétaire-trésorier

Directeurs :

MM. André Aird, J.-L. Bourret, Arthur Branchaud, Bernard Lavigne, Claude Lefebvre, Pierre Mauffette, Guy Monty, Edouard Prévost, Lucien Rolland, Claude Rouleau, Georges-E. de Varennes.

Directeurs ex-officio :

MM. J.-G. Chênevert, Henri Gaudefroy, Léo Roy.

Représentants :

MM. Arthur Branchaud et Georges Demers, section de Québec
Marie-Louis Carrier, section Ottawa-Hull
Jacques Limoges, section du Nord de Québec et de l'Ontario
Henri Gaudefroy, Corporation de l'Ecole Polytechnique
Jules Bélanger, Association des étudiants de Polytechnique

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

MM. Léo Roy, président
Ernest Lavigne, secrétaire-administratif
Léo Gareau, trésorier
Ignace Brouillet, président de la Corporation de l'Ecole Polytechnique
Georges Demers, président de l'Association
Henri Gaudefroy, directeur de l'Ecole Polytechnique

**COMITÉ SCIENTIFIQUE
DE L'INGÉNIEUR**

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

ADMINISTRATION

Ernest Lavigne secrétaire

RÉDACTION

Louis Trudel rédacteur en chef

PUBLICITÉ

Représentants

Les Éditions Commerciales Inc.
3587, ave Papineau, Montréal 24
Tél. : LA. 5-1665

SOMMAIRE

COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE

ET SUR LA TECHNOLOGIE..... 17

**LA DIRECTION DES MINES,
MINISTÈRE DES MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES**

..... 19

**LE COMPORTEMENT PLASTIQUE DES TUBES OUVERTS
À PAROIS ÉPAISSES SOUMIS À DES PRESSIONS
INTÉRIEURES**

par Frédéric Rimrott 46

LA RUPTURE FRAGILE DE L'ACIER

par André Hone 53

VIE DE L'ASSOCIATION 57

NOUVELLES DES DIPLOMÉS 68

REVUE DES LIVRES 70

INDEX DES ANNONCEURS 76

PHOTO DE COUVERTURE

Le microscope électronique, qui grossit jusqu'à un million de fois, permet de déceler les pailles les plus infimes dans les métaux. Voir page 28.

EDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada, Tél. : RE. 9-2451. — Parution : mars, juin, septembre et décembre. — Imprimeurs : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et États-Unis \$5 par année, autres pays \$6. — Autorisée comme envoi postal de la seconde classe, Ministère des Postes, Ottawa. — Droits d'auteurs : Les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. — 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.



HYDROMEX



Le plus récent agent de sautage de la C-I-L

maintenant disponible dans tout le Canada



Dans l'exploitation des carrières, des mines à ciel ouvert et les travaux de construction, l'HYDROMEX donne des résultats exceptionnels en améliorant l'efficacité des opérations de sautage, là où l'on fait usage de trous de grand diamètre. Agent de sautage de type coulant, il possède cette

propriété particulière que l'eau mélangée avec les autres ingrédients participe effectivement aux réactions produites par la détonation, augmentant ainsi le volume et la pression des gaz.

✓ **Excellente résistance à l'eau**

En raison de ses propriétés uniques, il peut s'employer dans des trous humides, même chargés longtemps d'avance.

✓ **Forte intensité/volume**

Les puissances par rapport au volume varient de 70 à 75% et peuvent donc se comparer à celles des gélatines de haute puissance. Cette caractéristique et la nature fluide de l'HYDROMEX permettent d'obtenir un coefficient d'énergie exceptionnellement haut par rapport aux dimensions du trou de mine. L'HYDROMEX permet ainsi de surmonter les plus grandes difficultés, même dans les terrains où les opérations de sautage sont les plus ardues.

La combinaison de puissance (par rapport au volume) et de haute densité de chargement aide à réduire les frais de forage; les trous de mine peuvent être plus espacés les uns des autres ou, comme autre alternative, on peut faire usage de trous d'un diamètre plus petit.

✓ **Haute vitesse de détonation**

L'HYDROMEX est un agent de sautage doué d'une vitesse de détonation exceptionnellement haute (quelque 18,000'/seconde), avantage incontestable lorsqu'on désire obtenir un degré maximum de fragmentation.

✓ **Basse sensibilité**

L'HYDROMEX se présentant à l'état fluide est l'un des agents de sautage les plus sûrs à manipuler et à employer. Il ne se prête pas à la mise à feu soit par un détonateur, soit par le cordeau détonnant "Primacord" et est généralement amorcé au moyen d'une amorce spéciale ou d'amorces normalement employées pour les autres agents de sautage. Il peut être efficacement employé pour les opérations de sautage sous l'eau, là où on doit faire usage d'une technique à retards fractionnés, car il n'est pas sensible à la propagation par les trous voisins.

✓ **Manipulation et chargement commodes**

L'HYDROMEX est emballé dans des sacs de polyéthylène en diamètres de 3½", 5", 6½" et 8". Les méthodes de chargement généralement employées pour les agents de sautage emballés donnent satisfaction mais, en terrain sec, le chargement peut être accéléré en laissant tout simplement tomber les sacs dans les trous de mine après y avoir placé l'amorce.

• • • •

Pour obtenir tous renseignements concernant l'HYDROMEX, téléphonez au représentant local de la Division des Explosifs C-I-L ou écrivez à la Canadian Industries Limited, Division des Explosifs, C.P. 10, Montréal, P.Q.

Explosifs



Explosifs à toutes fins . . . partout au Canada



HORIZONS ILLIMITÉS

Grâce à l'électricité, l'homme guide des fusées explorant les espaces cosmiques et envoie des signaux de radar sur Vénus et sur Mars. Grâce à l'électricité, il transforme le graphite en diamant. Dans sa cuisine, il fait cuire un gâteau en trois minutes.

Grâce à l'électricité, l'homme espère pouvoir dans quelques mois lancer des satellites artificiels qui relaieront les programmes de télévision autour du monde. Il s'éclairera avec des appareils ne dégageant pas de chaleur, ne faisant pas d'ombres. De plus, la ménagère fera l'époussetage en quelques secondes avec une baguette électrostatique.

La Shawinigan joue un rôle important dans les progrès de l'humanité et elle continuera de le jouer. Plus de 250,000 abonnés, particuliers ou industriels, répartis sur 16,000 milles carrés dans la province de Québec, lui achètent de l'électricité —

CETTE ÉLECTRICITÉ QUI EST LA REINE DES ANNÉES 60



compagnies associées et filiales

C'EST À VOUS DE CHOISIR

entre ces deux qualités de
raccords par pression T & B

CECI... "LOCK-TITE"

LE RACCORD "LOCK-TITE" FONCTIONNE SELON LE PRINCIPE DE L'ÉTAU

LA RONDELLE DE VERROUILLAGE À MÊME GARDE LE RACCORD SERRÉ

LA MANCHON CHEVAUCHANT EMPÊCHE LE CÂBLE DE SE DÉFORMER ET DE SE DESSERRER

LA FORCE APPLIQUÉE ICI EST MULTIPLIÉE PAR LE LEVIER ET LA VIS ET DONNE UN JOINT SERRÉ TOUT LE TOUR

CES CANNELURES DANS LE MANCHON ET LE BLOC EMPÊCHENT LE CÂBLE DE GLISSER



OU CECI? "LUG-IT"

Recommandé pour les installations dont le coût initial est de prime importance.





Lorsqu'il s'agit d'acheter des raccords par pression, vous avez le choix entre deux modèles T & B approuvés par la CSA. L'un est conçu pour vous permettre d'offrir à vos clients une installation initiale d'un coût vraiment modique tandis que l'autre offre des caractéristiques supérieures au point de vue résistance, rendement, efficacité, facilité d'installation et économie (en vertu de sa grande durabilité)... sans compter qu'il réduit au minimum les frais d'entretien et de remplacement. Vous obtenez plus pour votre argent avec les produits T & B dont la qualité protège les intérêts de vos clients de même que votre renom. Vous avez le choix, mais assurez-vous de bien spécifier le type de raccord que vous désirez !



THOMAS & BETTS LIMITED

751 Square Victoria • Montréal, Québec

Bureaux de vente et entrepôts : Saint-Jean, N.B. • Montréal • Toronto
Winnipeg • Calgary • Edmonton • Vancouver

Filerie adéquate



avec HOUSEPOWER entier

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.

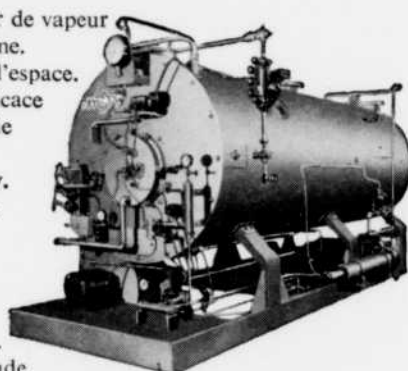
LA FOURNAISE À TUBES D'EAU VOLCANO



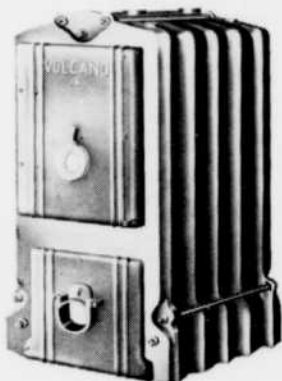
Fournaise à grande chambre de combustion permettant aux gaz en combustion d'effectuer un long trajet et de couvrir une grande surface chauffante avant de sortir par la cheminée. La fournaise est livrée en morceaux, complètement démontée, ce qui la rend très facile à entrer dans la cave. Elle est de plus 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.



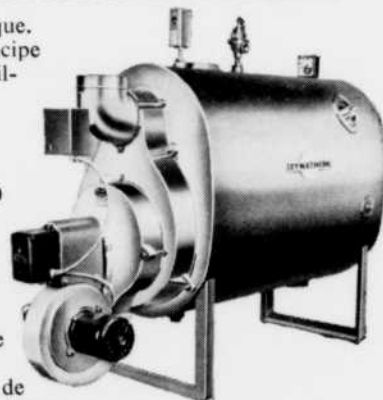
FOURNAISE EN FONTE VOLCANO



—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

Compacte et économique. Fonctionne sur le principe de la "Flamme Tourbillonnante" . . . chauffe l'eau deux à trois fois plus vite! 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). Aussi disponible comme chauffe-eau domestique, capacités de 130 à 340 gal. imp. à l'heure.



*Tous les modèles
fabriqués entièrement
au Canada*

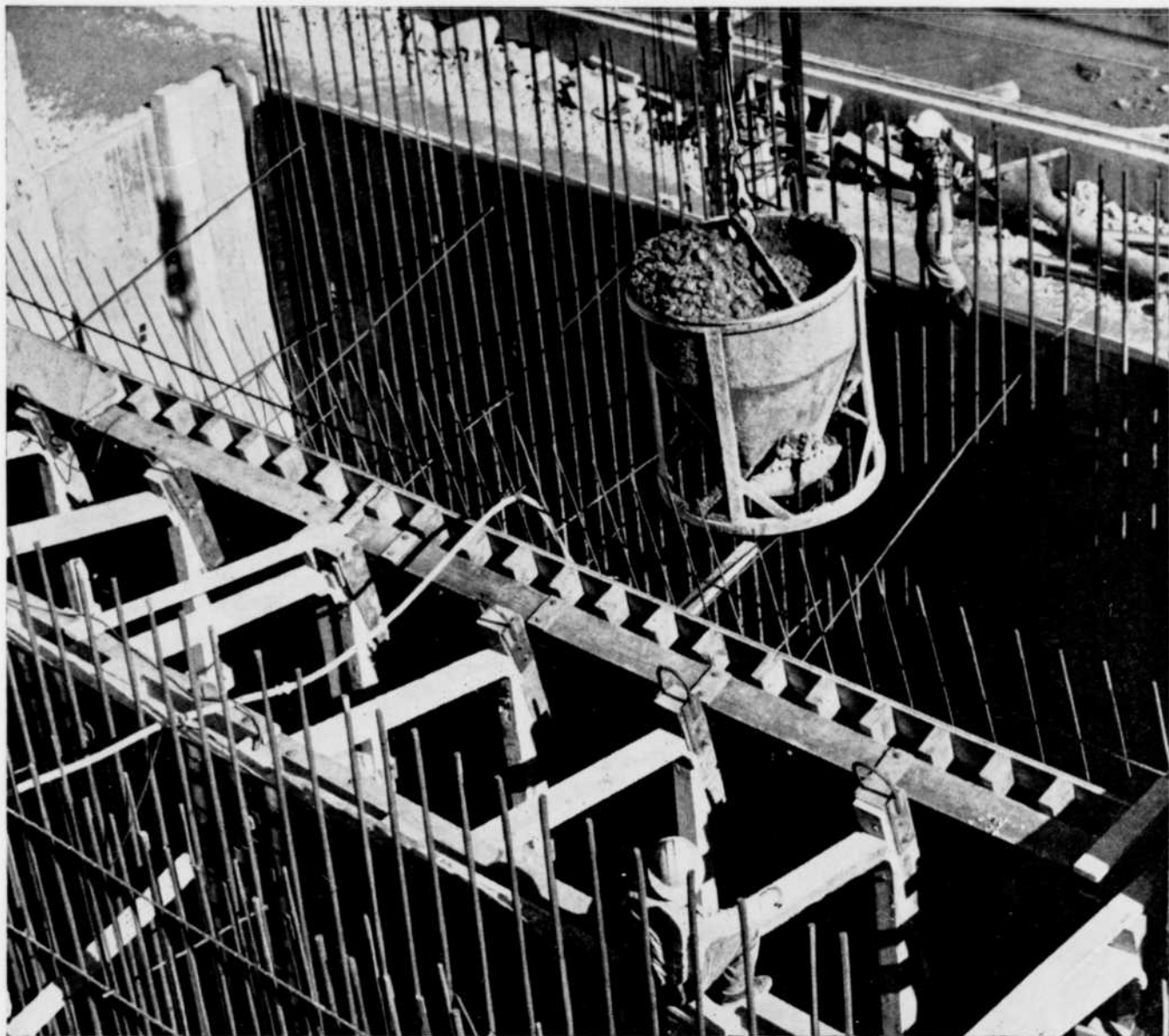
Usines: St-Hyacinthe
Président: M. Wilfrid Girouard

VOLCANO

LIMITÉE

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

VOLCANO — LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

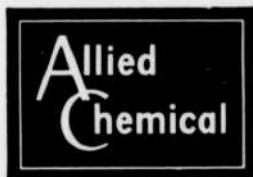


DU BÉTON 300% PLUS DUR APRÈS 24 HEURES!



L'addition de Chlorure de Calcium Brunner Mond au mélange de béton en accélère le durcissement initial . . . réduisant des $\frac{2}{3}$ le temps requis. Par une température de 40°F., le béton traité au chlorure de calcium est 300% plus dur, après une journée de prise, que le béton sans chlorure de calcium. Et des épreuves ont révélé que sa résistance définitive est de 7 à 12% supérieure.

Un durcissement plus rapide permet d'accélérer le travail et d'enlever les coffrages plus tôt. Le chlorure de calcium raccourcit la période de protection du béton et, de ce fait, le besoin de chauffage et de bâches se trouve réduit. Le béton additionné de Chlorure de Calcium Brunner Mond devient donc plus robuste en moins de temps, à moindres frais . . . *et par des températures plus basses.* Consultez le représentant de Brunner Mond, ou encore écrivez-nous.



ALLIED CHEMICAL CANADA, LTD.

PRODUITS BRUNNER MOND

1450, RUE CITY COUNCILLORS, MONTRÉAL 2, P.Q.
100 NORTH QUEEN STREET, TORONTO 18, ONT.

Met à votre service les techniques, l'expérience et les ressources combinées de

BARRETT

BRUNNER MOND

NATIONAL ANILINE

NICHOLS

SEMET-SOLVAY

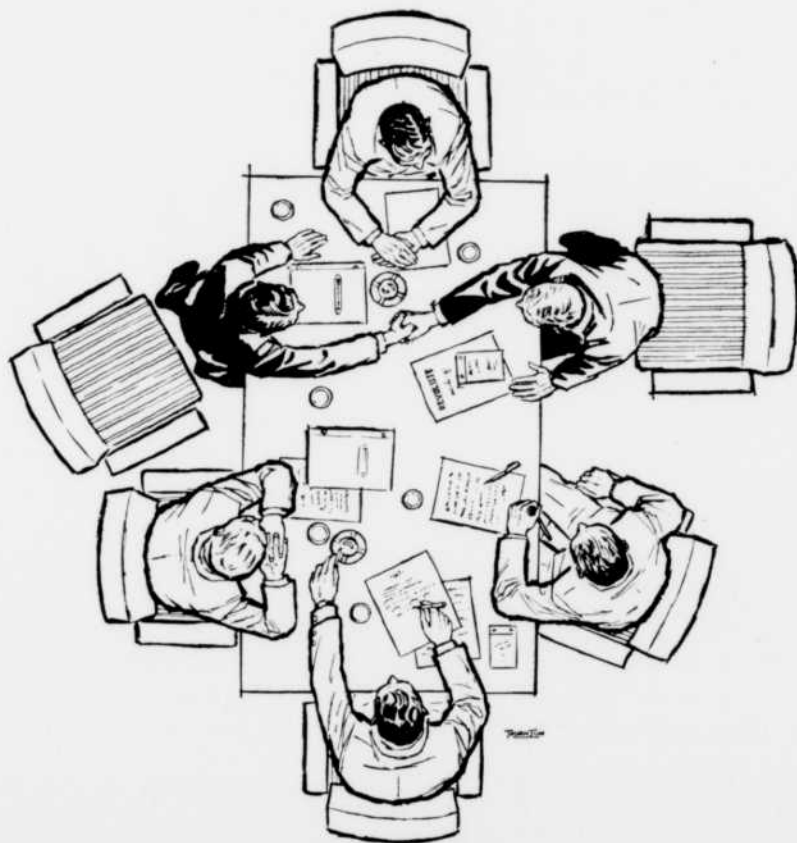
BRUNING

et

REVOLUTE

s'unissent

pour vous offrir le plus grand choix possible
d'équipement de reproduction noir sur blanc



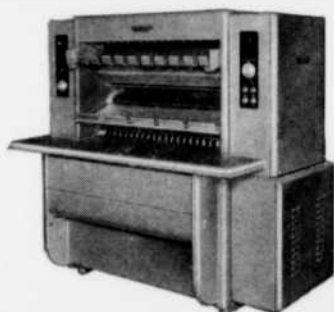
Peu importe que vous préfériez les procédés de reproduction "humide" ou "sec", vous pouvez maintenant choisir les appareils de deux grandes entreprises : Bruning Company of Canada et Paragon Revolute (Canada) Ltd. Les appareils illustrés ci-contre donnent une faible idée des nombreux modèles et capacités qui attendent votre choix. L'assortiment est le plus complet qui soit. Quels que soient vos besoins dans le domaine de la reproduction noir sur blanc, vous trouverez l'équipement le plus perfectionné dont le rendement est inégalé. Il est facile de se procurer l'équipement Bruning ou Revolute. Des plans location-achat de coût fort modique en facilitent l'acquisition. Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec la succursale Bruning de votre région.

BRUNING

TIRAGE DIAZO ÉCONOMIQUE
D'UN RENDEMENT SUPÉRIEUR !

REVOLUTE STAR.

C'est une machine à tirage noir sur blanc à séparation automatique. Coût modique. Construction solide assurant un minimum d'entretien.



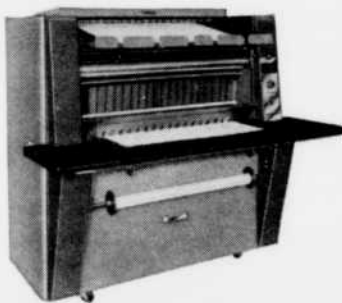
REVOLUTE METEOR "40".

Cet appareil de manoeuvre facile ne demande qu'un minimum d'entretien. Bâti en fonte d'aluminium; fonctionnement silencieux. Réglage très facile de la vitesse.



BRUNING "440".

Surface de reproduction jusqu'à 42" de largeur; vitesse jusqu'à 40 pieds à la minute. Séparation automatique et pédale pour dégager le papier mal introduit.



BRUNING "300".

Un seul commutateur met en marche et arrête ce modèle de table. Bien que compacte, il donne en quelques secondes, des reproductions noir sur blanc nettes et précises. Largeur jusqu'à 30". N'importe quelle longueur.



BRUNING "320".

Cette machine de grande capacité reproduit des originaux ayant jusqu'à 42" de largeur d'impression. C'est un appareil économique à l'achat et à l'usage. Vitesse mécanique jusqu'à 25 pieds à la minute.





Sûreté
Durabilité
Confort

LE BÉTON

a été choisi pour
l'autoroute des Laurentides

Les grandes routes pavées en béton répondent en tous points aux exigences de la circulation moderne.

La surface rugueuse des routes en béton est antidérapante et sûre. Les routes modernes en béton sont construites pour durer pendant au moins 50 ans avec un minimum d'entretien. De ce fait, le béton est reconnu comme le revêtement de routes le plus avantageux. Les routes construites en béton sont rigides et stables, assurant un roulement doux et silencieux.

Pour tous vos travaux de revêtement de routes, exigez le ciment Canada, un produit fabriqué par une compagnie appartenant à des Canadiens et administrée par des Canadiens. La compagnie Canada Cement vous offre, sans frais, par l'entremise de ses bureaux énumérés ci-dessous, un service technique et une documentation complète sur l'emploi du béton dans la construction. Pour tous renseignements, n'hésitez pas à avoir recours à nous.

Propriété du ministère de la Voirie
de la province de Québec
Ministre: L'hon. A. Talbot, C.R.
Administration:
La Commission de
l'autoroute des Laurentides
Président: Ernest Gohier
Commissaires: Réjean Desjardins
Maurice Forget
Entrepreneurs des tronçons illustrés:
Cartier Construction Limitée
Highway Paving Company Ltd.,
Montréal



Canada Cement
COMPANY, LIMITED

Immeuble Canada Cement, Montréal, P.Q.

BUREAUX DE VENTE:

MONCTON • QUEBEC • MONTRÉAL • OTTAWA • TORONTO
WINNIPEG • REGINA • SASKATOON • CALGARY • EDMONTON



MEMBRE
ASSOCIATION
CANADIENNE
DES BONNES
ROUTES

LE CANADA BÂTIT AVEC DU CIMENT CANADA

Reliure serrée

FAITS DIVERS FRANKI

CLIENT :
Quebec Iron & Titanium Corporation

LOCATION :
Sorel, Province de Québec

INGÉNIEURS-CONSEILS :
Fraser Brace Engineering
Surveyer, Nenniger & Chênevert
Brouillet & Carmel
Foundation of Canada Engineering
Corporation Ltd.

TYPE DE STRUCTURE :
Fonderie

NOMBRE D'UNITÉS :
2256 Caissons Franki

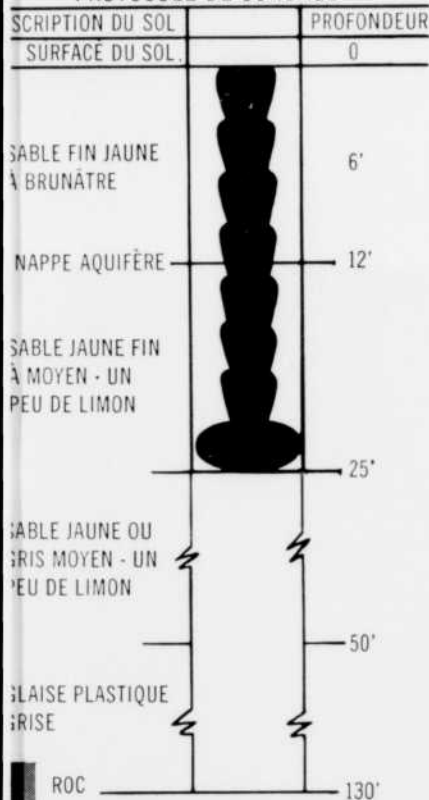
CHARGES PORTANTES :
60 à 100 tonnes

PROFONDEUR DES CAISSONS :
25'



Caissons Franki dans le sable supportent la fonderie de Quebec Iron & Titanium

PROTOCOLE DE SONDAGE



Problème

L'emplacement choisi pour la fonderie est situé tout près de la rive sud du St-Laurent, avec la nappe aquifère se trouvant à environ 12' sous la surface du sol.

Les caractéristiques du sol, établies par forages, essais de pénétrations dynamiques, et études en laboratoire, ont indiqué un sous-sol composé de sable fin à moyen, jusqu'à une profondeur d'environ 50'. Les variations de texture sont minimales, n'étant que la différence entre un sable limoneux et un limon sablonneux. En dessus de cette couche s'étend une épaisse strate de glaise plastique allant jusqu'au roc situé à environ 130' de profondeur.

En vue de la magnitude des charges prévues pour cette fonderie, une certaine consolidation de la strate de glaise devait être anticipée. Le problème par conséquent était de décider quel serait le meilleur type de fondation assurant une distribution uniforme de ce tassement.

Solution

Le Caisson Franki fut choisi à cause de sa base élargie de béton, forgée avec des coups de marteau de 140,000 lbs. d'énergie dans le sable à 25' sous la surface du sol. Il offrait toutes les garanties de stabilité et de sécurité que recherchait le client.

Des essais de charge de 200 tonnes ont indiqué des tassements ne dépassant pas 0.14".

L'application de la méthode Franki de compactage de sols granuleux a permis des fondations à une profondeur moyenne, représentant une économie considérable. Très impressionné par ce travail, Quebec Iron & Titanium Corporation a jusqu'à ce jour fait appel à Franki pour sept autres extensions de la fonderie.



De la littérature sur les différents systèmes de fondation Franki et les publications périodiques "FRANKI FACTS" vous seront envoyées sur demande. Écrivez à Franki of Canada Limited, 187, Boulevard Graham, Montréal 16, P.Q.

FRANKI

OF CANADA LIMITED

Siège Social : 187 BOULEVARD GRAHAM, MONTRÉAL 16, P.Q.

QUÉBEC • OTTAWA • TORONTO • EDMONTON • VANCOUVER

**ALLIS-CHALMERS
VOUS OFFRE...**

**ACCOUPLE-
MENTS**

**COURROIES
EN V**

CONCASSEURS

**RÉDUCTEURS
DE VITESSE**

**MOTEURS ET
COMMANDES**

**COM-
PRESSEURS**

TAMIS

**CON-
DENSATEURS**

TURBINES

**CONTROLE
ÉLECTRIQUE**

VANNES

POMPES

**FOURS
ROTATIFS**

La marque de confiance

CANADIAN ALLIS-CHALMERS

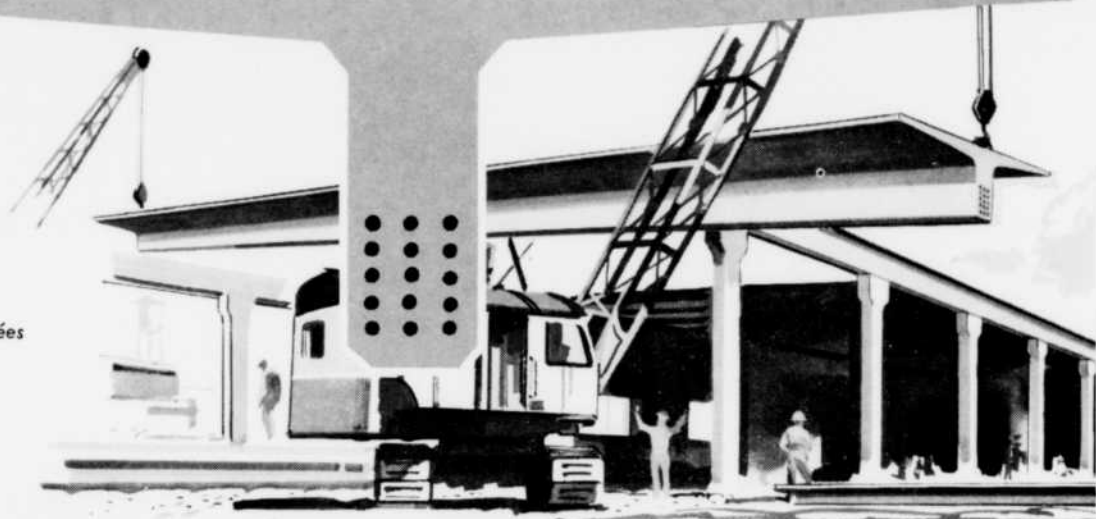
B. P. 37, MONTRÉAL, CANADA



60-C-1F

Pour **SUPPORTER** de **PLUS LOURDES CHARGES**

Maximum de résistance
au feu ou à l'humidité.
Minimum d'entretien;
les dalles peuvent être laissées
apparentes.
D'une pose facile
et d'un aspect agréable.



SUR DE PLUS LONGUES TRAVÉES

LES DALLES SIMPLE-T DE BÉTON PRÉCONTRAIT sont maintenant fabriquées à Montréal

Pour faire suite à l'introduction sur le marché des dalles Double-T, préfabriquées en béton précontraint, Pressure Pipe Limited ajoute à sa gamme de matériaux pour la construction des toits et des planchers: la nouvelle dalle de béton Simple-T.

- **LONGUEUR DES TRAVÉES**... jusqu'à 90 pieds
- **LARGEUR DES DALLES**..... jusqu'à 8 pieds
- **ÉPAISSEUR DES DALLES**... de 16 à 36 pouces

Concept idéal pour planchers et plafonds de:

Salles de Quilles
Patinoires
Piscines

Eglises
Gymnases
Auditoriums

Garages
Entrepôts
Hangars d'avions

ou tout autre édifice où l'on veut aménager de vastes espaces sans piliers.

UN MEMBRE DU GROUPE CANADA IRON



POUR PLUS AMPLES INFORMATIONS, ADRESSEZ-VOUS À:

PRESSURE PIPE Limited

6905, AVE CLANRANALD, MONTRÉAL 29, P.Q. • RE.9-6391.

SECRETARIAT DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

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

Raymond Douville,

sous-secrétaire de la Province.

L'honorable Yves Prévost, C.R.,

Secrétaire de la Province.

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 une formation générale dans les sciences fondamentales et appliquées suivie de la spécialisation dans les branches suivantes du génie :

GÉNIE CIVIL et GÉNIE ÉLECTRIQUE

GÉNIE MÉTALLURGIQUE

GÉNIE MÉCANIQUE

GÉNIE CHIMIQUE et GÉNIE MINIER

GÉNIE GÉOLOGIQUE et GÉNIE PHYSIQUE

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

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

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

CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES



Prospectus et renseignements sur demande

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

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



POURQUOI LA PLUPART DES MINES se servent-elles des préservatifs "OSMOSE"?

Bien que nous ayons appris beaucoup de choses sur OSMOSE par suite des épreuves menées en laboratoire et en chantier depuis 1936, nous nous en tenons toujours à notre première affirmation à l'effet qu'OSMOSE **prolonge de 3 à 5 fois la durée du bois.**

Depuis les premières expériences menées à Kirkland Lake (Ont.) en 1936, OSMOSE a été mis à l'essai par la plupart des mines canadiennes et est maintenant d'utilisation courante. Cette popularité provient de ces quatre grandes qualités:

1. **OSMOSE s'applique facilement** — L'ouvrier le moins spécialisé peut facilement l'appliquer par trempage ou au pinceau;
2. **OSMOSE est économique** — Parce qu'on peut l'appliquer en chantier;
3. **OSMOSE prolonge la durée du bois** — Les bois exposés à la pourriture lui résistent de 3 à 5 fois plus longtemps.

4. **OSMOSE est ignifuge** — Qualité particulièrement importante dans les opérations minières.

Plusieurs autres travaux — ponts, digues, dalles humides, poteaux, toitures, traverses — qui ont été traités il y a plus de 20 ans, donnent encore un service sûr, sans exiger d'entretien. Voilà la preuve que l'application en chantier du préservatif OSMOSE est un traitement simple, économique et efficace pour la préservation du bois.

Consultez notre service de renseignements gratuits.

OSMOSE

WOOD PRESERVING COMPANY OF CANADA LIMITED
1080 AVENUE PRATT, MONTRÉAL, P.Q.

TRURO • TORONTO • WINNIPEG • EDMONTON • VANCOUVER

Coup

D'OEIL

sur l'industrie et sur la technologie

Bourses techniques du gouvernement français

Des bourses de perfectionnement technique sont accordées chaque année par le gouvernement français aux ingénieurs canadiens qui désirent approfondir leurs connaissances et se familiariser avec la technique française en faisant des stages dans l'industrie ou sur des chantiers en France. Ces stages peuvent être accompagnés parfois de cours académiques spécialement conçus pour eux dans les universités ou entreprises industrielles de France. En 1959, il a été accordé 25 bourses techniques à des ingénieurs canadiens.

Durée des bourses

Un stage normal est de 6 mois. La durée peut en être augmentée ou diminuée, selon le cas. La période la plus favorable pour ces stages est de novembre à mai.

Valeur des bourses

1) Allocation de 750 nouveaux francs par mois, ce qui représente en pouvoir d'achat plus de \$200 au Canada; 2) Voyage de retour gratuit en bateau ou avion; 3) Transport gratuit en France pour tout voyage autorisé par le Directeur de Stage; 4) Allocation de 200 nouveaux francs pour achat de livres techniques français.

Conditions à remplir

1) Être diplômé en génie d'une université ou institution de niveau élevé; 2) Avoir acquis une expérience pratique dans sa spécialité pendant au moins un an après réception de son diplôme; 3) Fournir de bonnes références académiques et professionnelles; 4) Proposer un programme précis de stage en France et être capable de l'accomplir.

Candidatures des professeurs

Ces bourses, destinées en principe à des ingénieurs professionnels ayant déjà une certaine pratique de leur technique, peuvent être accordées également à des professeurs de facultés

des sciences ou de grandes écoles désireux de faire un séjour d'études en France pendant les vacances d'été.

Acte de candidature

Une lettre (en trois exemplaires) précisant les points suivants: nom, adresse et téléphone — date et lieu de naissance — diplôme et rang dans la promotion — formation pratique — références d'au moins deux personnes — programme et durée du stage en France — doit être adressée comme suit: M. le Président, Comité France-Technique, Ambassade de France au Canada, 464 rue Wilbrod, Ottawa.

Pylône haubané en aluminium

Selon l'Alcan, il sera bientôt possible d'abaisser appréciablement le coût des lignes de transport d'électricité sous haute tension.

Après quatre années de recherches et plus d'un an d'essais, les ingénieurs de l'Alcan ont mis au point un nouveau pylône haubané en aluminium, qui peut être assemblé de deux façons, selon les conditions de terrain et la largeur de l'emprise. Il peut reposer sur une base simple — il est alors en forme de "V" — ou sur des bases jumelles, avec montants parallèles.

Surtout pratique dans la construction de lignes simples, ce pylône représente des économies à la fabrication, dans la construction des assises, dans les frais de transport et de montage. À l'aide d'un camion ordinaire équipé pour la pose des poteaux, on a réussi à mettre en place, en moins de 7 minutes, un pylône préalablement assemblé qui mesurait 96 pieds de la base à la traverse. Ce pylône, qui sert d'appui à une ligne de transport reliant l'Île-Maligne à la Chute-des-Passes, contient 2,700 livres d'aluminium. S'il était fait d'acier, son poids serait de 7,500 livres, et pour un pylône non haubané de mêmes dimensions, il aurait fallu 15,000 livres d'acier.

Après avoir établi la supériorité de l'aluminium pour ce genre de structure, l'Alcan a mis au point une technique de fabrication de pièces inter-

changeables, qui peuvent servir de montants parallèles ou en "V".

Le premier pylône haubané était monté en "V". Après l'avoir soumis à toute une série d'épreuves de charge, la compagnie procéda à l'installation de quatre pylônes semblables le long de la ligne. Deux de ces pylônes furent montés en terrain rocheux et les deux autres, en terrain marécageux. En même temps, on fit l'essai des ancrages de haubans en terrain marécageux et sablonneux et on soumit les mâts des pylônes à des épreuves de charge. Certains de ces mâts, mesurant plus de 100 pieds et pesant moins de 9 livres au pied, ont supporté des charges d'au-delà de 80,000 livres.

Les métaux plaqués "Insmetals"

La Canadian Vickers Ltd., de Montréal, joue un rôle primordial dans un vaste programme visant à faire connaître sur le plan international un nouveau groupe de métaux plaqués dont l'usage est déjà très répandu aux États-Unis.

Mis au point par Knapp Mills Inc., de New-York, ces métaux seront fabriqués à l'usine de la Canadian Vickers, dont la renommée n'est plus à faire dans le domaine de la construction de navires et de machines.

Jusqu'ici, la Canadian Vickers est le seul fabricant canadien des métaux "Insmetals", mais elle est autorisée à en confier la fabrication à des sous-traitants s'il y a lieu.

M. R.-C. Pearse, président de la Vickers, a souligné qu'il est tout naturel que sa compagnie, qui s'occupe depuis longtemps de construction de navires, s'intéresse également aux applications navales des métaux plaqués.

Le mot "Insmetals" est une abréviation de "International Shielding Metals". Il désigne des métaux qu'un revêtement de plomb protège contre certains corrosifs et contre les rayons gamma qui s'échappent de la plupart des corps radioactifs.

Il existe actuellement quatre métaux plaqués de base: le Bauxilum, le Cupralum, le Ferrolum et le Nicrolum.

Ces noms ont été formés par l'adjonction du suffixe "lum" — contraction du mot latin "plumbum" — à un radical indiquant le métal de base auquel le plomb a été lié par un procédé métallurgique : aluminium ou alliage d'aluminium, cuivre ou alliage de cuivre, acier au carbone, acier inoxydable.

Aux États-Unis, les "Insmetals" trouvent déjà d'importantes applications dans la construction des sous-marins atomiques et l'on prévoit en multiplier les usages lorsqu'on commencera à construire d'autres types de navires à propulsion nucléaire.

Un atlas officiel du Canada en langue française

Le ministère fédéral des Mines et Relevés techniques a annoncé que l'édition française du nouvel atlas du Canada vient d'être achevée et que le public peut désormais se la procurer.

Les 450 cartes de ce nouvel atlas composent une synthèse du développement qu'a pris le Canada aux points de vue historique, économique, social et politique. On y trouve, par exemple, des cartes topographiques, des cartes géologiques, des cartes des gîtes minéraux, des cartes du magnétisme terrestre et des marées, des cartes climatiques, des cartes hydrographiques, des cartes pédologiques, des cartes sur la répartition de la faune et de la flore.

Certaines cartes montrent la répartition de la population et ses origines, les principales religions, les mariages, la natalité et la mortalité. D'autres montrent les habitats des mammifères, des poissons, des oiseaux, des insectes, les régions forestières et la végétation.

Trente-quatre cartes sont consacrées aux activités économiques des Canadiens. Elles illustrent divers aspects de l'agriculture, de l'industrie minière, de l'industrie forestière; elles situent les industries primaires et secondaires, représentent les réseaux de transport et de communication (canaux, voies navigables, chemins de fer, routes, lignes aériennes, postes de radio et de télévision).

L'organisation intérieure du pays est mise en lumière dans une série de cartes qui montrent l'expansion de villes et villages, de municipalités et institutions rurales; d'autres reflètent la répartition des hôpitaux, universités, bibliothèques, galeries d'art et musées, ou racontent l'histoire de l'expansion urbaine et de l'aménagement des terrains dans huit grandes villes : Québec, Montréal, Ottawa, Toronto, Winnipeg, Edmonton, Vancouver et Victoria.

Certaines cartes retracent les principales étapes de l'histoire du Canada et les routes empruntées par les premiers explorateurs du pays, le progrès de la cartographie du pays, l'évolution politique et la participation du Canada

à diverses organisations internationales.

L'atlas français est en vente chez l'imprimeur de la Reine au prix de \$25 l'exemplaire. On peut acheter des feuillets séparés, à raison de 50c. pièce, en s'adressant à la Direction de la géographie, ministère des Mines et Relevés techniques.

Le duplicateur Verifax

La Canadian Kodak Co. Limited décrit, dans une plaquette illustrée de 16 pages, l'efficacité de son duplicateur Verifax et ses applications dans toutes les branches de l'activité — assurance, immeuble, écoles, hôpitaux, banques, commerces, petites et grandes industries.

Cette plaquette intitulée "How Modern Office Copying Adds Time Where It Counts" contient une description de quatre modèles de Verifax et de leurs usages respectifs.

On peut en obtenir un exemplaire chez les dépositaires Verifax ou en s'adressant à la Canadian Kodak Sales Limited, Toronto 15, Ontario.

L'entretien des moteurs Diesel

La General Motors Diesel Limited, de London, Ontario, a lancé sur les routes du Canada une nouvelle remorque-école équipée de l'appareillage le plus moderne, pour apprendre à tous ceux qui se servent de moteurs Diesel à les entretenir selon les méthodes efficaces qu'elle préconise.

Elle a mis au point un cours de deux jours portant sur les trois points suivants : mesures préventives d'entretien — réglage du moteur — détection des défauts. Pour en faciliter la compréhension, elle accompagne ce cours de films sonores.

Depuis qu'elle a inauguré son programme de formation en 1951, la General Motors a initié environ 10,000 travailleurs canadiens à ses méthodes d'entretien. Ce programme est sous la direction de Peter Marani, qui est secondé par Jacques Lantagne.

Le séparateur Cornell

Une société canadienne vient d'être constituée sous le nom de Cornell Separators Ltd. pour fabriquer et vendre au Canada le séparateur à vibrations centrifuges qui était jusqu'ici connu sous le nom de Sweco.

Le séparateur Cornell est avant tout un appareil de criblage. Il est muni de dispositifs exclusifs permettant de régler la tension du tamis et le mouvement giratoire selon les besoins.

Il trouve des applications dans un grand nombre d'industries : produits chimiques, pâtes et papiers, vernis et peintures, produits d'alimentation, distilleries et brasseries, raffineries de pétrole, etc.

Toutes demandes de renseignements doivent être adressées comme suit : Cornell Separators Ltd., P.O. Box 865, Montréal.

La résine "Delrin" au Canada

Deux applications industrielles marquent les débuts au Canada de la résine d'acétal "Delrin", nouvelle matière plastique de synthèse. On l'utilise dans la construction des pompes turbines et d'un moteur de scie mécanique.

Pour les pompes turbines, le Delrin présente le triple avantage de ne pas absorber l'humidité, d'être plus léger que les métaux et plus solide que la plupart des autres matières plastiques.

Dans la deuxième application, il sert à isoler le carburateur.

Les moulages de Delrin sont économiques puisqu'ils éliminent les frais de l'usinage indispensable dans le cas des pièces métalliques.

Cette nouvelle résine a été mise au point après dix ans de recherches et a exigé une mise de fonds de \$42,000,000. Elle est fabriquée par E. I. du Pont de Nemours and Company et vendue au Canada par la compagnie Du Pont.

L'appareil de télémétrie Tellurometer

Le système de télémétrie électronique Tellurometer dont se servent les ingénieurs civils depuis plus de deux ans a subi de nombreux perfectionnements et le fabricant annonce la mise sur le marché du produit amélioré.

Cet instrument portatif sert à mesurer les distances pour déterminer l'emplacement de routes, pipelines et lignes de transmission, et il est utile dans tous travaux d'arpentage.

Les principaux perfectionnements apportés sont les suivants : les éléments sont interchangeables et peuvent servir soit de poste principal, soit de poste secondaire; le système de communication par radio a été rénové et on y a ajouté un casque téléphonique léger pour libérer les mains de l'opérateur; le bloc d'alimentation électrique fait partie de l'instrument, dont les dimensions et le poids ont été réduits; le panneau est illuminé pour en faciliter la lecture à la noirceur; le nouvel appareil fonctionne à des températures pouvant varier entre 40 degrés sous zéro et 120 au-dessus.

Tout comme le premier modèle, le nouveau Tellurometer mesure les distances par impulsions électroniques. Le temps que mettent les micro-ondes à se rendre d'un élément à l'autre est exprimé en milles, en pieds et en fractions de pied. Des distances atteignant 40 milles peuvent être mesurées en 30 minutes.

On obtiendra plus de détails en s'adressant au fabricant : Tellurometer Inc., 224 Dupont Circle Bldg., Washington 6, D.C.

La

Direction

des Mines

MINISTÈRE DES MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES

Ottawa, Canada

DIRECTION DES MINES



DIRECTEUR

John Convey

TRAITEMENT DES MINÉRAUX

L. E. Djingheuzian, chef

MÉTALLURGIE EXTRACTIVE

K. W. Downes, chef

SCIENCES MINÉRALOGIQUES

A. T. Prince, chef

COMBUSTIBLES ET TECHNIQUES DE L'EXPLOITATION MINIÈRE

A. Ignatieff, chef

MÉTALLURGIE PHYSIQUE

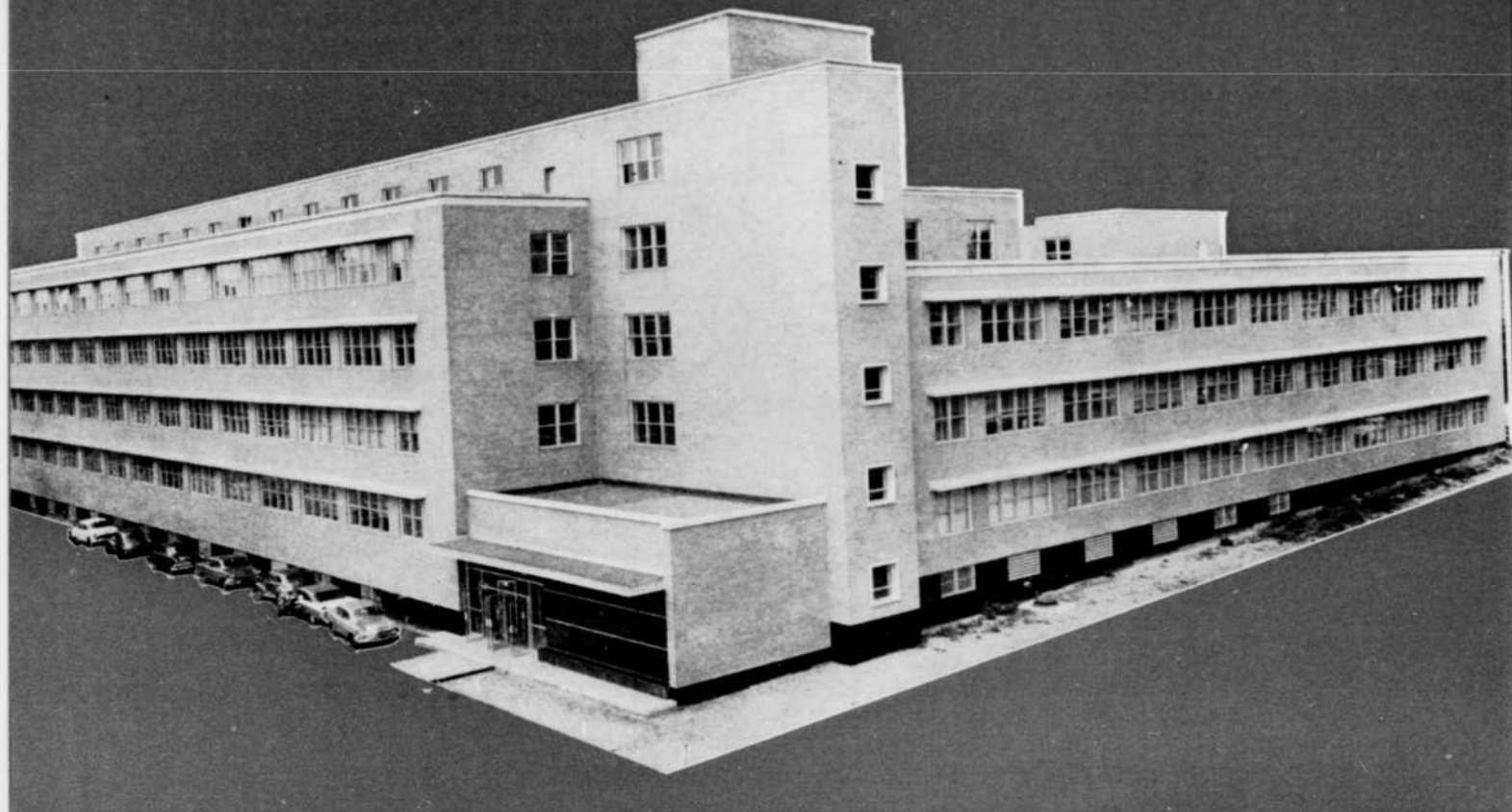
S. L. Gertsman, chef

Avant-propos

LE PRÉSENT aperçu des travaux et des installations de la Direction des mines a été préparé dans le but d'expliquer brièvement le rôle de ses laboratoires et des services qu'ils peuvent rendre en aidant à la mise en valeur des ressources minérales du Canada.

Les progrès de la Direction en ce qui concerne les immeubles, le personnel scientifique et l'outillage sont le fruit de plusieurs années; ils se sont produits à un rythme proportionné à l'accroissement de l'importance nationale des industries minières et connexes. La prise de possession, en 1959, par la Direction, de nouveaux laboratoires spacieux dans un vaste édifice, a coïncidé avec une importante réorganisation qui comportait le regroupement d'une bonne partie des fonctions et des services de la Direction, dont il est résulté trois nouvelles divisions, savoir : Division du traitement des minéraux, Division de la métallurgie extractive et Division des sciences minéralogiques. La Direction compte trois autres divisions : celle de la Métallurgie physique, qui poursuit des recherches et des travaux de mise en valeur relativement aux métaux; celle des Combustibles et des Techniques de l'exploitation minière (ci-devant Division des combustibles); et enfin celle des Services techniques (ateliers et services mécaniques).

En dotant ainsi la Direction de ces locaux et d'un personnel scientifique de plus en plus nombreux, le gouvernement canadien reconnaît l'importance de la recherche orientée vers une utilisation plus poussée des minéraux de notre pays. On peut s'attendre à plusieurs autres changements au cours des années à venir, car un organisme de recherches ne peut demeurer statique, et il faudra accorder de plus en plus d'importance à la recherche fondamentale, en vue de découvrir des procédés de traitement des minerais et élaborer de nouveaux produits. Fidèle à la mission qui lui a valu la célébrité, la Direction des mines entend explorer de nouvelles avenues scientifiques et technologiques, afin de mettre notre pays en mesure de faire toute sa part en relevant le défi posé par une demande mondiale grandissante de produits miniers.



La direction des mines

LE CANADA possède des ressources minérales immenses et variées susceptibles d'accroître sa puissance comme nation industrielle. Cependant, ses progrès dépendront des efforts pour les mettre en valeur et des recherches appliquées à l'utilisation de minéraux particuliers.

Le programme de recherches de la Direction des mines, agencé de façon à faire face à ce problème, comporte le traitement, la production, l'utilisation et l'écoulement des minerais, minéraux et combustibles canadiens, ainsi que des produits qui en découlent.

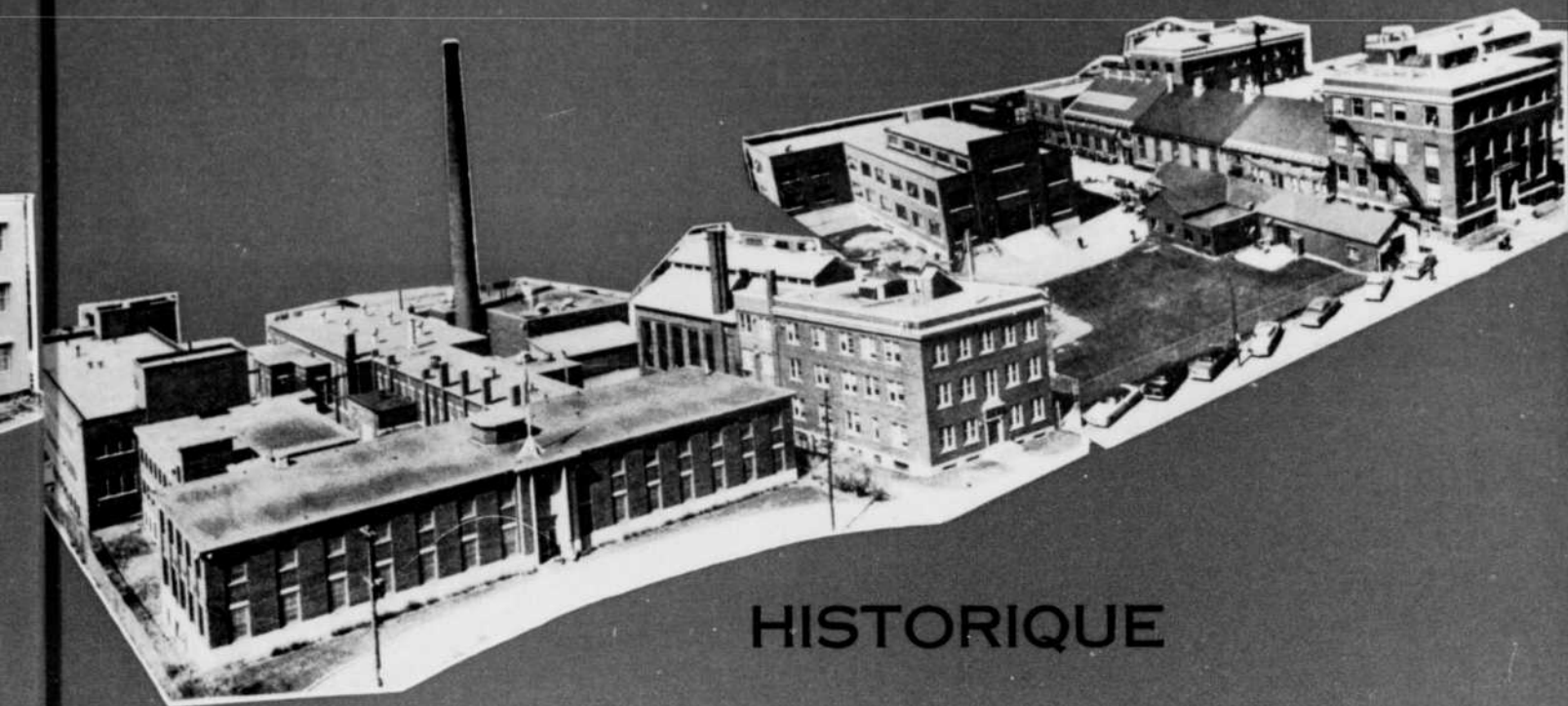
Outre ses laboratoires principaux à Ottawa, la Direction possède des installations moins importantes en Alberta et en Nouvelle-Écosse.

L'assistance accordée par la Direction à l'industrie embrasse cinq formes de recherches, confiées à cinq divisions : celle du **Traitement des minéraux**, qui s'occupe du traitement des minerais métalliques et non métalliques, ainsi que des techniques et de l'utilisation des minéraux industriels; celle de la **Métallurgie extractive**, qui se spécialise dans la mise au point de procédés plus économiques de traitement des minerais; celle des **Sciences minéralogiques**, qui s'occupe des domaines de la chimie analytique, de la minéralogie, de la chimie physique, de la physique et des radioindicateurs; celle des **Combustibles et des Techniques de l'exploitation minière**, dont le domaine s'étend à l'exploitation rentable et à l'utilisation des ressources canadiennes de combustibles et à l'étude des problèmes miniers, notamment les contraintes dans le sous-sol; et, enfin, celle de la **Métallurgie physique**, qui s'intéresse à toutes les phases de la science et de la technologie dans ce domaine.

Ce travail de recherches s'effectue sur un double plan : 1) recherches appliquées et services techniques aux fins d'aider l'industrie, le ministère de la Défense nationale et l'**Atomic Energy of Canada Limited**, à résoudre les problèmes immédiats en matière de métaux, de minéraux et de combustibles, et 2) recherches fondamentales ou spéculatives, qui ont pour objet les besoins futurs de l'industrie. A la lumière des progrès rapides du développement industriel, la Direction entend se consacrer davantage aux recherches fondamentales et de longue haleine qui englobent les domaines des minerais complexes, des nouveaux produits minéraux qu'on pourrait tirer de sources canadiennes, de la technologie des combustibles, ainsi que des métaux destinés à de nouveaux alliages résistants aux températures élevées.

Dans l'intérêt de notre pays, la Direction entreprend les travaux nécessaires de mise en valeur et de traitement des minerais, des minéraux industriels et des combustibles, et s'attaque aux problèmes technologiques qui surgissent dans l'industrie des métaux. Elle effectue une bonne partie de ses travaux à la demande expresse de l'industrie. De plus, si l'intérêt national entre en jeu, elle permet à des sociétés privées de faire des expériences dans ses laboratoires. Cependant, elle cherche à décourager les sollicitations visant à faire des essais et analyses de routine en exigeant pour ces travaux des droits légèrement supérieurs à ceux des laboratoires commerciaux pour des services identiques.

L'industrie minière canadienne est en pleine expansion. Cependant, les Canadiens prendront conscience de la valeur de leurs énormes ressources minérales dans la mesure même où les techniciens s'adonneront à la recherche, la seule clé capable de mettre ces richesses à leur portée.



HISTORIQUE

AU Canada, la nécessité de mettre au point des procédés d'extraction et de traitement des minerais est devenue de plus en plus impérieuse à partir de 1850 alors que s'accumulaient les preuves que notre pays possédait de vastes réserves minérales. On découvre successivement des minerais d'or, de cuivre, de plomb, d'argent et de zinc en Colombie britannique, des minerais de nickel-cuivre dans la région de Sudbury, de l'argent à Cobalt et de l'or dans les régions de Porcupine, de Kirkland Lake et de Larder Lake (nord de l'Ontario).

Afin d'aider l'industrie minière canadienne naissante à résoudre les problèmes posés par l'exploitation des ressources minérales de notre pays, on établit la Direction des mines en 1907, aux termes de la Loi sur les mines et la géologie. Pour exécuter sa première tâche d'inventorier et d'étudier les gîtes de houille au Canada, la Direction s'installa d'abord dans un laboratoire d'analyse des combustibles situé sur la rue Booth, à Ottawa, à l'emplacement qu'occupe actuellement la Direction des mines. Puis suivirent, en 1911, la création d'un service de traitement des minerais, et l'érection d'un laboratoire de préparation mécanique des minéraux.

A mesure que progressait le Canada sur le plan industriel, les usages grandissants de produits miniers ouvrirent la porte aux minéraux non métalliques. Le marché des minéraux industriels prit rapidement de l'ampleur et, afin d'aider ce secteur de l'industrie, la Direction ajouta, en 1938, les laboratoires de minéraux industriels à ses installations de la rue Booth, en vue d'effectuer les recherches et les investigations poussées qu'exigeaient le traitement, l'emploi et l'écoulement de ces produits.

Sous l'impulsion d'un puissant marché d'exportation et d'une demande domestique de plus en plus forte, l'industrie minière du Canada progressa rapidement, et le même phénomène se manifesta à l'égard de la demande des services assurés par la Direction. En 1939, le personnel de la Direction, plusieurs fois supérieur à celui du premier laboratoire, atteignait 147 employés.

Au début de la Seconde Guerre mondiale, il apparut que la métallurgie physique était importante pour l'effort de guerre. Les travaux de la Direction dans ce secteur, qui étaient auparavant très restreints, prirent rapidement de l'importance afin de suivre l'évolution des besoins de guerre des Alliés. De nouveaux laboratoires de métallurgie physique furent érigés, rue Booth, et l'activité de la Direction dans le domaine des métaux et des alliages devint rapidement un élément essentiel de l'effort de guerre du Canada, et, plus tard, de son extraordinaire expansion industrielle.

Vers la fin de la guerre, l'uranium fit une apparition furtive dans l'industrie minière du Canada. L'expansion de toute urgence des recherches relatives au traitement des minerais radioactifs aboutit, en 1948, à l'établissement de laboratoires distincts de radioactivité, et ce service de la Direction devint bientôt un important facteur de l'accession du Canada au rang des principaux producteurs d'uranium au monde.

Au cours des dix années qui suivirent, l'essor quasi phénoménal de l'industrie minière du Canada et les changements radicaux qui se produisirent dans les tendances des exigences du marché des métaux et des minéraux nécessitèrent un élargissement considérable du champ d'action des recherches de la Direction. En conséquence, la Direction réorganisa en 1959 ses services de traitement du minerai et services connexes, regroupant les anciennes divisions du traitement du minerai et de la métallurgie extractive, des minéraux industriels, et de la radioactivité, de façon à constituer les trois services nouveaux suivants : Division du traitement des minéraux, Division de la métallurgie extractive, et Division des sciences minéralogiques.

Aujourd'hui, les services hautement organisés de recherches de la Direction des mines emploient un personnel de 650 personnes dans des locaux de 15 millions de dollars. L'activité s'étend à tous les domaines de la recherche minérale; elle a pour but premier d'aider l'industrie à tirer des produits commerciaux des gîtes minéraux de notre pays.

TRAITEMENT DES MINÉRAUX

Techniciens exécutant des essais de flottage sur des minerais de nickel cuprifère.



L'EXTRACTION des métaux et minéraux doit être aussi économique que possible, dans l'intérêt même de l'industrie et afin d'assurer la conservation de nos richesses.

La Division du traitement des minéraux s'occupe surtout de mettre au point des méthodes économiques de transformation des minerais et minéraux canadiens et de faire des recherches sur les façons d'améliorer les méthodes actuelles afin de rendre l'exploitation plus profitable. Elle travaille sur tous les genres de minéraux canadiens, qu'ils soient métalliques ou non. Pour ce qui est des minéraux non métalliques, elle fait des expériences et des recherches sur les minéraux industriels, y compris l'eau destinée aux industries.

La Division est parfaitement outillée pour faire des expériences en laboratoire ou dans des ateliers pilotes : broyage, concassage, concentration par gravité, traitement par flottants (en milieu dense), concentra-

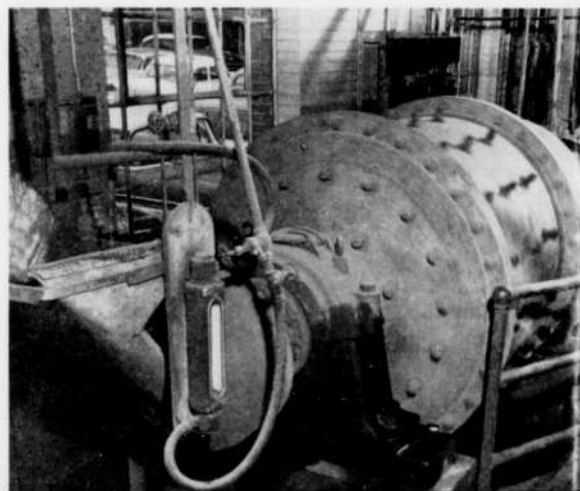
tion magnétique et électrostatique, amalgamation, cyanuration, flottage et grillage.

A cause de la grande variété de minerais que le Ministère reçoit pour fins d'essais et de recherches, il faut que les ingénieurs spécialisés dans la préparation mécanique des minéraux soient capables d'adapter les techniques de préparation des minéraux à l'enrichissement de minerais, afin d'être en mesure de concevoir toute la gamme des procédés de traitements nécessaires. Les expériences faites au laboratoire leur permettent de prévoir les problèmes qui surgiront probablement au cours du traitement d'un minerai; une fois ces problèmes réglés, ils rédigent un rapport complet et proposent à la compagnie en cause un schéma de principe. Cette dernière peut dès lors faire les plans de sa nouvelle usine et déterminer les immobilisations qui seront nécessaires à la mise en production. Outre l'examen et l'analyse des minéraux, la Division effectue en moyen-



Contremaître d'atelier ajustant le broyeur à choc avant de broyer un minerai provenant du Nord de l'Ontario.

Le broyeur à boulets sert à broyer presque tous les minerais canadiens, ainsi qu'à déterminer les méthodes de broyage les plus efficaces.



ne annuellement 95 enquêtes de préparation mécanique de minerais tant métalliques que non métalliques.

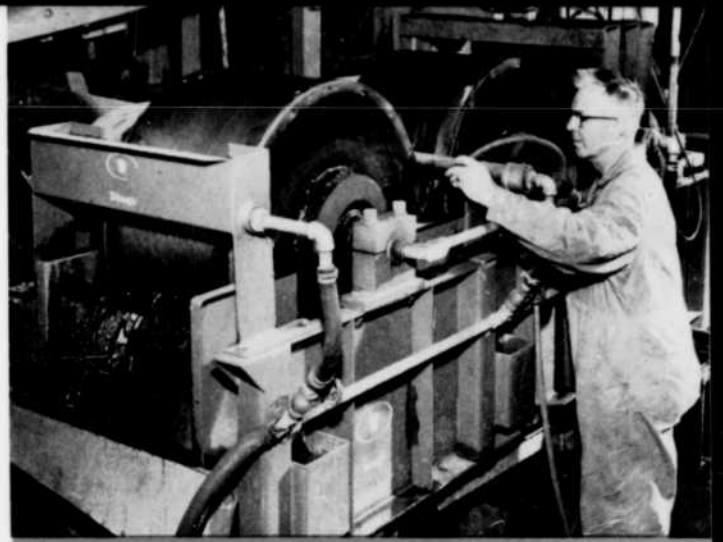
La plupart des minerais reçus ces dernières années pour fins d'essais et de recherches étaient des métaux non ferreux et des minerais de fer. Toutefois, de nombreuses mines d'or canadiennes, tiraillées entre l'augmentation des frais d'exploitation et le prix fixe de l'or, ont demandé une aide technique pour essayer de réduire leurs frais et d'améliorer leur métallurgie. Au cours de la seule période 1954-1958, la Division a accepté de se charger de plus de 40 enquêtes sur les minerais aurifères, et les a menées à bien. Dans les années 30, les travaux remarquables de la Division, sur la mise au point des méthodes de traitement de plusieurs minerais aurifères de Kirkland Lake et d'autres camps miniers, ont valu aux régions productrices d'or une activité soutenue et la prospérité à une époque où le reste de l'économie canadienne était tombé dans le marasme.

Ces années-ci, les travaux de la Division sur les minerais métalliques portent surtout sur l'enrichissement des minerais de fer pauvres. Le Canada est très riche en cette sorte de minerais de fer se prêtant à la concentration et l'industrie de l'acier leur accorde de plus en plus d'intérêt car l'emploi de minerais enrichis a permis d'obtenir des hauts fourneaux une augmentation de production atteignant parfois 20 p. 100.

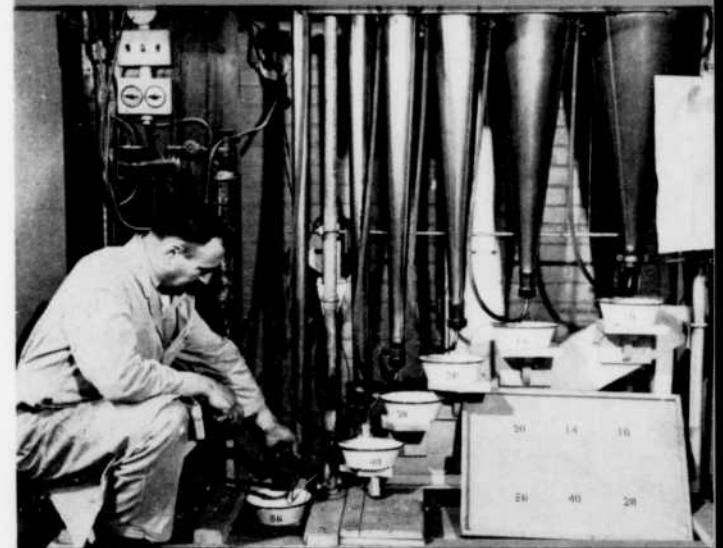
Par exemple, la Division a effectué, dans des ateliers pilotes, des expériences sur du minerai de fer provenant des gîtes de l'Ungava. Ces gîtes sont particulièrement intéressants parce que la proximité de la mer leur ouvre les marchés européens, et, grâce à la voie maritime du Saint-Laurent, l'Amérique du Nord constitue aussi des débouchés importants. Les essais ont prouvé que l'enrichissement magnétique permet de transformer certains de ces minerais en concentrés de fer à haute teneur répondant aux besoins des industries du fer et de l'acier en Europe comme sur notre continent.

Parmi les différents minerais extraits au Canada, beaucoup sont complexes et à basse teneur, comme le niobium du Québec et de l'Ontario. Les ingénieurs de la Division, de concert avec les métallurgistes de différentes sociétés, ont réalisé des progrès importants dans le traitement de ces minerais. Ils ont réussi à prouver, au cours d'expériences en atelier pilote, qu'on peut produire par flottage continu des concentrés à teneur suffisante.

Parmi les travaux récents de la Division, il y a lieu de signaler les recherches en ateliers pilotes sur le minerai complexe de zinc plombifère de la région de Bathurst, au Nouveau-Brunswick. Ces recherches ont permis à la compagnie de construire près de Bathurst un atelier pilote d'une capacité de 150 tonnes. On y fait des essais d'enrichissement sur un minerai de fer et de titane du Québec, et ces expériences ont mené à la conception, par la compagnie, d'un nouvel appareil de concentration. La Division a également effectué de nombreux autres travaux, notamment des essais de gravité,



Les minerais très divers reçus pour étude sont pour la plupart des minerais de fer; il s'ensuit une forte demande d'essais de concentration magnétique.



L'étude des minerais complexes est grandement facilitée par l'emploi de l'infra-classeur, appareil qui permet de classer en 7 grosseurs, de moins de 74 microns à moins de 10, les matières passant à travers le tamis de 200 mailles.



Pour enrichir les minéraux, on utilise le plus souvent la méthode de flottage par la mousse. On voit ici un technicien employant un procédé de flottage pour traiter un minerai extrait d'une mine de zinc-cuivre de l'Ouest du Québec.

Reliure serrée

(A gauche)
La Direction exécute présentement un relevé complet des eaux industrielles du Canada. Elle a publié des rapports sur la qualité de l'eau de la plupart des régions du pays. Chimiste analysant une prise d'eau du Yukon.



(A droite)
Technicien extrayant du graphite par le procédé électrostatique. On a bon espoir d'arriver, par ces procédés, à séparer les minéraux des matières indésirables, dans le cas des minerais à minéraux non métalliques.



de grillage magnétisant et de flottage, sur un minerai de manganèse pauvre de Woodstock (Nouveau-Brunswick). Les résultats ont permis d'élaborer un alliage de ferromanganèse de qualité commerciale dans un four électrique.

Dans son étude des minerais non métalliques du Canada, la Division prête une attention particulière à la mise au point de méthodes permettant d'enrichir le minerai de gîtes à basse teneur, afin d'aider l'industrie à remplacer par des produits canadiens les matières premières qu'elle doit importer. Par exemple, la Division a ouvert le champ à une industrie nouvelle au Canada grâce au nouveau procédé, qu'elle a imaginé et éprouvé, de concentrer la cyanite des gîtes du nord ontarien et d'en obtenir une bonne récupération. Elle a, de plus, mis au point une méthode de traitement qui permet d'utiliser ce concentré dans des produits réfractaires très résistants servant aux industries de la métallurgie, du verre et des métaux. A l'heure actuelle, le Canada importe la cyanite extra-pure dont il a besoin pour la

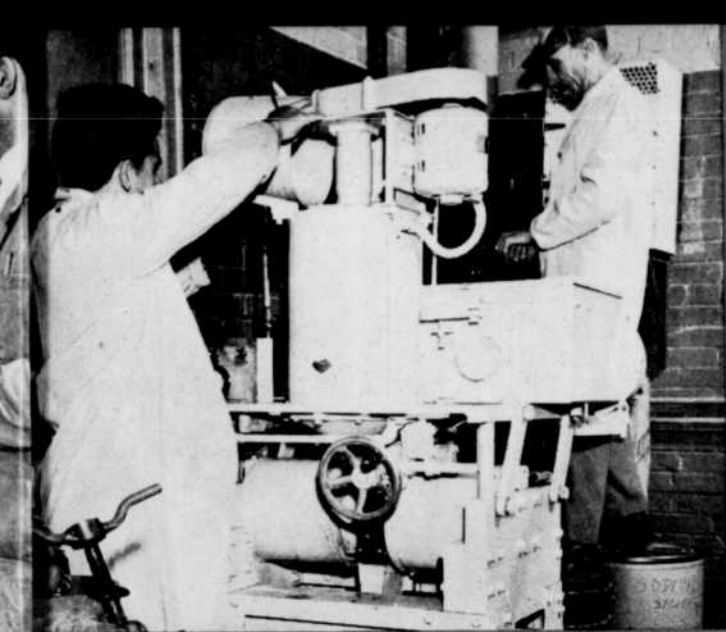
fabrication des articles à base de mullite réfractaires aux hautes températures. Les essais ont montré que les propriétés physiques des briques de mullite faites d'un agrégat de mullite renforcé, que la Division a obtenu par sa méthode de traitement, supportent toute comparaison avec celles des substances réfractaires à base de mullite que l'on importe.

La Division mène de front diverses études pour déterminer les propriétés physiques et chimiques de l'amiante, le plus important minéral non métallique au Canada, du point de vue de la valeur de la production en dollars, et les rapports qui existent entre lesdites propriétés et les comportements de l'amiante dans les utilisations qu'en fait l'industrie. Elle cherche également des méthodes de récupération et de préparation du grenat à partir des gneiss de la région de Sudbury, dans le nord de l'Ontario et cela à l'intention de l'industrie des abrasifs, qui s'alimente en grenat aux États-Unis. D'autre part, de la roche de magnésite de Colombie britannique fait l'objet d'essais de concentration et de



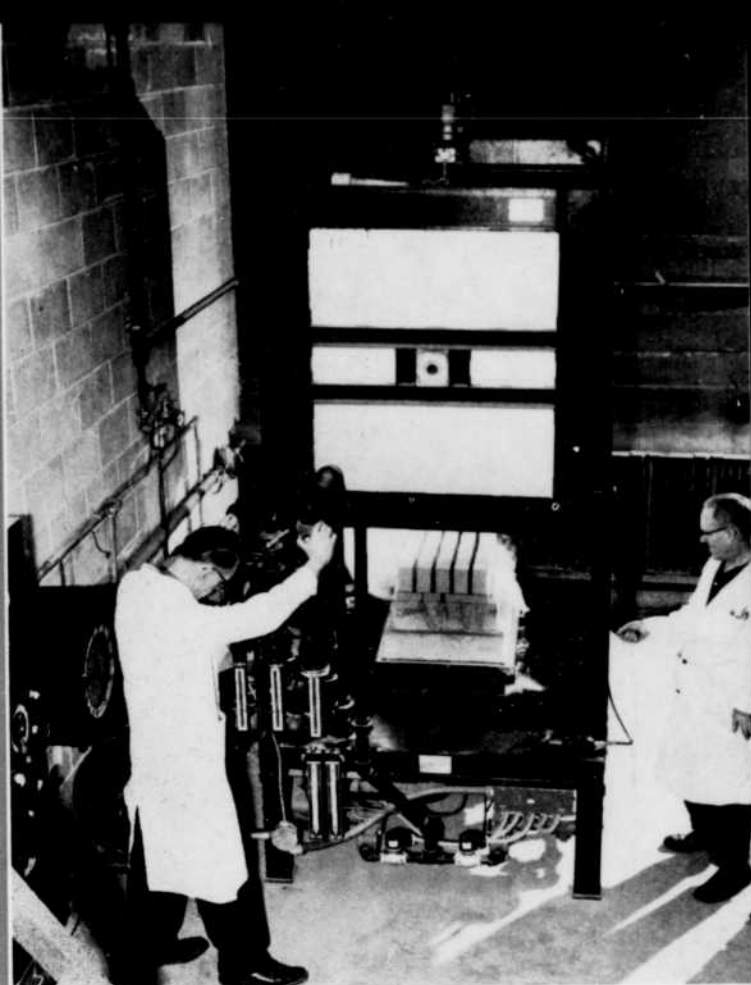
(A gauche)
Chercheurs calculant la vitesse supersonique des impulsions électriques dans le béton fabriqué à l'aide d'agréats pierreux de différents types ayant subi de actions accélérées de gel et de dégel.

(A droite)
Concentration de la cyanite par séparation magnétique.



Grâce au séparateur hydro-magnétique à haute intensité Jones, on arrivera très probablement à concentrer les minéraux peu magnétiques. L'appareil qu'on voit ici est unique en Amérique.

La Direction a élaboré des méthodes de traitement de la cyanite et de l'alumine canadiennes entrant dans la fabrication des pisés réfractaires soumis à des températures atteignant 3,500° F.



grillage. On pense pouvoir s'en servir pour la fabrication de produits réfractaires et les premiers essais semblent concluants.

Signalons, parmi les autres travaux en cours, une étude de longue haleine sur tous les types d'argiles et de schistes du Canada, qui comporte la détermination de toutes leurs propriétés physiques et chimiques ainsi que des analyses minéralogiques. Ces renseignements aideront les fabricants de briques et de tuiles et les autres producteurs de produits céramiques à trouver une solution aux problèmes que pose le traitement et à choisir des matières premières appropriées.

L'industrie est toujours à la recherche de substances réfractaires résistant à des températures plus élevées et à la corrosion ou destinées à diverses utilisations spéciales. La Division est parfaitement équipée pour les recherches sur les matériaux réfractaires et pour l'élaboration de ces produits. Elle travaille actuellement à la mise au point de mullite très réfractaire, d'agrégats réfractaires très résistants à haute teneur en alumine, de matières coulables, de mortiers et de terres réfractaires spéciaux comme les mélanges métal-céramique.

D'un bout à l'autre du Canada, on s'inquiète fort de la pénurie de matériaux de construction appropriés, qui coïncide avec l'essor industriel rapide du pays. On a rencontré beaucoup de difficulté, par exemple, à trouver des sources d'agrégats répondant aux prescriptions techniques du béton lors de la construction de la voie

maritime du Saint-Laurent. La Division a apporté une aide appréciable en localisant et en évaluant les nouvelles sources d'agrégats et en mettant au point des méthodes d'enrichissement des matériaux pour satisfaire aux normes établies pour le béton. Elle exécute le même travail à l'égard de l'érection de barrages hydro-électriques et d'autres ouvrages.

L'essor industriel rapide du Canada a valu un vif intérêt aux eaux destinées aux usages industriels. La qualité chimique de l'eau revêt une importance capitale non seulement pour les industries qui sont déjà établies, mais aussi pour celles qui cherchent un bon emplacement. Depuis 1948, la Division poursuit un relevé détaillé des eaux du Canada et elle a publié des rapports sur la qualité de l'eau de la plupart des régions. En outre, elle poursuit son programme général de relevés, que complètent des relevés spéciaux visant à recueillir des données sur divers phénomènes comme les variations saisonnières, la radioactivité et les propriétés qui influent sur l'irrigation.

Les ressources minérales abondantes et variées du Canada sont un défi constant à l'ingénieur spécialisé dans la préparation mécanique des minéraux. Les ingénieurs de la Division relèvent ce défi en poursuivant inlassablement leur quête quotidienne de méthodes nouvelles pour l'extraction des richesses que contiennent les minerais et de techniques nouvelles et améliorées pour la préparation des minéraux.

MÉTALLURGIE EXTRACTIVE

LA FONCTION de cette Division consiste à encourager les Canadiens, au moyen de ses études et recherches en métallurgie extractive, à utiliser convenablement les ressources minérales du pays. La Division reçoit, de certains détenteurs de gîtes présumés ou de certains exploitants de nouvelles mines, des échantillons de minerais ou de concentrés. De concert avec des ingénieurs miniers de sociétés ou des ingénieurs-conseils, elle recueille des données qui faciliteront la mise au point de procédés de traitement efficaces, adaptés aux conditions du pays. De plus, il est permis aux sociétés d'exploitation de profiter des installations de la Division pour améliorer leurs opérations : elles s'arrangent pour exécuter des recherches dans les ateliers de la Division, sous la direction conjointe de leurs propres ingénieurs et du personnel de la Division. Enfin, à mesure que l'occasion s'en présente, on étudie des difficultés métallurgiques considérées comme étant probablement d'intérêt général aux yeux des industriels canadiens.

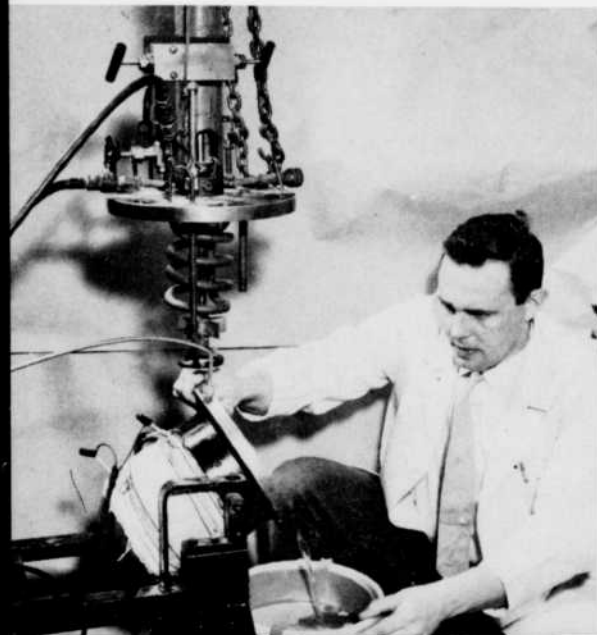
La Division comprend, en gros, trois subdivisions. L'une s'occupe de mettre au point des procédés hydrométallurgiques, surtout dans le secteur de l'industrie

canadienne de l'uranium. La deuxième s'occupe d'élaborer des procédés pyrométallurgiques appliqués aux métaux ferreux ou non ferreux; l'une de ses sections travaille à résoudre certains problèmes de corrosion. La troisième se compose d'un groupe de chercheurs travaillant à obtenir des données métallurgiques fondamentales d'intérêt spécial ou général.

La Division est restée étroitement liée avec l'industrie de l'uranium, au cours de son développement à partir de 1953, alors qu'on exploitait une seule mine d'uranium, jusqu'en 1959, date à laquelle la production des mines d'uranium avait une valeur globale de 320 millions de dollars. Au cours des années 1940, quand l'uranium faisait son apparition dans le monde minier, les procédés classiques de traitement du minerai d'uranium ne convenaient qu'aux minerais riches. On ne tarda pas à constater que les minerais du pays sont en général complexes, pauvres et de composition variable. Il était évident que de nouvelles études s'imposaient, y compris de nouvelles méthodes d'analyse et de vérification, pour innover en matière de procédés de traitement.

La Direction des mines a dû entreprendre une longue série de travaux de recherche en matière de méthodes d'extraction physique et chimique, car elle seule au Canada avait l'outillage voulu à cette fin. Travaillant en liaison étroite avec l'Eldorado Mining and Refining Ltd., des experts-conseil et des ingénieurs de sociétés minières d'uranium, la Division a mis au point des méthodes de lessivage, d'abord des minerais des mines de la Couronne, puis de ceux des mines des sociétés privées. Par suite des différences qui existent entre les minerais d'uranium du pays, il a fallu modifier de nouveau ces méthodes selon la diversité des minerais des camps miniers.

Dans la plupart des propriétés uranifères du pays, les opérations dépendent d'investigations métallurgiques exécutées à la Division, à l'échelle soit d'un laboratoire soit d'un atelier pilote. De plus, c'est dans les labora-



(A gauche)
Les autoclaves, comme d'ailleurs les récipients découverts et les "pachucas", servent à déterminer le meilleur régime de lessivage des minerais, des concentrés et des produits métallurgiques dans des solutions acides et basiques.

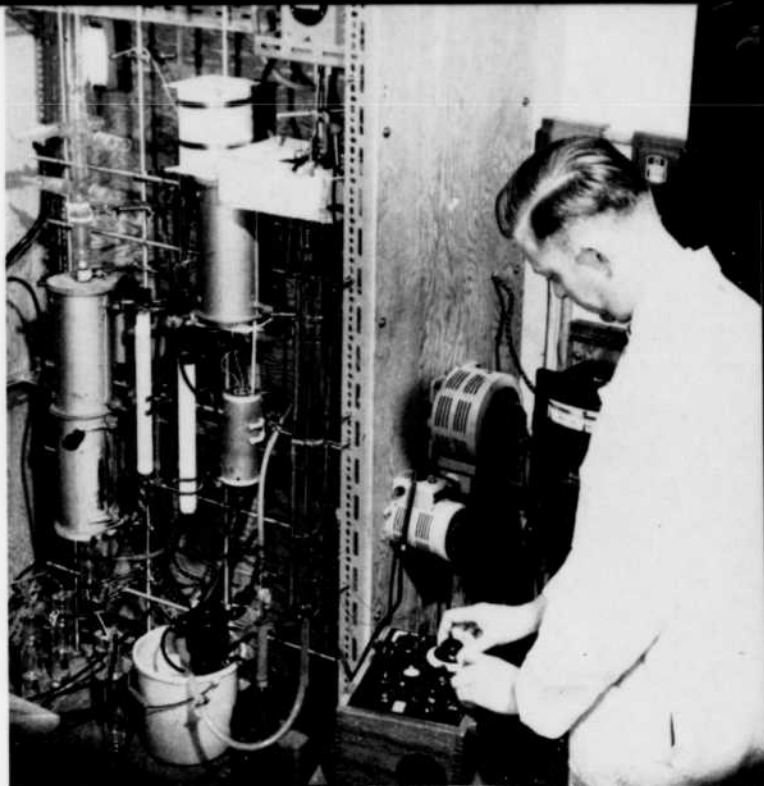
(A droite)
Le grillage des minerais en couche fluide prend rapidement plus d'importance dans les opérations métallurgiques où il convient de régler exactement la température et la composition des gaz.

toires de la Division qu'ont été initiés à la métallurgie de l'uranium bien des techniciens des ateliers et laboratoires de ces sociétés minières.

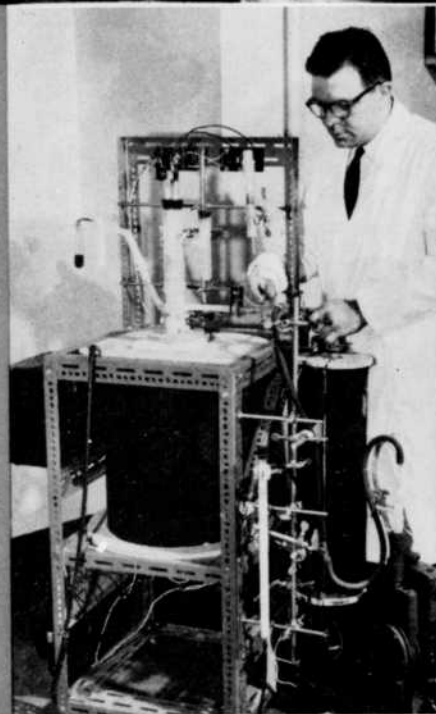
La liaison constante avec l'industrie de l'uranium est assurée par le **Canadian Uranium Producers Metallurgical Committee**, composé de représentants de l'industrie de l'uranium, de l'Eldorado et de la Division. Ce Comité rassemble et coordonne les renseignements techniques sur la métallurgie de l'uranium et les renseignements connexes; il contribue à orienter les programmes de recherches qui sont entrepris dans les laboratoires de la Division.

La Division cherche et met au point des procédés de fusion. Elle le fait en petit, dans un four à arc électrique continu de 250 kva, installé en 1953 pour explorer les applications de l'énergie électrique à la métallurgie. Des séries d'essais au four chargé d'environ 700 tonnes de minerai ont montré que les ilménites du pays peuvent servir à fabriquer des scories riches en titane et que l'emploi d'un procédé original permet de fabriquer du ferromanganèse de qualité marchande, à partir de minerais de manganèse pauvres, que l'on extrait près de Woodstock (N.-B.). Ces gros gîtes suscitent un vif intérêt au Canada, car le manganèse entre comme élément essentiel dans la fabrication de l'acier et les gîtes de manganèse riches font défaut en Amérique. De plus, on a constaté qu'il est possible de fabriquer, à partir du minerai de certains gîtes du pays, du silicomanganèse, de la fonte spéculaire et du fer-nickel de valeur marchande.

Le Canada produisant et pouvant produire de gros tonnages de minerai de fer, on a longuement travaillé au traitement préalable du minerai (grillage, bouletage, frittage, grillage magnétisant, etc.). On a étudié diverses méthodes de réduction directe, pour savoir si l'on pourrait les appliquer au Canada, surtout pour alimenter les fabriques d'acier spécial et les aciéries de l'Ouest du pays. Il se peut que des études de ce genre aboutissent

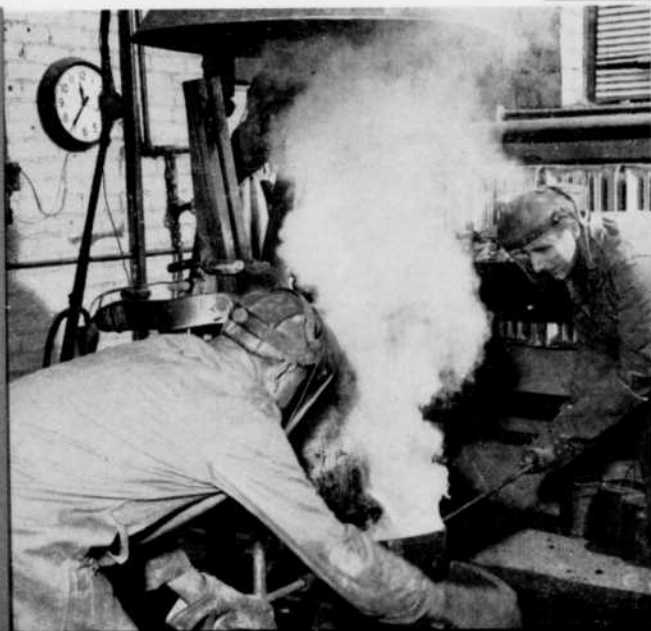


(Ci-haut)
Un boursier étudie la dissociation des sulfates de fer et d'aluminium en vue de leur séparation.

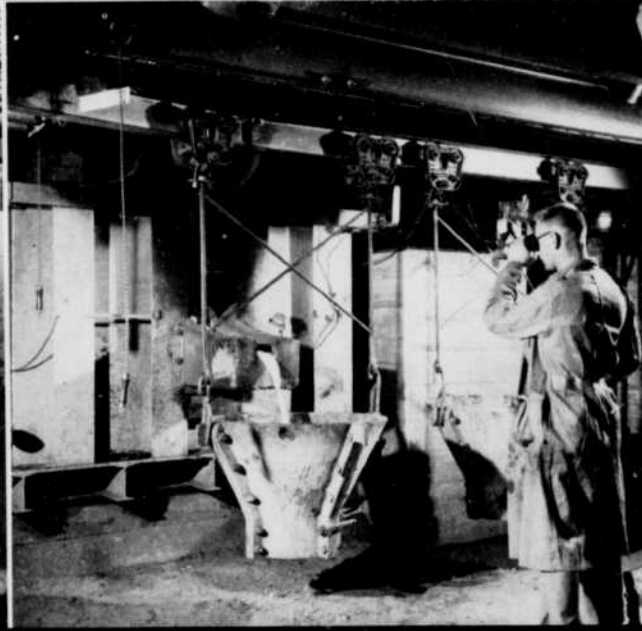


(A droite)
Un chercheur étudie les propriétés électrochimiques et thermodynamiques des chlorures de titane contenus dans les chlorures de sodium et de potassium fondus.

(A gauche)
Des techniciens étudient en laboratoire un minerai d'argent plombifère dans un four à arc électrique de 60 kva. Au besoin, on fait ensuite des essais à l'échelle semi-industrielle, dans les fours à arc de 250 kva.



(A droite)
Soutirage des scories du four à arc électrique de 250 kva, au cours d'essais, à l'échelle semi-industrielle, d'un minerai de fer provenant du Nord-Ouest de l'Ontario. (Photo George Hunter.)



à la mise sur le marché de produits des métaux ferreux de forme plus utile, et à la construction d'usines utilisant, comme principal agent réducteur, du charbon canadien non cokéfiant.

La Division étudie les problèmes de la corrosion et de la protection de divers métaux, de concert avec l'industrie et d'autres organismes officiels, afin de diminuer le gaspillage de métal qui provient, chaque année, de ce genre de détérioration. Durant 5 ans (1953-1958), elle a fait environ 130 investigations sur la corrosion et la prévention de ce phénomène sur des appareils de fabrication de produits chimiques ou métallurgiques, sur des palplanches en acier, des turbines à vapeur, des fuse-

lages et moteurs d'avions, des véhicules motorisés, des chars d'assaut et nombre d'autres objets.

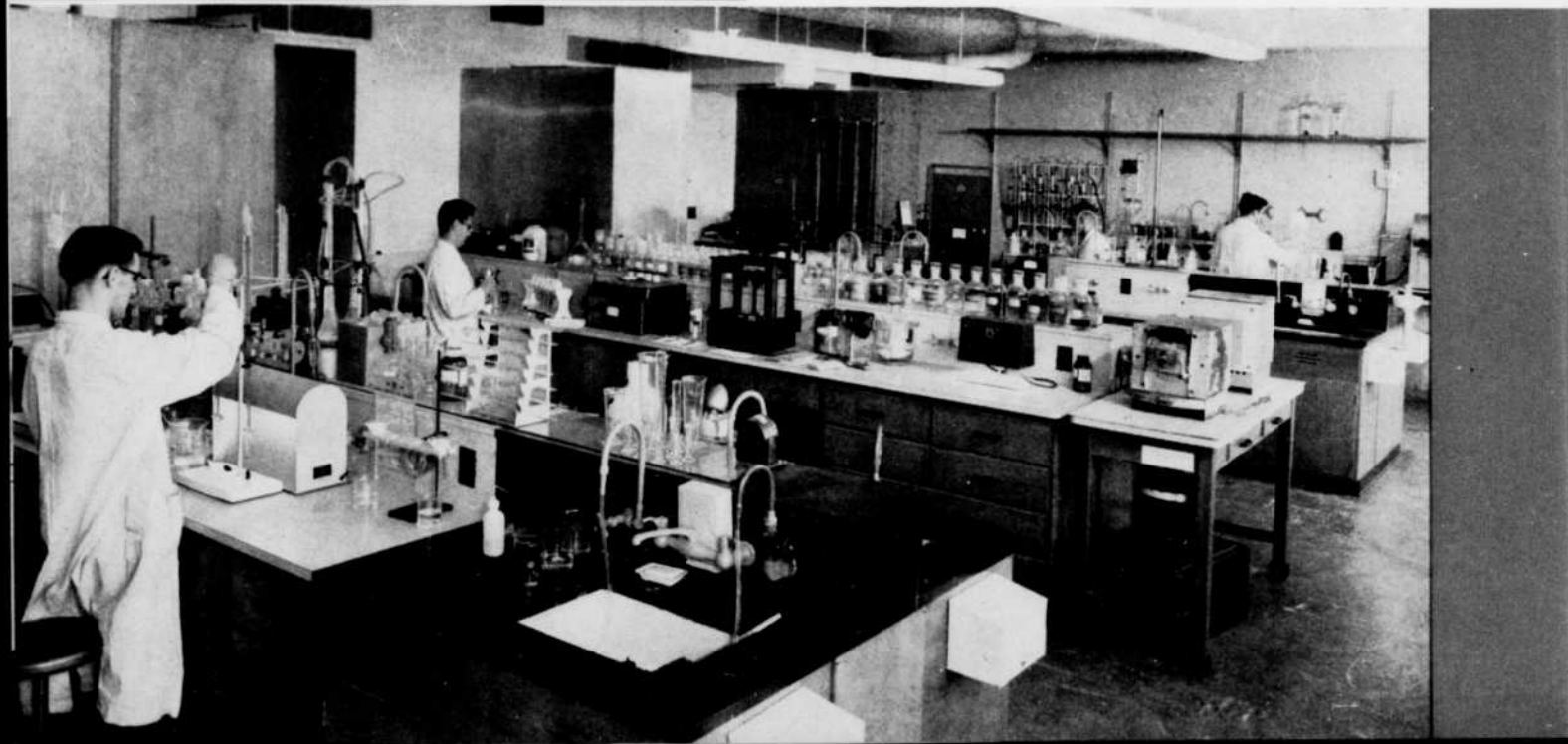
Les travaux de recherche de la Division se décomposent, en général, en travaux de courte durée ou de longue durée. Parmi les premiers, mentionnons une étude des propriétés pratiques d'hydrocyclones dont on se sert de plus en plus pour classer les minerais et les minéraux dans les cuves de décantation. On est en train d'étudier à cette fin l'effet de facteurs variables tels que la pression, la densité et les caractéristiques de la pulpe. De plus, on étudie la question de la récupération du niobium à partir de concentrés de niobium du pays. Par ses propriétés, le niobium métal est intéressant à la fois en métallurgie et en technologie des réacteurs nucléaires, mais il semble que si son emploi doit se répandre en Amérique, il faudra recourir aux gîtes canadiens. Comme ces derniers sont pauvres et que leur minerai donne des concentrés également plutôt pauvres, il est indispensable qu'on élabore des procédés de récupération efficaces, si nous voulons vendre ce produit à des prix raisonnables. On étudie aussi les procédés chimiques de récupération de l'uranium par solutions d'acide sulfurique, en fonction surtout du rôle des agents oxydants dans la dissolution des minerais d'uranium tétravalents.

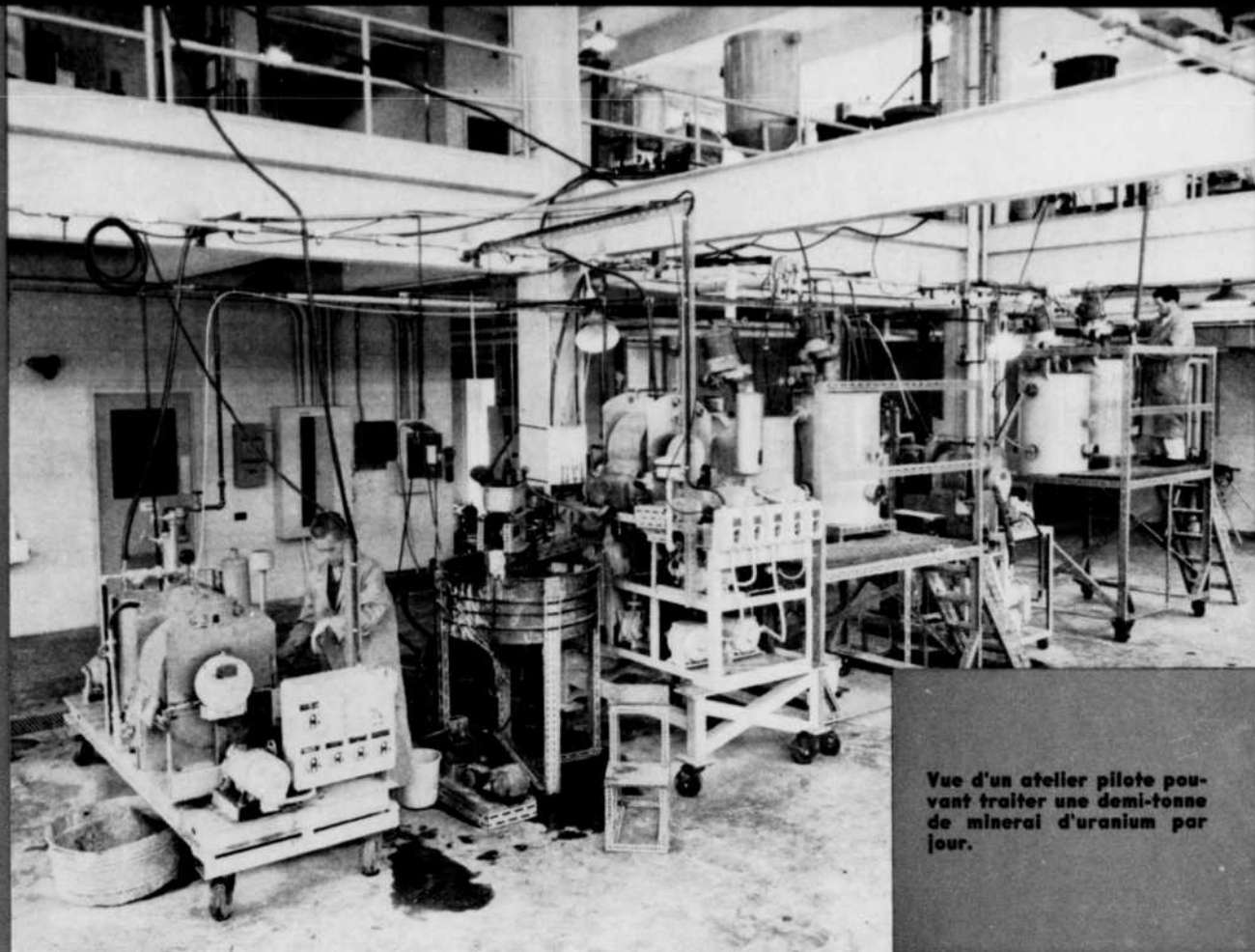
En métallurgie des métaux ferreux, il y a deux travaux de courte durée en voie d'exécution. Dans l'un, on cherche à élucider le processus par lequel la chaux réduit le passage du soufre, des charbons sulfurés dans le fer, dans le traitement direct du fer au four. C'est là un travail essentiel pour arriver à utiliser les charbons canadiens riches en soufre, dans des procédés de réduction directe. L'autre travail consiste à étudier la déphosphoration du fer dans le procédé du conver-



(A gauche)
Appareil puissant et sensible de laboratoire, le séparateur magnétique isodynamique Frantz permet de séparer délicatement nombre de minerais considérés d'ordinaire comme non magnétiques.

(Ci-dessous)
La Direction cherche à mettre au point des procédés de traitement permettant de récupérer, de minerais et de solutions, ce qu'ils renferment de métaux, par des méthodes chimiques, à l'échelle d'un laboratoire comme à l'échelle semi-industrielle.





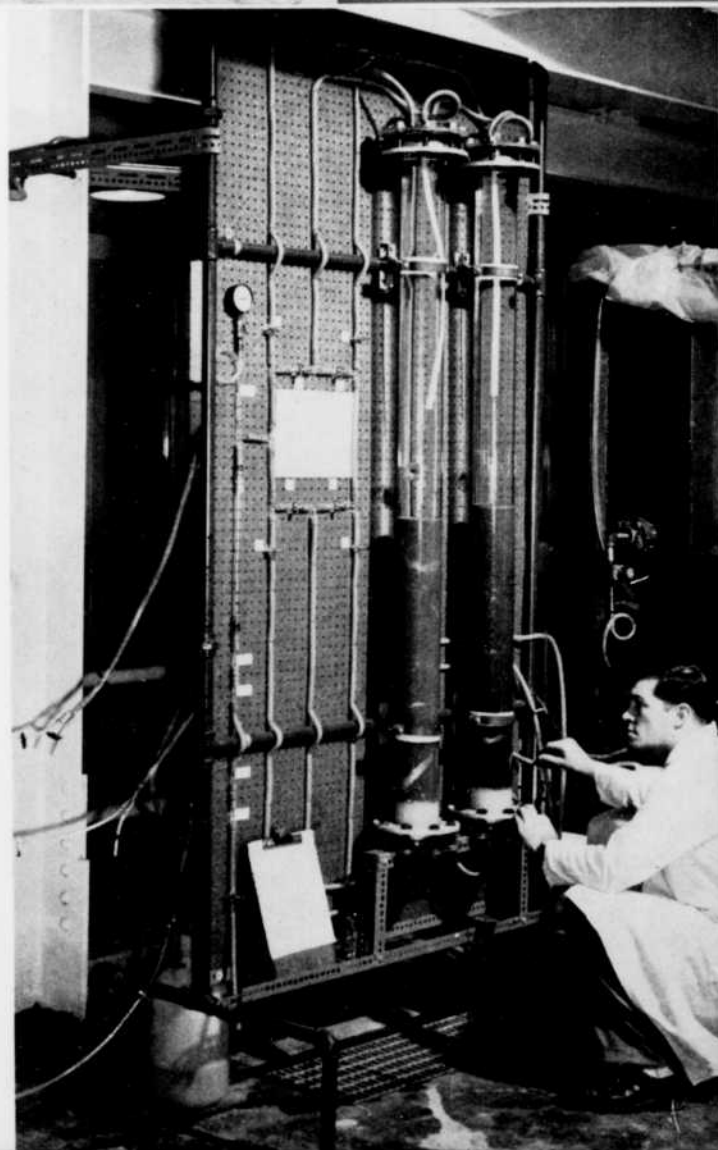
Vue d'un atelier pilote pouvant traiter une demi-tonne de minerai d'uranium par jour.

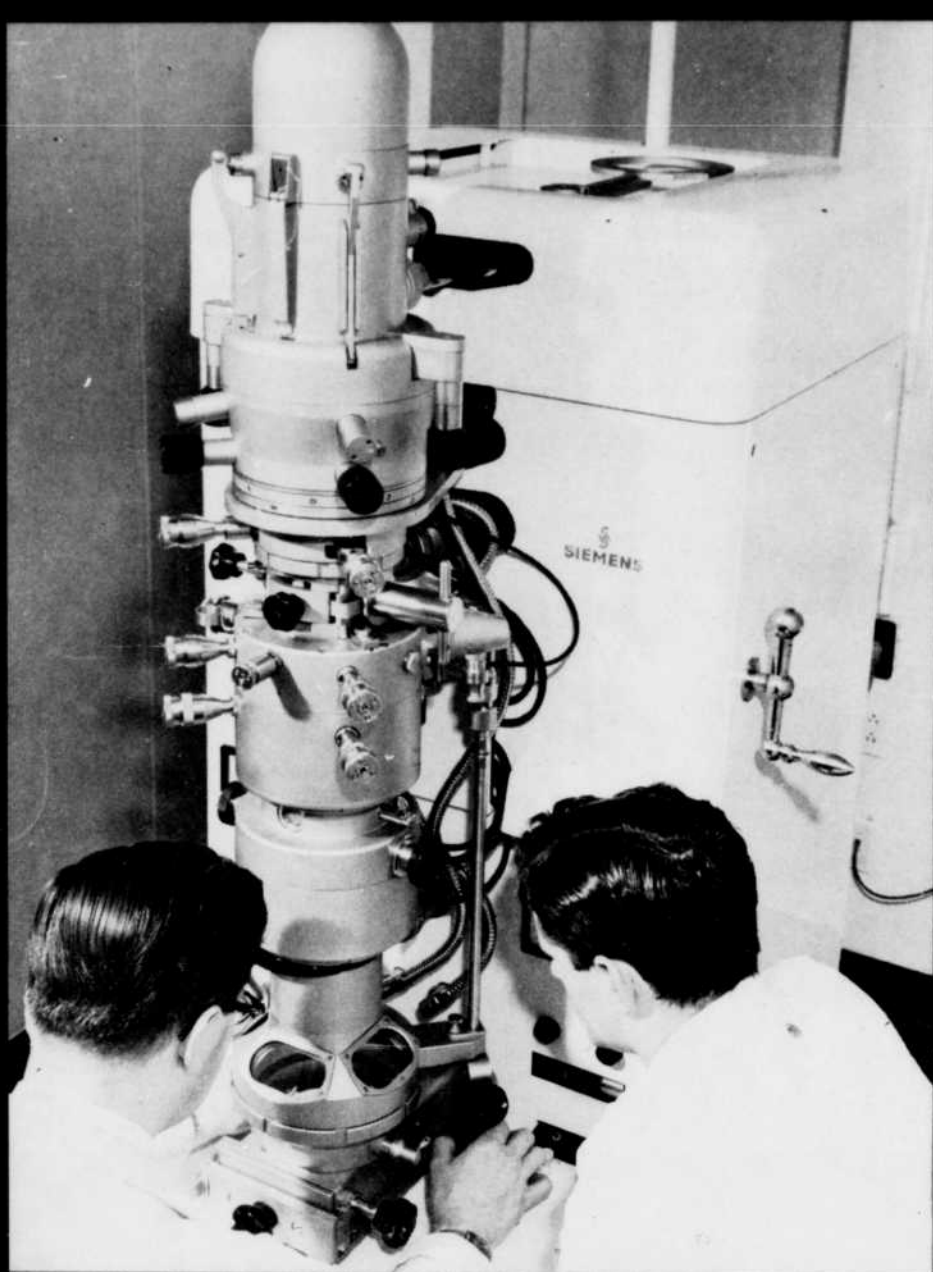
tisseur à l'oxygène. Les aciéries ont parfois des difficultés de ce fait, et l'on cherche présentement à reproduire, en laboratoire, à l'aide de phosphore radioactif, les conditions existant dans un convertisseur à soufflage par le haut. On est aussi en train de faire une étude fondamentale de la cinétique de la réduction de l'oxyde de fer à températures élevées.

Parmi les travaux de longue durée, mentionnons une étude des "systèmes de sel fondu". On s'y applique très activement, car on comprend peu à peu que l'électrolyse du sel fondu permet d'extraire des métaux rebelles tels que le titane, le zircon et le niobium. Ce procédé pourrait aussi, peut-être, s'employer dans les réacteurs nucléaires, pour séparer l'uranium de ses produits de fission. Le but ainsi visé est d'élucider la chimie fondamentale de l'électrolyse du sel fondu, de façon à pouvoir prédire jusqu'à un certain point ses chances de succès et exploiter à fond ses possibilités.

L'industrie métallurgique a pour tâche d'utiliser les ressources minérales du pays de façon à répondre aux besoins de la technologie moderne. Cette dernière évolue à une allure inégalée jusqu'ici et ce n'est qu'en exploitant toutes les ressources scientifiques que la métallurgie peut espérer être à la hauteur des exigences qu'on lui impose.

Emploi d'un échangeur ionique à 2 colonnes, en vue de la récupération d'uranium de solutions produites dans un atelier pilote de lessivage. L'échangeur ionique a pris une place importante dans l'industrie de l'uranium.





Les pailles dans les métaux influent sensiblement sur leur comportement mécanique. Le microscope électronique permet d'examiner les métaux grossis jusqu'à un million de fois. On peut ainsi établir la corrélation des pailles avec les antécédents du métal et ses propriétés mécaniques.

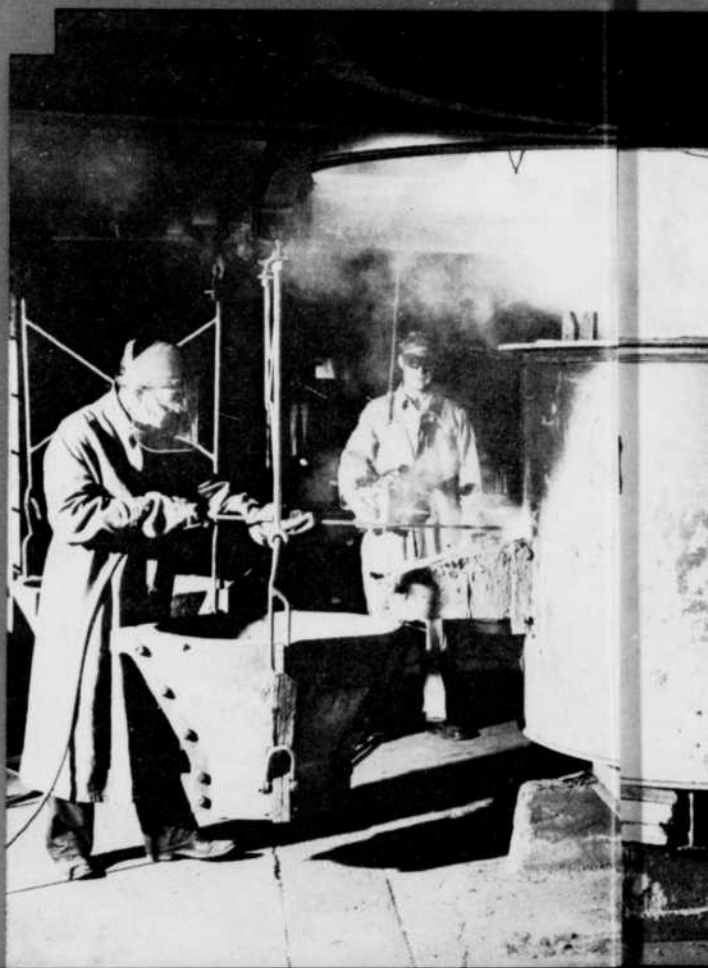
Dans ses recherches sur les céramiques piézo-électriques, la Direction a mis au point une composition supérieure qui s'est montrée particulièrement utile dans les appareils à haute tension et qu'on produit maintenant pour la vente.

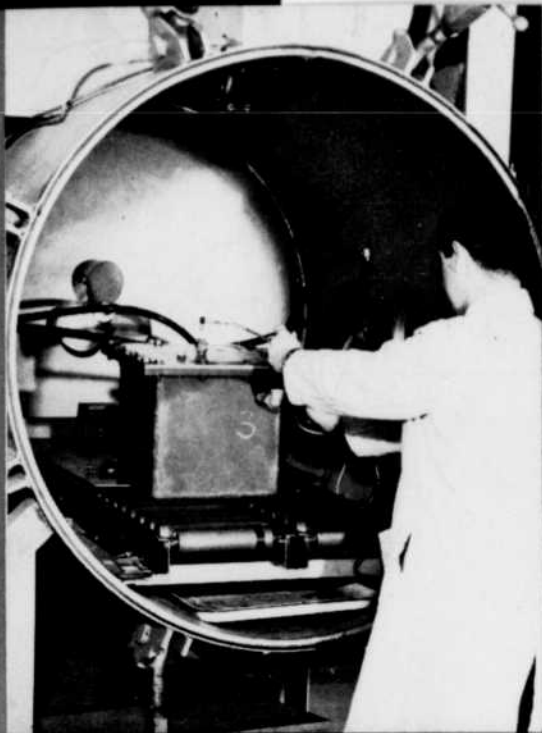


Un chercheur étudie la résistance à la corrosion du niobium en solution alcaline. On connaît assez bien sa résistance à la corrosion en présence des acides.

L'é
dan
fait
de
des

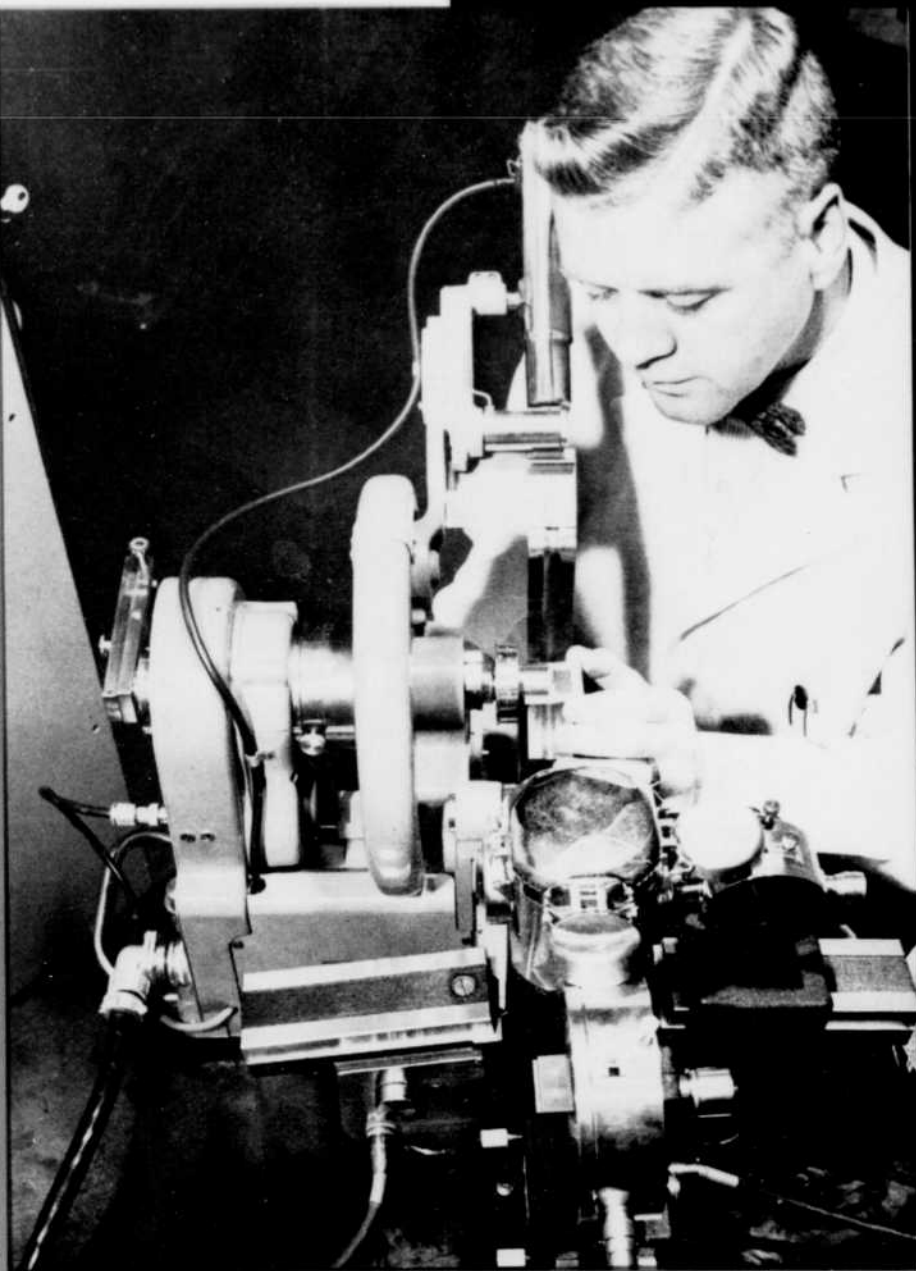
La direction de service du Canada



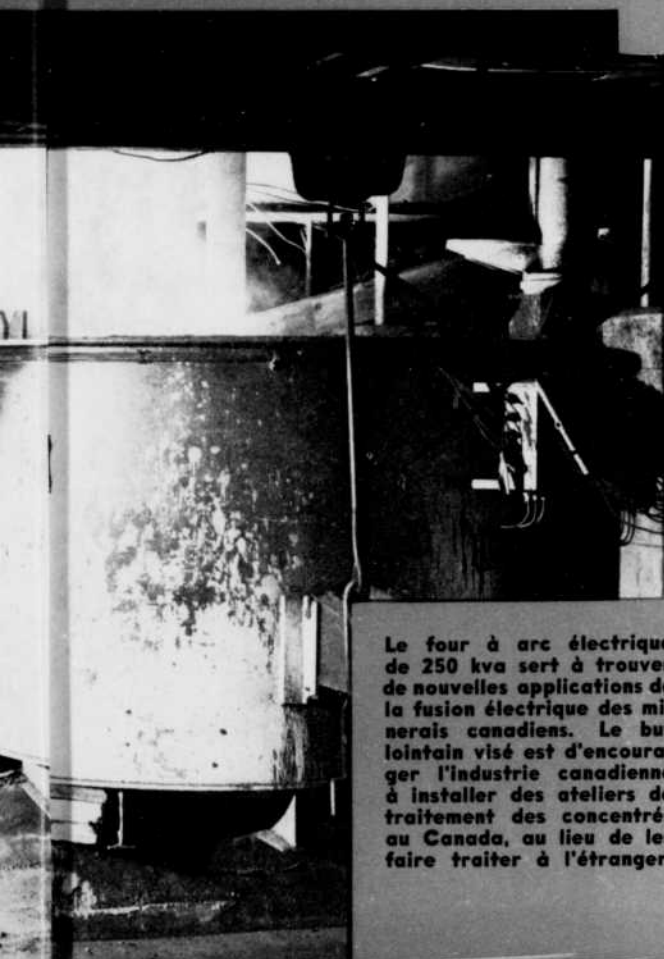


L'épreuve des appareils électriques employés dans des endroits de mines, dangereux du fait de gaz détonants, se fait au laboratoire de certification de ces appareils, Direction des mines.

des mines au Canada de demain

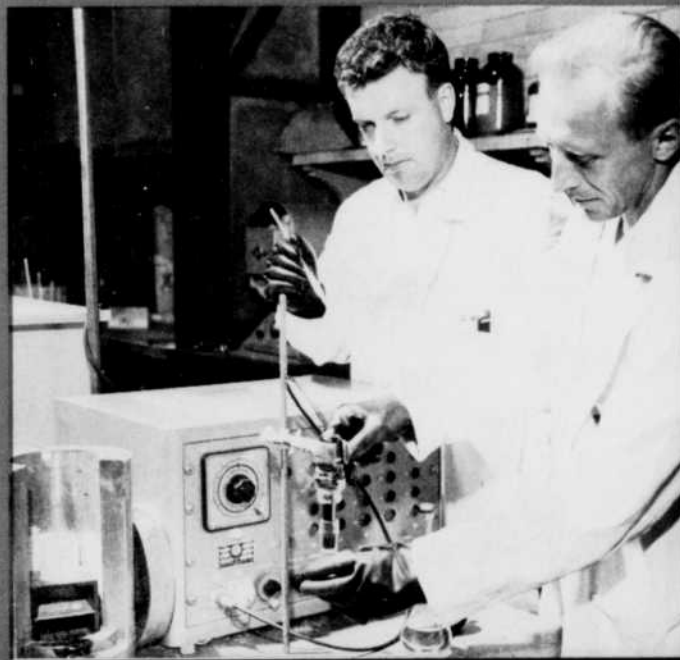


Appareil de radiodiffraction. On aperçoit les chambres photographiques de la poudre et l'opérateur plaçant un échantillon sur le radiodiffractomètre, pour déterminer les quantités de minéraux présents.



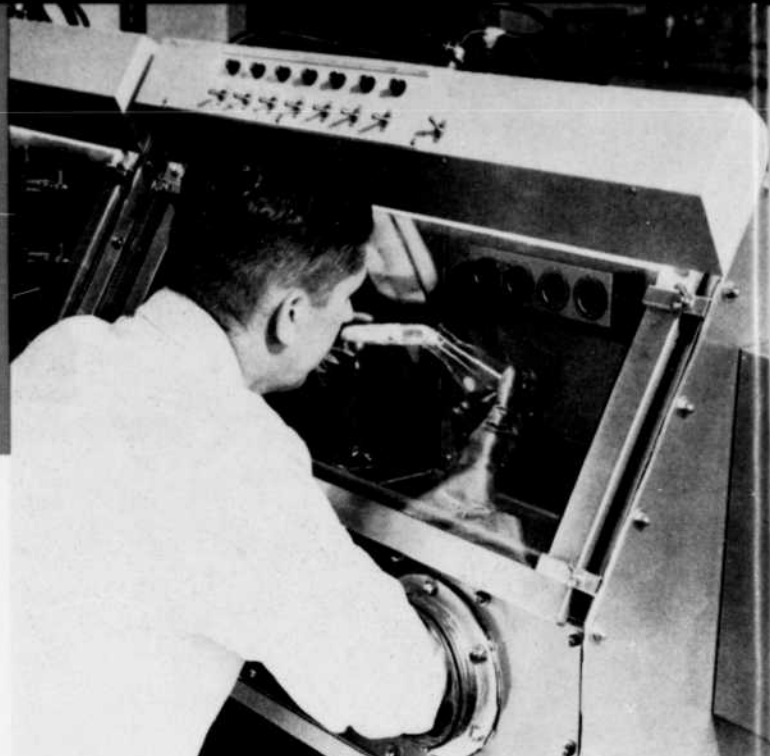
Le four à arc électrique de 250 kva sert à trouver de nouvelles applications de la fusion électrique des minerais canadiens. Le but lointain visé est d'encourager l'industrie canadienne à installer des ateliers de traitement des concentrés au Canada, au lieu de les faire traiter à l'étranger.

Chercheurs se servant de radioisotopes dans leurs travaux de chimie analytique.



SCIENCES MINÉRALOGIQUES

La "boîte sèche" permet de travailler sur des matières très réactives en atmosphères contrôlées (azote, argon ou air absolument sec).



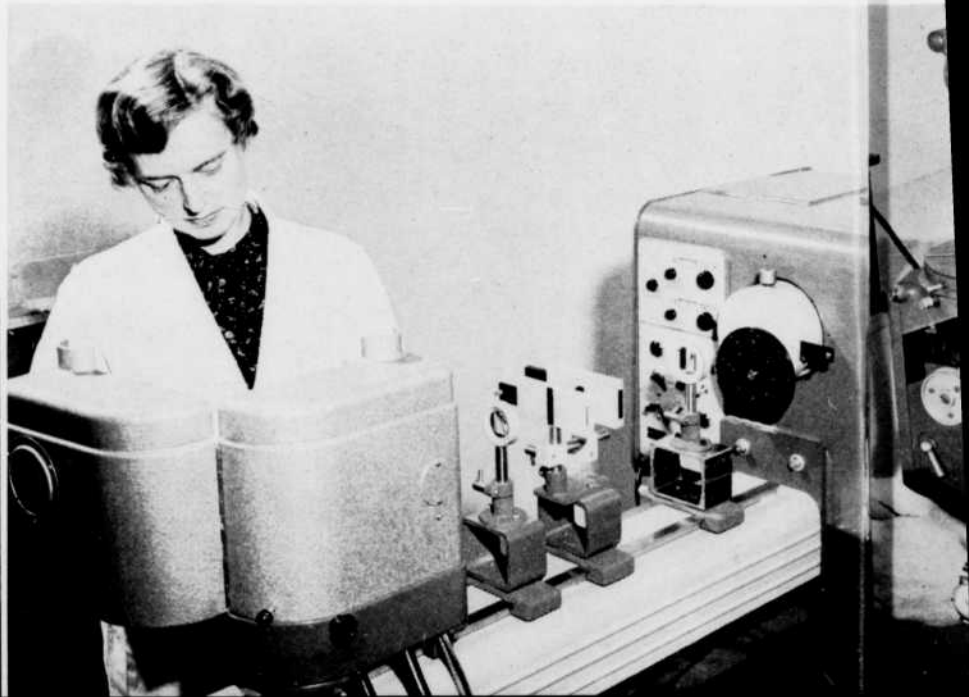
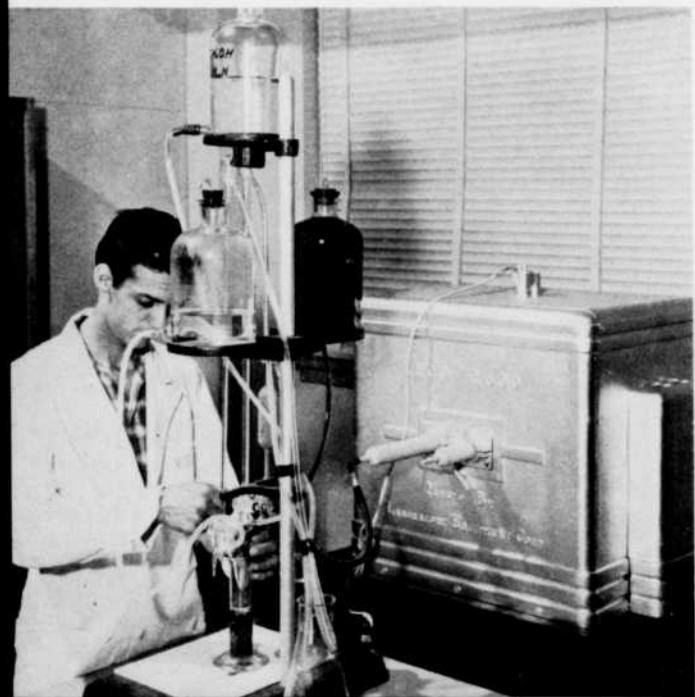
LA DIVISION des sciences minéralogiques applique les principes de physique et de chimie aux problèmes fondamentaux et à long terme qui se posent dans le domaine de la technologie minéralogique et les aspects connexes de la métallurgie. Elle expérimente, dans des laboratoires modernes, sur des minerais, des produits minéraux et métalliques, des matières cristallines inorganiques, et des substances radioactives. Elle aborde un vaste éventail de recherches, depuis de simples analyses ordinaires jusqu'aux problèmes compliqués exigeant les méthodes scientifiques et l'équipement les plus modernes.

Cette Division dirige ses efforts dans quatre directions : la chimie analytique, la minéralogie, la physique, les radioindicateurs et la chimie physique. Son rôle principal est d'aider aux enquêtes et recherches que mène la Direction des mines sur les minerais des métaux communs, les minéraux industriels, les céramiques, et les métaux et alliages de tous genres. Elle prête aussi son concours à l'industrie privée et aux autres services officiels pour les recherches spécialisées que

les laboratoires professionnels consultants n'entreprennent pas habituellement.

Les techniciens de la Division poursuivent entre autres, un programme s'élargissant sans cesse de recherches en chimie analytique appliquée afin de trouver de meilleures méthodes d'analyses répondant mieux aux exigences de plus en plus rigoureuses de la recherche et de l'industrie; des études minéralogiques portant surtout sur les minerais particulièrement complexes et pauvres; et des études en collaboration étroite avec les industriels et les chercheurs, sur l'emploi des radioisotopes qui, espère-t-on, apporteront une solution à des problèmes industriels et de recherche.

Les laboratoires analytiques disposent d'instruments modernes pour la spectrographie, la radiospectrométrie, la spectrophotométrie, l'électrochimie et la radiochimie. Les laboratoires de spectrographie émissive et de radiospectrographie, qui travaillent en collaboration avec le laboratoire de chimie, sont les seuls dans bien des cas, à pouvoir déterminer certains éléments de façon satisfaisante, en particulier quand ils n'existent qu'en





Un four à tubes à haute température sert à fritter, en atmosphère contrôlée, des produits réfractaires. On voit aussi les appareils de mesure et de réglage de la température.

très petite quantité. Le spectrographe est un instrument très utile quand on travaille sur des échantillons dont on ignore la constitution, car une analyse spectrographique rapide va en révéler la constitution approximative. Cela épargne au chimiste un long travail préliminaire qu'il lui faudrait normalement faire avant de commencer l'analyse chimique proprement dite.

Vu l'importance d'analyses rapides et précises en recherches métallurgiques, la Division accorde une priorité absolue à la mise au point de méthodes nouvelles et améliorées d'analyses. C'est un domaine où elle a constamment recours à de nouvelles méthodes instrumentales pour remplacer des techniques plus anciennes et moins rapides. Par exemple, elle a découvert qu'une combinaison de méthodes polarographiques avec dépôt électrolytique contrôlé simplifie énormément la détermination des impuretés dans certains alliages. Avant cette découverte, de telles déterminations étaient longues et souvent imprécises.

Les techniciens de la Division ont aussi de plus en plus recours aux radioindicateurs quand c'est possible, pour trouver de nouvelles méthodes d'analyse. Récemment, par exemple, poussés par l'industrie, qui n'est pas satisfaite des méthodes d'analyses actuelles, ils se sont servis de radioisotopes pour essayer d'apporter une solution au problème que pose l'analyse des métaux de la famille du platine. L'étude n'est pas terminée, mais le recours à cette technique a déjà jeté une lueur sur certaines difficultés.

La minéralogie offre une aide double dans l'étude des questions de la préparation mécanique des minéraux. Le premier stade de l'étude minéralogique comporte l'identification des minéraux présents, la détermination de leur constitution, l'étude de leur texture et de leurs enchevêtrements et, quelquefois, une analyse minéralogique (c'est-à-dire, la détermination du pourcentage de chaque minéral présent). La seconde phase consiste à étudier des produits après enrichissement pour régler



(A gauche)

Un four Leco permet de doser rapidement le soufre et le carbone contenus dans les métaux et les alliages.

(Au centre)

L'examen des spectres d'émission permet de déceler les nombreux oligoéléments dans les minerais, les minéraux, les alliages et les produits des minéraux.

(A droite)

Photomicrographies de plaques minces, grossies jusqu'à 1,000 fois, prises au microscope Vickers.



Etude de la radiodiffraction quantitative, sur un goniomètre à grand angle avec appareil enregistreur.

les problèmes qui surgissent pendant le travail et pour servir de guide pendant les différentes phases de l'enrichissement. La première étude est extrêmement importante car elle détermine parfois tout le processus d'enrichissement. Mais l'examen minéralogique a aussi une autre raison d'être: il peut révéler l'existence de composants intéressants dont on ne soupçonnait pas la présence et pour lesquels on n'avait pas fait ou demandé d'analyse. La Division réserve les études minéralogiques de ce genre à des problèmes peu courants plutôt qu'aux problèmes de tous les jours.

Une des études récentes que la Division effectue sur les minerais provenant des gîtes canadiens portait sur un minerai de titane que les ingénieurs de la Division ont eu du mal à concentrer. Les essais minéralogiques ont montré que la difficulté venait d'un type particulier de spinelle contenant du fer et du titane. La composition du spinelle rend l'enrichissement mécanique impossible, si bien qu'il faut maintenant trouver d'autres modes de récupération.

Une autre étude a révélé l'existence d'un minerai de niobium, jamais décrit jusqu'ici, dans un gîte du

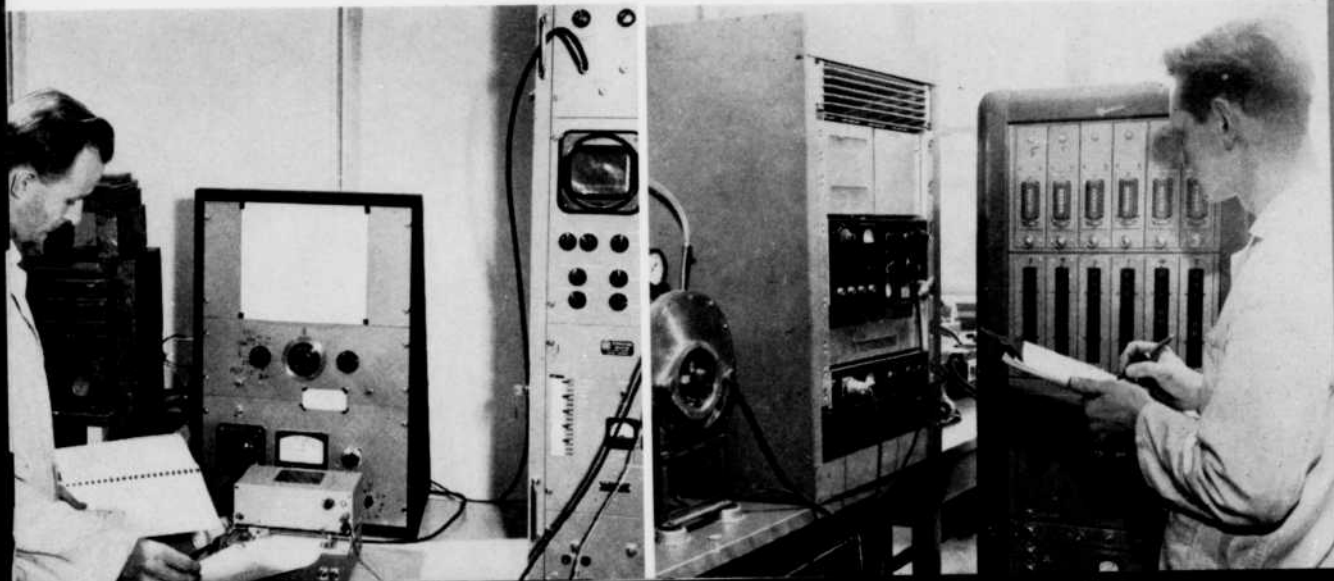
Québec. On l'a appelé "niocalite". Sa découverte explique certains problèmes qui s'étaient posés en concentrant ce minerai. Ces études ont aussi montré que les minerais de niobium sont extrêmement complexes.

La section de physique et de radioindicateurs de la Division remplit trois fonctions principales. Elle fait des essais et déterminations d'éléments radioactifs naturels ou artificiels dans les minerais et autres substances. Elle travaille à la mise au point de nouvelles méthodes et de nouveaux appareils à cette fin et à la conception d'éléments et de circuits électroniques pour l'application de ces méthodes dans les présentes recherches et autres travaux. Enfin, elle poursuit des recherches sur l'utilisation et la mise au point de méthodes d'emploi des radioindicateurs pour résoudre les problèmes que rencontrent l'industrie et les laboratoires, surtout dans le domaine de la métallurgie extractive et physique.

Les techniciens de la Division emploient les traceurs, par exemple, pour étudier le mouvement du métal et des scories dans le fonctionnement d'un four électrique et l'absorption de divers éléments sur des particules minérales, afin d'explorer les moyens de retracer les particules minérales radioactives pendant la concentration du minerai. Parmi leurs innovations récentes, il y a lieu de signaler un viscosimètre à bille radioactive à vitesse réglée, servant à mesurer la viscosité des boues aqueuses minérales et des métaux fondus.

Les études fondamentales de chimie physique sont de plus en plus précieuses à l'industrie pour résoudre les problèmes des procédés à long terme. La Division accorde une grande importance à l'équilibre de phase, ainsi qu'à l'étude de la composition et du frittage des oxydes de substances réfractaires. Ses études s'étendent des enquêtes sur les scories métallurgiques à l'éclaircissement de l'important système fer-titane-oxygène. La Division a également fait une bonne partie des travaux de base sur la chimie et le frittage du bioxyde d'uranium employé comme combustible dans les réacteurs d'énergie nucléaire. On s'y est aussi occupé récemment de régler la qualité de la brique réfractaire. Il ressort de l'étude des réactions qui se produisent pendant la fabrication de la brique que des phénomènes comme l'affaissement soudain, la formation de marques et le collement sont dus à un composé du genre spinelle qui, en se formant dans certaines conditions, nuit aux propriétés du produit.

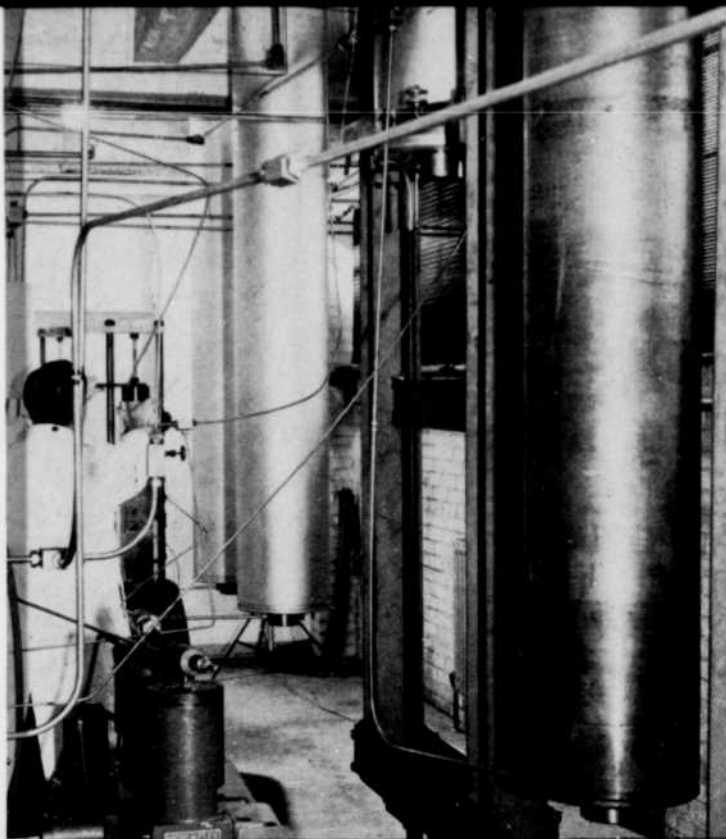
Des simples analyses aux recherches complexes sur la composition, ces études de minerais, de minéraux et des produits qu'on en tire aident à assurer l'utilisation économique et la judicieuse conservation des ressources minérales du Canada.



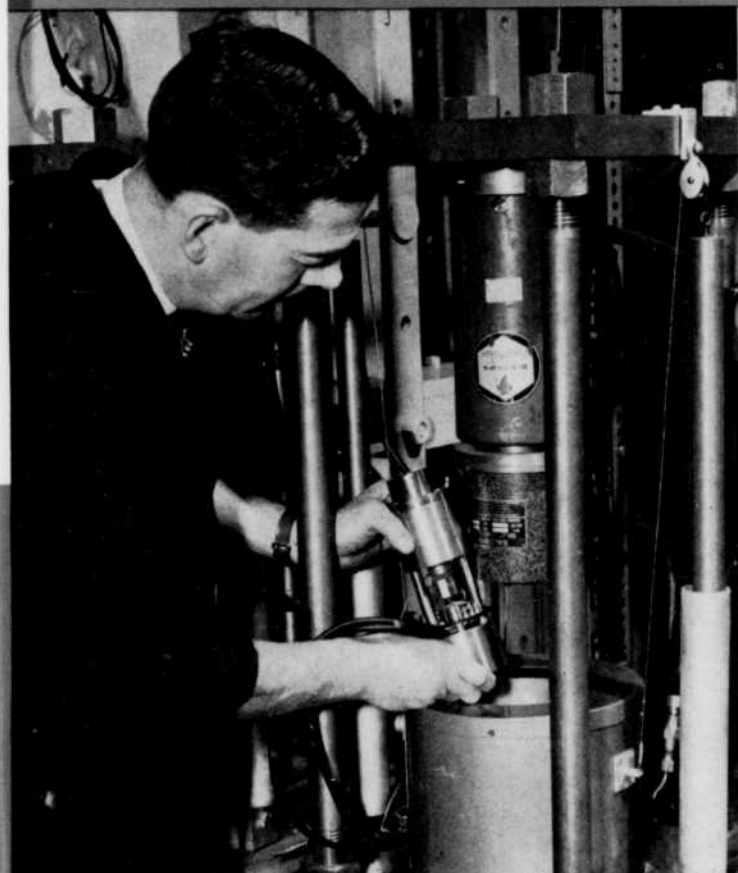
(A gauche)
Emploi d'un spectromètre à rayons gamma, pour identifier les radioisotopes dans les minerais, dans les poussières de retombée radioactive et les plantes.

(A droite)
Le spectromètre à rayons alpha sert à identifier les éléments radioactifs dans un circuit de lessivage d'uranium.

COMBUSTIBLES ET TECHNIQUES DE L'EXPLOITATION MINIÈRE



Dans son atelier pilote, à des pressions allant jusqu'à 20,000 li. po. ca., la Direction fait des travaux d'hydrogénation en vue de mettre au point des techniques de raffinage rentables des pétroles et bitumes pauvres provenant de l'Ouest du Canada.



La Direction des mines étudie les problèmes de la mécanique du sol et des roches souterraines dans l'exploitation minière en profondeur au Canada. Un technicien éprouve une roche tirée d'une houillère de la Nouvelle-Ecosse, pour en déterminer la résistance au glissement.

LE CANADA est riche en combustibles minéraux, mais leur exploitation est compliquée du fait de leur situation géographique par rapport aux marchés, de leur qualité ou des difficultés que soulève leur extraction. Les combustibles sont si importants comme source d'énergie servant de base à la structure compliquée de la société moderne, qu'il est essentiel de les étudier à fond en fonction de leur utilisation et leur conservation.

Dans ce cadre d'ordre général, la Division des combustibles et des techniques de l'exploitation minière étudie les propriétés des combustibles fossiles du Canada, leur extraction, leur enrichissement et leur emploi, ainsi que leurs produits dérivés. De plus, ses recherches et ses études portent sur les contraintes des roches et d'autres problèmes qui se posent à l'industrie minière.

Elle exécute trois genres de travaux sur les combustibles.

1) Elle fait l'inventaire des réserves du pays en combustibles et les classe selon leur qualité et leur adaptation aux usages ordinaires.

2) Par des moyens techniques et scientifiques, elle cherche à encourager la production et l'emploi plus efficace et économique des divers combustibles minéraux (charbon, tourbe, schiste bitumineux, gaz naturel, pétrole et substances bitumineuses, notamment les sables pétrolifères, ainsi que leurs dérivés).

3) Elle fait des recherches de longue durée sur des combustibles fossiles pauvres ou situés dans des endroits peu accessibles, afin de perfectionner les techniques d'exploitation, d'enrichissement ou de raffinage. Le but ainsi visé est d'en faciliter la mise en valeur économique et méthodique en temps de paix, et de fournir une bonne base technique pour en accélérer l'expansion industrielle avec un minimum de perte en temps de guerre.



Un technicien se sert d'un four de laboratoire pour évaluer un charbon cokéfiant de la région du Nid-de-Corbeau (Ouest du Canada).

De nombreuses recherches sur la combustion et des expériences soigneuses faites dans des chaufferies industrielles permettent aux techniciens des Mines de modifier la construction des foyers mécaniques brûlant du charbon des provinces Maritimes.

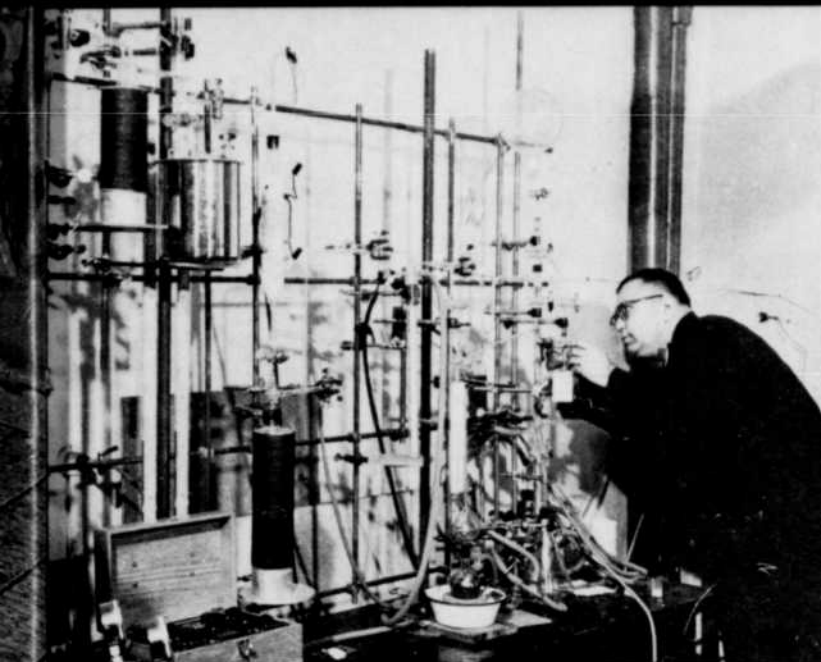
La Division s'efforce surtout de faire des recherches et des études sur les difficultés auxquelles se heurte l'industrie houillère, par suite de sa perte de nombreux marchés au profit d'autres combustibles. Le gros de ce travail consiste à étudier l'exploitation houillère aux points de vue technique et économique, et à évaluer la possibilité que la technologie trouve de nouveaux usages pour le charbon canadien. Par exemple, les techniciens de la Division cherchent des méthodes de lavage et d'enrichissement destinées à améliorer les produits et à diminuer le gaspillage; leurs recherches portent sur les produits du charbon, notamment les brais de houille, et sur le mélange de charbons pour obtenir des cokes de haute qualité à fonderie et à haut fourneau. En récompense de leur travail sur la composition chimique des brais, deux chercheurs de la Division ont reçu la médaille décernée en 1957 par la Bituminous Coal Association.

Dans l'Ouest, où la proportion des houilles friables est élevée, l'industrie de la houille grasse se heurte à de

grosses difficultés de lavage et d'écoulement des fines. La Division a fait beaucoup de recherches sur le moulage de ces fines en briquettes pouvant répondre aux normes des industries et des usagers en général. L'un de ses techniciens a conçu et réalisé un bec de vaporisation qui permet de bien mieux disperser le liant liquide au cours du moulage.

De concert avec le conseil de recherches de l'Alberta, la Division a entrepris un certain nombre de travaux sur le lavage de la charbonnaille. En particulier, on exécute des essais à l'aide d'un hydrocyclone, destiné au lavage de la charbonnaille, installé dans les laboratoires du conseil de recherches, à Edmonton (Alb.).

En cherchant de nouveaux usages pour le charbon, la Division vise à satisfaire les deux industries thermo-électrique et métallurgique, qui utiliseront sans doute de gros tonnages de charbon. Elle étudie, par exemple, la question de la fusion instantanée, pour arriver à fabriquer de la fonte par l'emploi direct de charbonnaille dans des appareils relativement peu coûteux. D'autre part, elle étudie la possibilité d'utiliser les charbons cokéfiant de la région du Nid-de-Corbeau (Alberta et Colombie-Britannique), à divers usages en métallurgie, au Canada comme à l'étranger.



La Direction fait une étude poussée de la chimie fondamentale de la désulfuration du pétrole. Un scientifique étudie la cinétique de la désulfuration du thiophène.

Un scientifique étudie la décomposition thermique des paraffines soumises à des radiations gamma.



La Division fournit aussi de nombreux services d'expert conseil aux organismes officiels ou industriels, quant à l'évaluation et à l'usage efficace des charbons canadiens en matière de chauffage et de centrales thermoelectriques.

L'investigation des divers phénomènes de combustion fait naturellement suite aux recherches sur les combustibles. En ce qui concerne le génie mécanique, on s'occupe surtout de la mise au point, au moyen d'essais à l'échelle d'un laboratoire ou à l'échelle industrielle, de techniques et d'appareils visant à améliorer le rendement des combustibles du pays. Un important travail, exécuté de concert avec l'industrie, consiste à améliorer la combustion, dans les foyers à alimentation automatique, de charbons extraits en Nouvelle-Écosse et dont les cendres ont une basse température de fusion. La Division dirige maintenant le laboratoire de la Section des explosifs, qui faisait auparavant partie de la Division des explosifs, du Ministère.

La Division s'occupe très activement de recherches sur le pétrole, notamment en vue d'en améliorer la qualité et de donner une valeur marchande aux produits des pétroles pauvres et du bitume riche en soufre, si abondant dans l'Ouest. La valorisation de ces énormes réserves de pétrole contribuerait beaucoup à la conservation des ressources pétrolières du pays et prendrait



Le spectromètre à infra-rouge sert à étudier les structures chimiques des charbons, goudrons et pétroles.

une grande valeur stratégique en cas de toute interruption du transport du pétrole du Moyen-Orient, où se trouvent presque les trois quarts des réserves pétrolières connues du monde entier.

La Division a élaboré un procédé de séparation économique à l'eau froide du bitume dans les sables bitumineux de l'Alberta. Cependant, le bitume séparé ne pouvant se vendre, elle exécute un programme de longue durée sur l'hydrogénation, en vue de réduire la teneur en soufre du bitume et des bruts et de produire des substances vendables.

A ce sujet, les techniciens de la Division ont achevé en 1955 la construction d'un atelier pilote qui marchera à des pressions allant jusqu'à 20,000 livres par pouce carré. Ils ont démontré qu'une pression de 10,000 livres suffit pour obtenir une excellente huile lourde. Une partie des travaux vise à trouver des catalyseurs convenables.

En chimie catalytique, la Division a donné une nouvelle orientation à ses travaux en élaborant des moyens d'améliorer les procédés de raffinage qui, à leur tour, dépendent d'une meilleure catalyse des diverses opérations chimiques en cause. A l'aide d'une bombe au cobalt, elle étudie l'effet des rayons gamma intenses sur les catalyseurs solides et sur la décomposition des hydrocarbures.

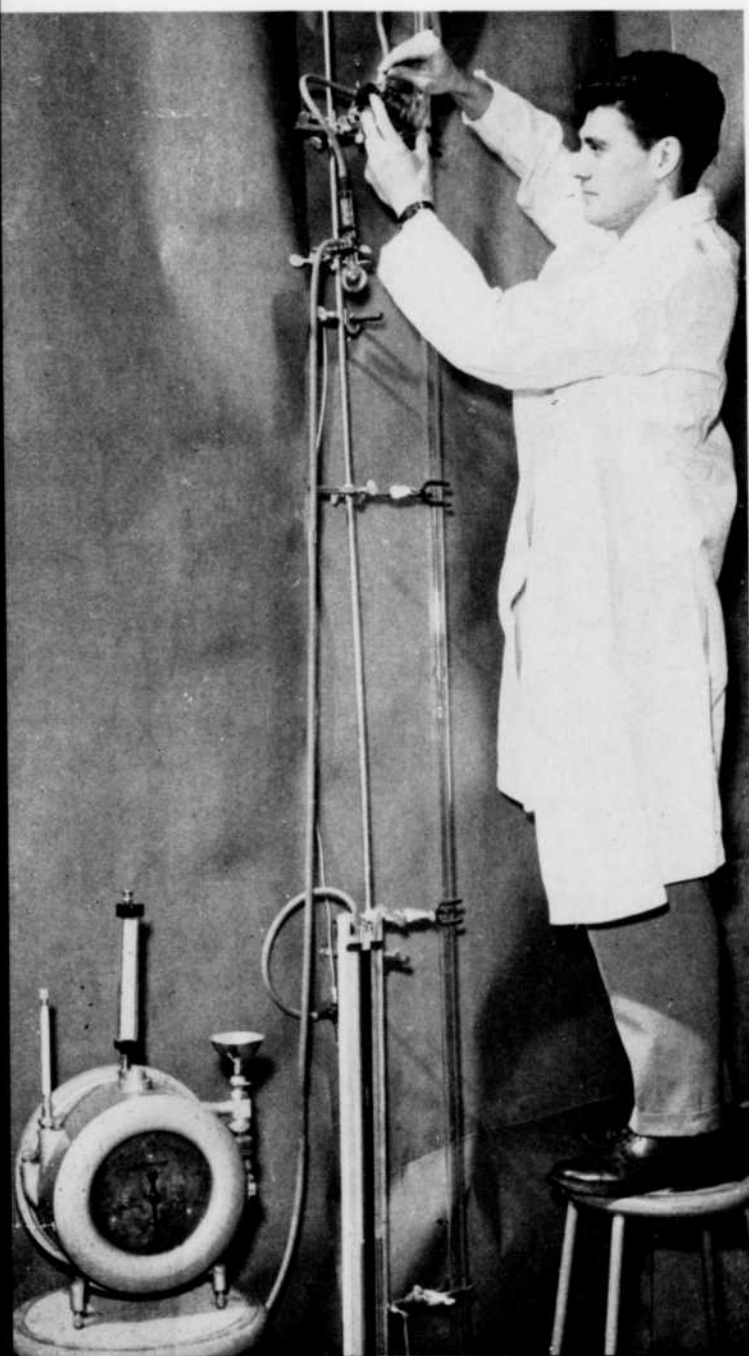
Un autre travail consiste à distiller les pétroles lourds et pauvres de l'Ouest, pour déterminer la valeur de cette opération dans leur raffinage, et de son importance directe pour l'industrie de l'asphalte.

La Division a fait un grand pas dans ses recherches sur le pétrole : elle vient d'élaborer une technique permettant de distinguer et de classer, rapidement et méthodiquement, les pétroles et les substances bitumineuses. On pourra ainsi étudier, avec bien moins de temps et d'efforts, les hydrocarbures naturels et distinguer de la même façon les hydrocarbures combustibles.

Quant aux techniques de l'exploitation minière, des techniciens et des physiciens de la Division exécutent des études complètes, de longue portée, sur les divers problèmes que posent les contraintes des roches dans les chantiers souterrains : ils visent ainsi à contribuer à la meilleure récupération possible des minéraux canadiens. Une grande partie de ces minéraux provient des mines exploitées depuis longtemps et qui ont déjà atteint de grandes profondeurs. A cause de cela et de la tendance à exploiter de vastes gîtes de minerai pauvre, il importe de comprendre la nature des terrains, d'autant plus qu'il s'agit de questions complexes dont l'étude, vu la difficulté des observations en grand, est forcément de longue durée. Des ingénieurs de la Division collaborent à ces travaux avec des géologues de la Commission géologique du Canada.

Dans son laboratoire de certification électrique, la Division fournit aux fabricants canadiens d'appareils électriques le moyen d'essayer et (ou) de faire approuver les appareils destinés à être employés dans les mines, notamment dans les houillères, et dans des endroits dangereux.

On ne saurait trop insister sur l'importance d'une bonne utilisation des minéraux canadiens, surtout ceux qui sont pauvres. Par ses recherches sur les combustibles fossiles et son travail sur les pratiques minières, la Division vise à la prospérité des Canadiens des générations futures.



Un ingénieur chimiste étudie certaines propriétés dynamiques de catalyseurs en couches fluides, afin de déterminer le comportement de ces couches sous une haute pression.

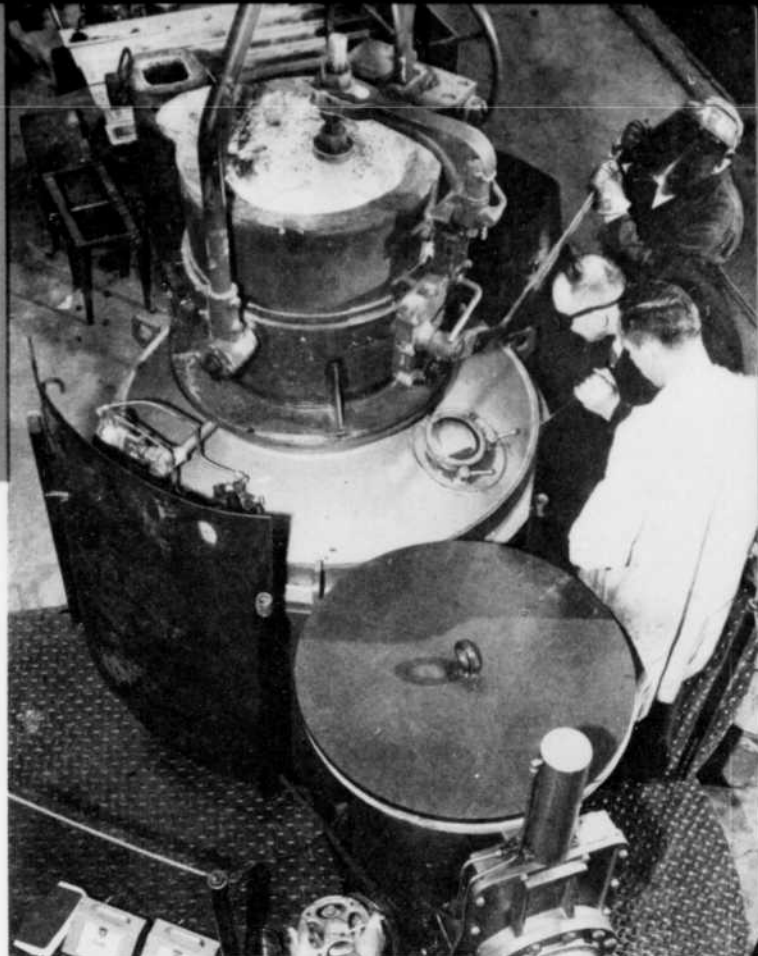
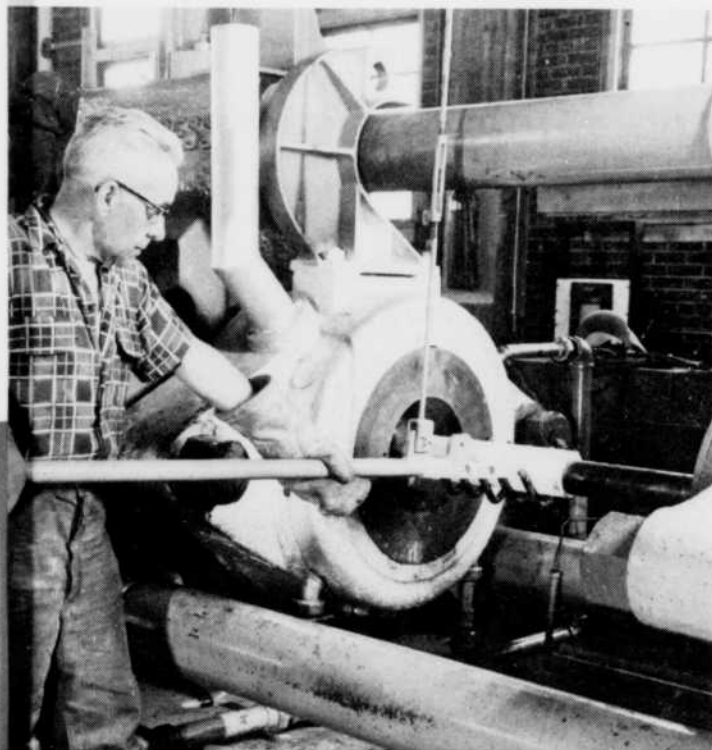
MÉTALLURGIE

PHYSIQUE

LE PROGRÈS ouvre sans cesse de nouveaux champs aux améliorations et, par là même, recule les limites des usages possibles des métaux et de leurs alliages.

Le Canada possède d'énormes quantités de métaux tels que le cobalt, le cuivre, le lithium, le fer, le magnésium, le niobium, le nickel, le plomb, le titane, l'uranium et le zinc, tous essentiels à la fabrication du matériel de défense, aux installations d'énergie atomique et à la composition de certains alliages spéciaux pour les hautes températures (moteurs d'avions à réaction, engins télé-guidés) ou pour la fabrication d'appareils utilisés dans l'espace et dans les régions polaires. Toutefois, la recherche pure et appliquée est un facteur indispensable au travail de ces métaux et de leurs alliages si l'on veut suivre la marche du progrès et répondre aux besoins modernes de la défense.

Enfournement d'une billette d'aluminium dans la fileuse, où une pression de 900 livres permettra de la façonner en une gaine allongée destinée à un prototype d'uranium combustible.

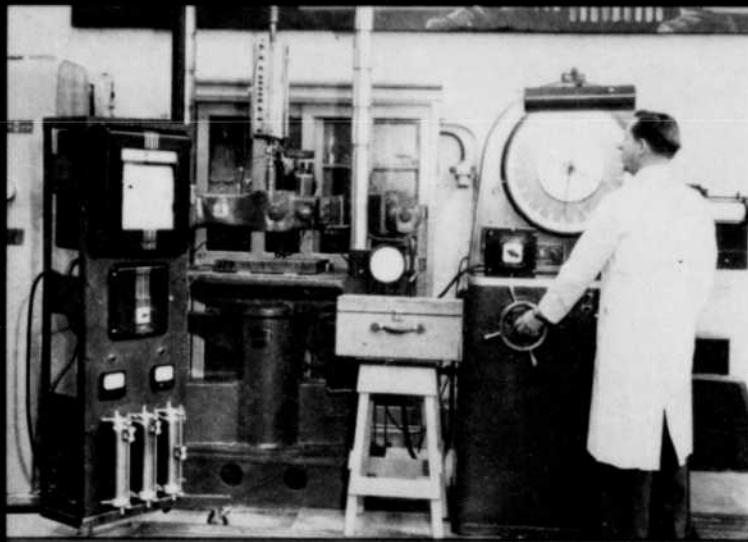


Dégazage sous le vide d'une coulée d'acier dans un appareil de moulage d'une capacité de 250 livres.

Le travail de la Division embrasse à peu près toutes les phases de la métallurgie physique. Ses laboratoires sont équipés pour tous les travaux allant du moulage et du façonnage des métaux à la détermination précise de la disposition des atomes dans les alliages; la Division possède des installations modernes de recherches appliquées à l'échelle industrielle ou semi-industrielle. Ces installations comportent même une fonderie complète, les appareils de traitement thermique, de travail des métaux et de soudure.

La Division restreint son activité, recherches fondamentales et appliquées, aux domaines du façonnage, des alliages, de l'affinement et des essais des métaux, et, au moyen d'investigations techniques, elle aide aux industries minière et métallurgique canadiennes, aux services de la défense, et à d'autres ministères, à résoudre les problèmes de façonnage et d'utilisation des métaux et de leurs produits.

La Division fait bon usage de tous les appareils et techniques modernes, y compris des instruments scientifiques comme le microscope électronique et des techniques modernes comme la technique de fusion en zone flottante pour l'affinage des métaux.



Un alliage réfractaire est soumis à des essais en traction à haute température.



La Direction fait une étude poussée du mécanisme de la détérioration des métaux due à la fatigue. Une éprouvette est montée dans une machine de fatigue en microtorsion; le but visé est d'établir la corrélation entre les microfissures internes et la progression de la déformation plastique.



Les recherches de la Direction sur la fusion, l'alliage et le façonnage des métaux réfractaires, tels que le titane, comprennent l'étude du procédé de fusion à l'arc, sous le vide avec électrode consommable, appliqué aux alliages soumis à de hautes températures et aux aciers à usages spéciaux.

Les travaux d'investigation de la Division sont, en grande partie, causés par les avaries mécaniques. Résultant habituellement de la fatigue, ces avaries sont, pour l'industrie, une source de constant souci. Dans l'une de ses nombreuses recherches sur les moyens de combattre la fatigue, la Division a eu recours aux méthodes de radiodiffraction, aux méthodes à ultrasons, et aux méthodes magnétiques et microscopiques, pour étudier les changements qui s'opèrent dans les métaux et les alliages sous charge cyclique afin d'en découvrir la nature et les causes. Si l'on comprenait mieux ces changements, il serait plus facile d'élaborer des métaux et alliages résistant davantage à la fatigue.

Ces travaux ont permis à la Division de mettre au point un nouveau procédé de fabrication de tiges de forage: le laminage hélicoïdal. Ce procédé augmente considérablement la résistance de ces tiges et leur durabilité. La Division a également réussi à concevoir et à fabriquer un indicateur de profondeur des fissures servant à déceler et à mesurer les fissures. Elle tente présentement de perfectionner cet indicateur pour l'adapter aux travaux sur le terrain et d'établir de bons tableaux de calibrage pour les différents genres de fissures qui se rencontrent.

L'étude des aciers, de leur élaboration et de leurs diverses utilisations constitue un des grands programmes de la Division. Ce travail va de la mise au point d'aciers ferritiques alliés prometteurs à partir de matériaux canadiens, entrant dans la fabrication de pièces forgées des rotors destinés aux centrales nucléaires et thermiques, jusqu'à l'élaboration d'aciers de prix raisonnables pouvant servir à la construction dans les régions nordiques. L'une de ces études porte sur la mise au point d'un acier possédant une bonne ductilité à basse température.

On a terminé une étude sur le régime d'usure des patins de chasse-neige qui a soulevé un vif intérêt et on travaille maintenant sur les matériaux dont sont faits les lames de niveleuses, pour le ministère de la Voirie de l'Ontario, et la pointe du soc des charrues, pour la Fédération canadienne de l'agriculture. Avant d'effectuer des essais intensifs dans le champ, on fait actuellement des expériences de laboratoire.

L'emploi, de plus en plus généralisé, de la méthode du vide, destinée à améliorer la qualité des aciers aux températures élevées pour qu'ils résistent à de fortes contraintes, a conduit la Division à étudier l'effet du dégazage de l'acier par le vide avant le forgeage et la coulée des pièces de grandes dimensions. La solution des gaz pendant la fusion de l'acier et son évolution subséquente pendant la solidification posent depuis longtemps de graves problèmes dans la fabrication de gros forgeages et le coulage de pièces de grand échantillon.

Le dégazage par le vide supprime l'hydrogène qui, en plus de rendre l'acier cassant, est très nuisible aux aciers qui doivent supporter de fortes contraintes. La Division étudie aussi la réaction scories-métal dans une poche de coulée d'acier en chambre vide. Elle espère, grâce à ces études, pouvoir donner à l'industrie canadienne des renseignements sur : 1) certains effets du coulage sous le vide, 2) les propriétés des aciers à faible teneur en gaz et les réactions scories-métal.

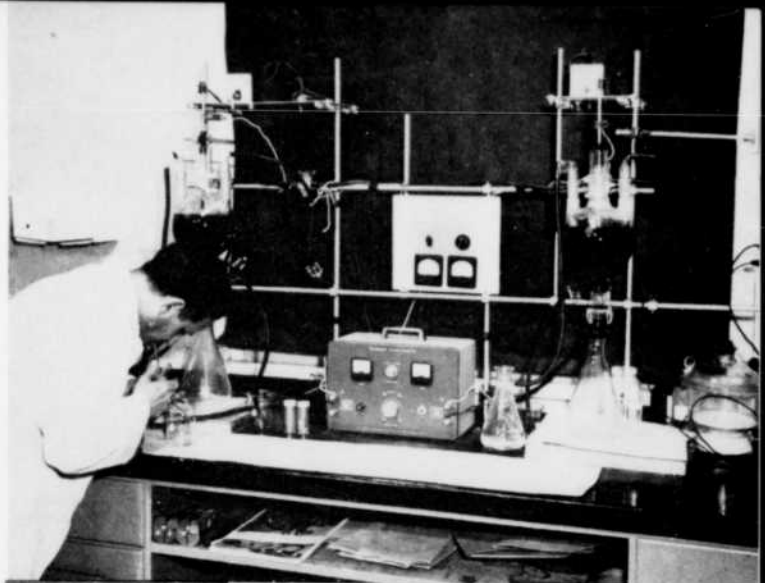
La Division a aussi mis au point un moyen pratique de réduire la teneur en soufre de l'acier électrique acide en y ajoutant un alliage aluminium-magnésium. La haute teneur en soufre de ces aciers rendait difficile la production de pièces coulées sans fissures et avait un effet nuisible sur les propriétés de ces pièces par des températures inférieures à zéro.

Les recherches que mène la Division dans le domaine des métaux et alliages non-ferreux comprennent une étude des propriétés de nombreux alliages sous forme liquide et de divers phénomènes de solidification ainsi que l'emploi de différents traitements physico-chimiques comme le dégazage, et l'affinage du grain, pour améliorer la qualité de la fonte.

Deux investigations sont en cours, destinées à intensifier, à la faveur des progrès technologiques, les ventes de zinc canadien sur les marchés mondiaux. En collaboration étroite avec le **Canadian Zinc Research and Development Committee**, qui groupe les principaux producteurs et consommateurs de zinc primaire et secondaire du Canada, la Division étudie des systèmes d'alliage de zinc dans le but de parvenir à en produire de plus forts, résistant mieux à la corrosion, aux basses températures et au fluage. Elle étudie également l'emploi de différentes qualités et de différents alliages de zinc dans les bains de galvanisation pour en apprendre davantage sur les principes de la galvanisation et pour en augmenter l'uniformité, l'épaisseur et l'adhérence.

Les travaux sur les nouveaux alliages constituent surtout une recherche du rapport force-poids le plus élevé possible. Pour ces travaux, la Division utilise beaucoup l'aluminium et le magnésium et elle complète ses investigations de caractéristiques de fonderie et de propriétés mécaniques des alliages par des analyses thermiques, des observations microscopiques au stade chaud et des études sur le vieillissement.

L'évolution actuelle en fait de projectiles téléguidés, de véhicules aériens à très haute vitesse et de centrales atomiques souligne le besoin que nous avons d'alliages très spéciaux, ayant un rapport force-poids élevé, et une grande résistance à la corrosion et aux températures élevées. Toutes ces exigences nous forcent à concevoir des alliages dont nous connaissons à l'avance les propriétés. Pour y arriver, il est indispensable d'avoir des connaissances précises sur le rôle de la structure, les micro-constituants, les variations de composition chimique et le traitement thermique des alliages,



(Ci-haut)

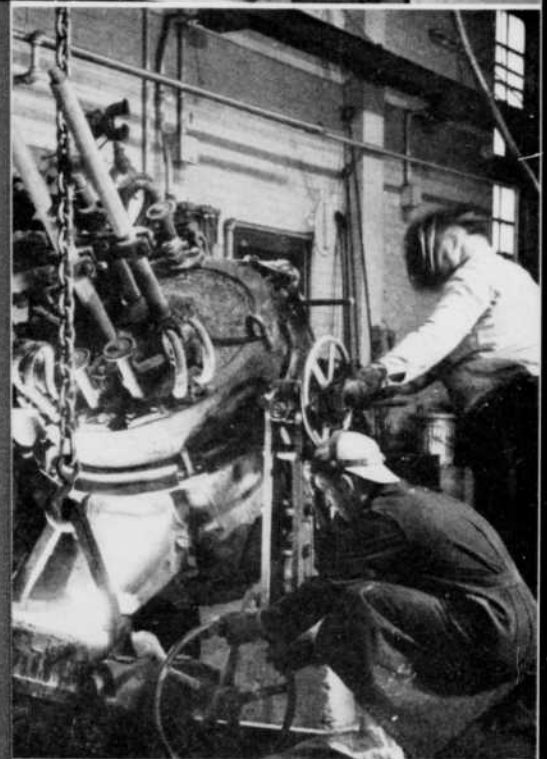
Un scientifique isole des particules de carbure dans un acier au chrome - molybdène - vanadium.

(Ci-contre)

Coulage d'acier très résistant, du four de fusion à arc direct d'une capacité de 500 livres.

(Ci-dessous)

Examen microscopique de métaux, à hautes températures, afin de constater le moment du changement de phase.



afin d'en déterminer les propriétés mécaniques. A cette fin, la Division étudie les systèmes ternaires des alliages à base de titane, de nickel et de fer. Les connaissances acquises au cours de ces études devraient faciliter la mise au point d'alliages de métaux réfractaires supportant de hautes températures comme en réclament les besoins si spécialisés de la technologie moderne.

En métallurgie nucléaire, la Division s'occupe surtout de la mise au point et de l'évaluation de matériaux métalliques servant aux réacteurs nucléaires. Ces matériaux comprennent l'uranium métal et ses alliages comme éléments combustibles, et les alliages d'aluminium et de zirconium comme revêtement de combustible et sous forme de tubes à pression. Ce travail constitue une phase importante de la réalisation économique de réacteurs de centrales électro-nucléaires de conception canadienne.

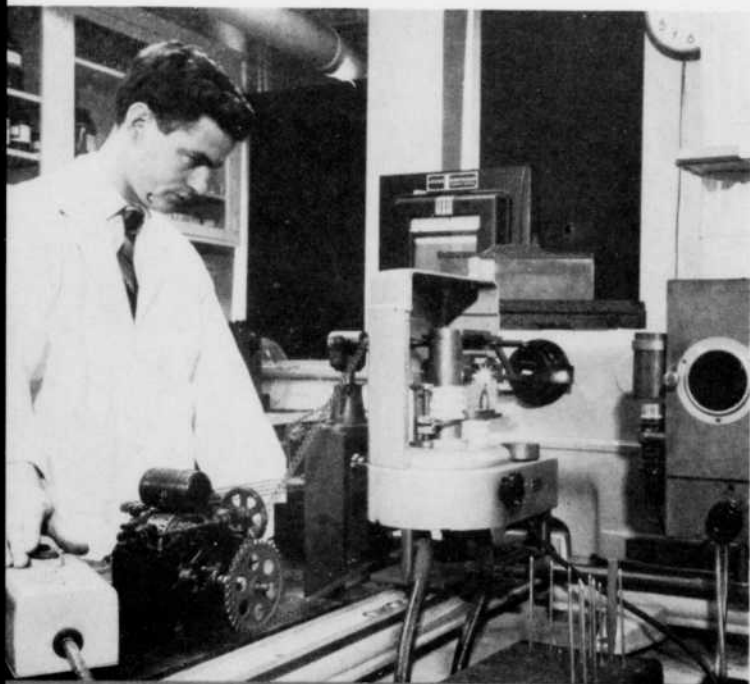
L'industrie cherche les réponses à de nombreuses questions sur la structure et les propriétés physiques des métaux et alliages. Dans ce domaine, la Division étudie, par exemple, la structure atomique des joints des grains minuscules qui forment les métaux, et le genre d'influence qu'ils peuvent avoir sur les propriétés mécaniques. On se sert pour cela de métaux produits en laboratoire par les techniques nouvelles de croissance des cristaux.

La Division étudie les effets de petites quantités d'impuretés sur les propriétés physiques et chimiques

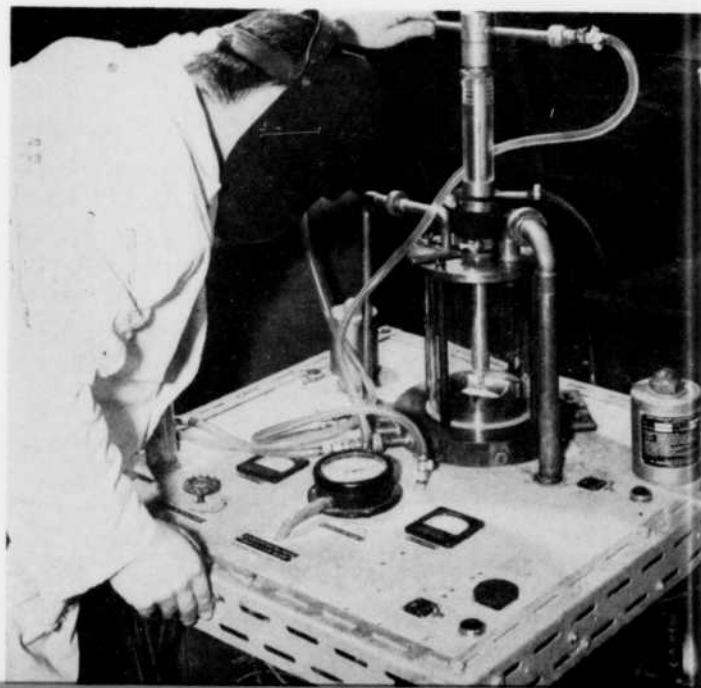
des métaux. Elle produit, dans ses laboratoires, des métaux extra-purs par la technique de fusion en zone flottante, le dernier cri en fait d'affinage; elle peut ainsi comparer les propriétés de ces métaux extra-purs avec celles des métaux de qualité commerciale.

On fait usage courant du microscope électronique pour étudier les imperfections dans l'arrangement cristallin des métaux et leur influence sur les propriétés mécaniques des solides. On utilise aussi les techniques les plus modernes de radiodiffraction pour étudier les forces qui retiennent les atomes des métaux et alliages. On espère ainsi acquérir une meilleure connaissance de leur résistance à la limite.

Les propriétés intrinsèques des métaux cachent encore beaucoup de secrets. Mais c'est seulement en ayant une connaissance fondamentale de ces sujets qu'on pourra mettre au point des matériaux possédant les propriétés optima pour enfin répondre aux besoins de la technique moderne. Il nous faut, par exemple, des revêtements métalliques légers qui restent résistants et flexibles même sous les températures glaciales de l'espace; des semi-conducteurs capables de régler le débit d'électricité dans les zones à haute température et à haute fréquence; et des alliages réfléchissant les neutrons dans les engins nucléaires. Or, ces connaissances ne nous seront révélées que par des recherches fondamentales.



Appareil d'analyse spectrographique de microvolume servant à analyser les amas hétérogènes ou les inclusions.



Un appareil de fusion sous le vide, à arc inertes, sert à produire de nouveaux alliages destinés à l'industrie de l'énergie nucléaire.

**MINISTÈRE DES MINES ET
DES RELEVÉS TECHNIQUES**

MINISTRE

L'honorable Paul Comtois



SOUS-MINISTRE

Marc Boyer

**DIRECTEUR GÉNÉRAL DES
SERVICES SCIENTIFIQUES**

W. E. van Steenburgh

DIRECTION DES MINES

John Convey, directeur

**DIRECTION DES LEVÉS ET
DE LA CARTOGRAPHIE**

S. G. Gamble, directeur

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

J. M. Harrison, directeur

OBSERVATOIRES FÉDÉRAUX

C. S. Beals, astronome fédéral

DIRECTION DE LA GÉOGRAPHIE

N. L. Nicholson, directeur



LE COMPORTEMENT PLASTIQUE DES TUBES OUVERTS À PAROIS ÉPAISSES SOU MIS À DES PRESSIONS INTÉRIEURES

par

FRÉDÉRIC RIMROTT, Ph. D., Ing. P. (A.P.E.O.)

Boursier post-doctoral du Conseil National des Recherches

Contribution du

Département de Résistance des Matériaux de

l'École Polytechnique de Montréal

Sommaire

Les équations qui donnent le comportement des tubes à parois épaisses non sollicités longitudinalement et soumis à des pressions intérieures sont dérivées en supposant que le diagramme tension Ludwik déformation Ludwik peut être exprimée par une relation à la puissance n . Les accroissements sont considérés comme étant d'une grandeur telle qu'il faut appliquer la théorie des déformations finies. Les trois sortes de limites de la résistance plastique, soit l'instabilité, la rupture à l'extension et la rupture au cisaillement, sont aussi exposées.

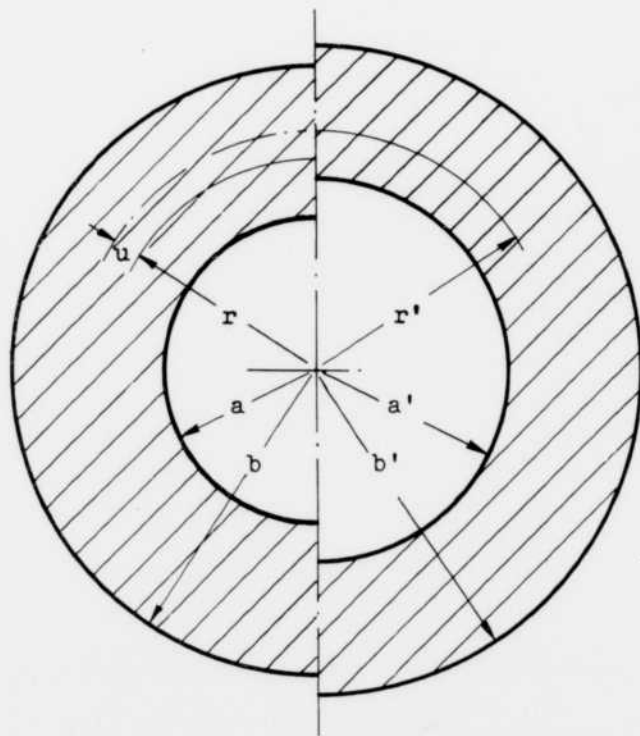
Introduction

La répartition des tensions et des déformations à travers les parois des cylindres creux soumis à des pressions intérieures, s'ils sont fermés aux deux bouts, a été obtenue par Marin et Rimrott¹⁾, qui ont traité ce problème au moyen de la théorie des déformations finies et ont tenu compte de l'influence de l'écroutissage en utilisant une relation à la puissance n entre la tension Ludwik et la déformation Ludwik. Si le tube est fermé aux deux bouts, il n'y aura pas de déformation longitudinale. La présente étude étend cette théorie aux cas où il y a des déformations longitudinales et en particulier au cas où le tube est ouvert à l'un ou aux deux bouts.

Soit (fig. 1.):

- B_v : un nombre de Bernoulli
- F : une force (lb)
- K : le coefficient de résistance (lb/po²)
- P : le module de plasticité (lb/po²)
- a, a' : le rayon intérieur initial, actuel (po)
- b, b' : le rayon extérieur initial, actuel (po)
- c : une constante

- k : la déformation Ludwik longitudinale
- n : l'exposant d'écroutissage
- r, r' : un rayon quelconque initial, actuel (po)
- u : le déplacement radial (po)
- γ : la déformation de cisaillement maximum
- ϵ : la déformation Ludwik normale; et aussi la déformation Ludwik significative
- σ : la tension Ludwik normale; et aussi la tension Ludwik significative (lb/po²)
- τ : la tension de cisaillement maximum (lb/po²)



ÉTAT INITIAL ÉTAT DEFORMÉ

Fig. 1

Les indices signifient:

- a : au rayon intérieur
- b : au rayon extérieur
- h : hydrostatique
- r : radial
- z : longitudinal
- φ : circonférenciel

Nous supposons que les sections planes restent planes. Cette supposition ne vaut que pour des cylindres longs. La déformation longitudinale est alors

$$\epsilon_z = k \quad (1)$$

Les théories de la déformation plastique, que nous allons utiliser ici, supposent que l'état des tensions détermine l'état des déformations et que les relations qui les lient sont

$$\frac{\sigma_\varphi - \sigma_r}{\epsilon_\varphi - \epsilon_r} = \frac{\sigma_r - \sigma_z}{\epsilon_r - \epsilon_z} = \frac{\sigma_z - \sigma_\varphi}{\epsilon_z - \epsilon_\varphi} = \frac{2}{3} P \quad (2)$$

où P est le module de plasticité.

Nous faisons l'hypothèse de l'incompressibilité, ce qui donne

$$\epsilon_\varphi + \epsilon_r + \epsilon_z = 0 \quad (3)$$

Nous nous bornerons aux corps homogènes et isotropes, c'est-à-dire que le tube conserve sa symétrie de révolution jusqu'au point de l'instabilité.

Nous supposons qu'une relation existe entre la tension Ludwik significative et la déformation Ludwik significative ce qui coïncide avec la relation entre la tension Ludwik et la déformation Ludwik de la traction simple:

$$\sigma = f(\epsilon) \quad (4)$$

Dans la présente étude nous admettons que

$$\sigma = K\epsilon^n \quad (5)$$

où K est le coefficient de résistance, n est l'exposant d'écrouissage, σ est la tension Ludwik significative, cette dernière valeur étant donnée par

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}} ((\sigma_\varphi - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_\varphi)^2)^{1/2} \quad (6)$$

et ϵ est la déformation Ludwik significative, laquelle est donnée par

$$\epsilon = \frac{\sqrt{2}}{3} ((\epsilon_\varphi - \epsilon_r)^2 + (\epsilon_r - \epsilon_z)^2 + (\epsilon_z - \epsilon_\varphi)^2)^{1/2} \quad (7)$$

Par l'emploi des équations (2), (3), (6) et (7), il vient

$$\begin{aligned} \epsilon_\varphi &= \frac{1}{P} (\sigma_\varphi - \frac{1}{2} (\sigma_r + \sigma_z)) \\ \epsilon_r &= \frac{1}{P} (\sigma_r - \frac{1}{2} (\sigma_z + \sigma_\varphi)) \\ \epsilon_z &= \frac{1}{P} (\sigma_z - \frac{1}{2} (\sigma_\varphi + \sigma_r)) \end{aligned} \quad (8)$$

où P, le module de plasticité, est

$$P = \sigma/\epsilon \quad (9)$$

On doit le déterminer à chaque état de charge.

Répartition des déformations

Avec les équations (1) et (3) nous pouvons simplifier la déformation significative (7):

$$\epsilon = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\epsilon_\varphi^2 + k\epsilon_\varphi + k^2} \quad (10)$$

La déformation Ludwik circonférencielle ϵ_φ est¹⁾ (fig. 1.)

$$\epsilon_\varphi = \ln \frac{r'}{r} = \ln (1 + \frac{u}{r}) \quad (11)$$

La déformation Ludwik radiale est¹⁾

$$\epsilon_r = \ln \frac{dr'}{dr} = \ln (1 + \frac{du}{dr}) \quad (12)$$

En éliminant u des équations (11) et (12) on obtient

$$r \frac{d\epsilon_\varphi}{dr} = \exp(\epsilon_r - \epsilon_\varphi) - 1 \quad (13)$$

Les équations (1) et (3) donnent

$$\epsilon_r = -k - \epsilon_\varphi \quad (14)$$

Avec ϵ_r de l'équation (14) on a

$$r \frac{d\epsilon_\varphi}{dr} = \exp(-k - 2\epsilon_\varphi) - 1 \quad (15)$$

On peut intégrer l'équation (15) par séparation des variables. Après cela on obtient pour la déformation Ludwik circonférencielle

$$\epsilon_\varphi = \frac{1}{2} \ln (e^{-k} + c/r^2) \quad (16)$$

A la limite $r = a$ on a

$$\epsilon_{\varphi a} = \frac{1}{2} \ln (e^{-k} + c/a^2) \quad (17)$$

Nous pouvons éliminer maintenant la constante c en combinant les équations (16) et (17) et nous arrivons au résultat

$$\epsilon_\varphi = \frac{1}{2} \ln ((1 - (a/r)^2) e^{-k} + (a/r)^2 \exp 2\epsilon_{\varphi a}) \quad (18)$$

Et en utilisant l'équation (10) il vient

$$\epsilon_\varphi a = \frac{1}{2} (-k + \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2}) \quad (19)$$

Au moyen des équations (18) et (19), l'équation (10) se transforme en

$$\epsilon = \left\{ k^2 + \frac{1}{3} \ln^2 (1 + (\frac{a}{r})^2 (\exp \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2} - 1)) \right\}^{1/2} \quad (20)$$

Cette formule exprime la répartition de la déformation Ludwik significative à travers la paroi du tube en fonction du rayon r pour une déformation Ludwik significative connue ϵ_a à $r = a$ et une déformation Ludwik longitudinale connue k.

Solutionnant l'équation (10) pour ϵ_φ nous obtenons la déformation Ludwik circonférencielle:

$$\epsilon_\varphi = \frac{1}{2} (-k + \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}) \quad (21)$$

La déformation Ludwik radiale est trouvée en utilisant l'équation (14).

La déformation de cisaillement maximum étant toujours

$$\begin{aligned} \gamma &= \epsilon_{\max} - \epsilon_{\min} \\ \text{ce qui donne dans ce cas-ci} \\ \gamma &= \epsilon_{\varphi} - \epsilon_r \end{aligned} \quad (22)$$

Répartition des tensions

L'équation d'équilibre, selon la référence ²⁾, à la page 121, est

$$(r + u) \frac{d\sigma_r}{d(r + u)} = (\sigma_{\varphi} - \sigma_r) \quad (23)$$

Les équations (11), (12) et (13) donnent $r'/r = \exp \epsilon_{\varphi}$, $dr'/dr = \exp \epsilon_r$, et $\epsilon_r = -k - \epsilon_{\varphi}$, d'où

$$r \frac{d\sigma_r}{dr} = (\sigma_{\varphi} - \sigma_r) \exp(-k - 2\epsilon_{\varphi}) \quad (24)$$

En utilisant l'équation (21) nous pouvons écrire

$$d\sigma_r = (\sigma_{\varphi} - \sigma_r) \exp(-\sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}) \frac{dr}{r} \quad (25)$$

Par l'emploi des équations (8) et (9) il vient

$$\sigma_z = \sigma \frac{k}{\epsilon} + \frac{1}{2} (\sigma_{\varphi} + \sigma_r) \quad (26)$$

En substituant la valeur de σ_z de l'équation (26) dans l'équation (6) on obtient

$$\sigma_{\varphi} - \sigma_r = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \quad (27)$$

Remplaçant $(\sigma_{\varphi} - \sigma_r)$ par (27), l'équation (25) se transforme

$$d\sigma_r = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \cdot \exp(-\sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}) \frac{dr}{r} \quad (28)$$

Nous pouvons réorganiser l'équation (20) et trouvons

$$r^2 = a^2 \frac{\exp \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2} - 1}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \quad (29)$$

Si on la différencie par rapport à ϵ et si on la divise par $2r^2$, on trouvera

$$\frac{dr}{r} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \cdot d\epsilon}{\sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} (\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1)} \quad (30)$$

La substitution de cette dernière valeur dans l'équation (28) mène au résultat que

$$d\sigma_r = -\frac{\sigma d\epsilon}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \quad (31)$$

La relation tension-déformation s'écrit

$$\sigma = K \epsilon^n \quad (5)$$

En portant cette valeur dans l'équation (31) nous avons ensuite

$$d\sigma_r = -\frac{K \epsilon^n d\epsilon}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \quad (32)$$

On ne peut pas intégrer l'équation (32) sous cette forme-ci. Elle doit être développée en une série. Selon la référence ³⁾, à la page 82, nous pouvons développer la quantité

$$\frac{\sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1}$$

en la série

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{B_{\nu}}{\nu!} \sqrt{3}^{\nu} \epsilon^{\nu} \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}^{\nu} \quad (33)$$

avec $B_0 = 1$, $B_1 = -1/2$, $B_2 = 1/6$, $B_3 = -1/30$, $B_4 = 1/42$, $B_5 = -1/30$, et $B_6 = B_7 = B_8 = 0$. Et selon la même référence, à la page 79, la quantité

$$\sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}^{\nu}$$

se développe en la série

$$\sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{\nu/2}{\lambda} k^{2\lambda} / \epsilon^{2\lambda} \quad (34)$$

La série (33) converge si

$$\epsilon < \sqrt{k^2 + \frac{4}{3} \pi^2}$$

Tous les cas pratiques satisfont à cette condition. La série (34) converge toujours, parce que ϵ est toujours plus grand que k , selon l'équation (10).

Introduisant les séries (33) et (34) dans l'équation (32), intégrant cette dernière et considérant que $\sigma_r = -p$ à la limite $r = a$, nous arrivons au résultat

$$\sigma_r = K \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{B_{\nu}}{\nu!} \sqrt{3}^{\nu} - 1 \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{(\nu-1)/2}{\lambda} \frac{k^{2\lambda}}{\nu - 2\lambda + n} \cdot (\epsilon_a^{\nu - 2\lambda + n} - \epsilon^{\nu - 2\lambda + n}) - p \quad (35)$$

Cette équation donne la répartition de la tension Ludwik radiale à travers la paroi du tube, si la répartition de la déformation Ludwik significative, la déformation Ludwik longitudinale k et la pression interne p sont connues.

La répartition de la tension Ludwik significative est donnée par l'équation (5).

La tension Ludwik circonférencielle, d'après l'équation (27), est donnée par

$$\sigma_{\varphi} = \sigma_r + \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \quad (36)$$

La tension Ludwik longitudinale est donnée par l'équation (26).

La tension de cisaillement maximum est

$$\tau = \frac{1}{2} (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$$

d'où

$$\tau = \frac{1}{2} (\sigma_\varphi - \sigma_r) \quad (37)$$

La tension hydrostatique est par définition:

$$\sigma_h = \frac{1}{3} (\sigma_\varphi + \sigma_r + \sigma_z) \quad (38)$$

Nous nous servons aussi de l'équation (35) pour établir une relation entre ϵ , k et p . En utilisant la condition $\sigma_r = 0$, à la limite $r = b$, il vient

$$\frac{K R_b}{\sqrt{3} n} = p \quad (39)$$

avec

$$R_b = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{B_\nu}{\nu!} \sqrt{3}^\nu \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^\lambda \binom{\nu-1}{\lambda} \frac{n k^{2\lambda}}{\nu-2\lambda+n} \cdot (\epsilon_a^{\nu-2\lambda+n} - \epsilon_b^{\nu-2\lambda+n}) \quad (40)$$

et, d'après l'équation (20),

$$\epsilon_b = \left\{ k^2 + \frac{1}{3} \ln^2 \left(1 + \left(\frac{a}{b} \right)^2 (\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2} - 1) \right) \right\}^{1/2} \quad (41)$$

On trouvera en utilisant l'équation (40), que dans tous les cas pratiques la série de ν converge avec une telle rapidité que seuls les deux premiers termes suffisent aux calculs; cependant, la série de λ converge moins rapidement et demande qu'un plus grand nombre de termes soit calculé.

La force longitudinale

Si on suppose une valeur pour k , on doit encore trouver les deux inconnues ϵ et p . L'équation (39) est la première expression pour les déterminer. L'autre peut être dérivée de la force longitudinale. Dans le cas d'un tube ouvert à l'un ou aux deux bouts, cette force est toujours

$$F_z = 0 \quad (42)$$

En se servant de la valeur (27) au lieu de $(\sigma_\varphi - \sigma_r)$ dans l'équation (23), on trouvera après intégration que

$$\sigma_r = \int_{r'}^{a'} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \frac{dr'}{r'} \quad (43)$$

où la limite a est choisie pour que $\sigma_r = -p$ à $r' = a'$. La tension Ludwik radiale est $\sigma_r = 0$ à la limite $r' = b'$, donc

$$\int_{b'}^{a'} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \frac{dr'}{r'} = p \quad (44)$$

d'où en remplaçant σ_r par sa valeur (43) dans l'équation (27) et en la réécrivant

$$\sigma_\varphi = \int_{r'}^{a'} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \frac{dr'}{r'} - p + \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \quad (45)$$

Avec cette valeur introduite dans l'équation (26) nous obtenons comme tension Ludwik longitudinale

$$\sigma_z = \sigma \left(\frac{k}{\epsilon} + \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \right) + \int_{r'}^{a'} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \frac{dr'}{r'} - p \quad (46)$$

La force longitudinale totale qui agit sur le tube est nulle, donc

$$F_z = 2\pi \int_{a'}^{b'} \sigma_z r' dr' = 0 \quad (47)$$

ou

$$\int_{a'}^{b'} \sigma_z r' dr' = 0 \quad (48)$$

En remplaçant σ_z par sa valeur (46), l'équation (48) se transforme

$$0 = \int_{a'}^{b'} \sigma \left(\frac{k}{\epsilon} + \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \right) r' dr' + \int_{a'}^{b'} r' \int_{r'}^{a'} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \frac{dr'}{r'} dr' - \frac{p}{2} (b'^2 - a'^2) \quad (49)$$

L'intégrale double de l'équation (49) peut être résolue en l'intégrant par parties pour obtenir

$$b'^2 \int_{b'}^{a'} \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} \frac{dr'}{r'} - \int_{a'}^{b'} \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} r' dr' \quad (50)$$

ce qui, à cause de la relation exprimée par l'équation (44), peut s'écrire

$$\frac{b'^2}{2} p - \int_{a'}^{b'} \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} r' dr' \quad (51)$$

En resubstituant cette expression de l'intégrale double dans l'équation (49), en la simplifiant et en observant que $\sigma = K \epsilon^n$, il s'ensuit

$$K k \int_{a'}^{b'} \epsilon^{n-1} r' dr' = -\frac{1}{2} p a'^2 \quad (52)$$

En utilisant les équations (11), (21) et (29) on peut arriver aux résultats

$$r'^2 = a'^2 e^{-k} \frac{\exp \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2} - 1}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \quad (53)$$

et

$$a'^2 = a^2 e^{-k} \exp \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2} \quad (54)$$

Si on différencie l'équation (53) par rapport à ϵ , on trouvera

$$r' dr' = \frac{\sqrt{3}}{2} a'^2 e^{-k} (\exp \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2} - 1) \frac{1}{\sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}} \cdot \frac{1}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \frac{1}{\exp(-\sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}) - 1} \quad (55)$$

Or, prenant $r' dr'$, p et a'^2 des équations (55), (39) et (54) et en les plaçant dans l'équation (52), nous aurons, après quelques simplifications,

$$k = -\frac{2 R_b}{n \cdot T} \frac{\exp \sqrt{3} \epsilon_a \sqrt{1 - k^2/\epsilon_a^2}}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \quad (56)$$

ou

$$T = 6 \int_{\epsilon_a}^{\epsilon_b} \frac{\epsilon^{n-1}}{\sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}} \frac{1}{\exp \sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2} - 1} \frac{1}{\exp(-\sqrt{3} \epsilon \sqrt{1 - k^2/\epsilon^2}) - 1} d\epsilon \quad (57)$$

Nous ne pouvons pas intégrer cette expression directement. Mais, en utilisant des séries analogues à (33) et (34), nous pouvons développer T . Ainsi

$$T = -2 \int_{\epsilon_a}^{\epsilon_b} \sum_{\nu=0}^{\infty} \sum_{\mu=0}^{\infty} (-1)^{\mu} \frac{B_{\nu} B_{\mu}}{\nu! \mu!} \sqrt{3}^{\nu+\mu} \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \frac{k^{2\lambda}}{\binom{(\nu+\mu-3)/2}{\lambda} \epsilon^{\nu+\mu-2\lambda+n-3}} \quad (58)$$

d'où

$$T = 2 \sum_{\nu=0}^{\infty} \sum_{\mu=0}^{\infty} (-1)^{\mu} \frac{B_{\nu} B_{\mu}}{\nu! \mu!} \sqrt{3}^{\nu+\mu} \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{(\nu+\mu-3)/2}{\lambda} \frac{k^{2\lambda}}{\binom{\nu+\mu-2\lambda+n-2}{\lambda} \epsilon_a^{\nu+\mu-2\lambda+n-2}} \quad (59)$$

Habituellement les séries convergent avec une telle rapidité que les termes jusqu'à $\nu = 1$ et $\mu = 1$ sont suffisants. Ce fait permet une simplification considérable de l'expression pour T . En faisant cette simplification on a

$$T = 2 \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{-3/2}{\lambda} \frac{k^{2\lambda}}{\binom{n-2\lambda-2}{\lambda} \epsilon_b^{n-2\lambda-2} - \epsilon_a^{n-2\lambda-2}} \quad (60)$$

Avec T donné par l'équation (59) ou (60), R_b et ϵ_b donnés par les équations (40) et (41), l'équation (56) représente la relation qui donne k en fonction de ϵ_a dans une forme implicite. La marche à suivre pour déterminer k numériquement est la suivante:

A cause de la complexité des termes, le plus facile sera de commencer par supposer une valeur de k (toujours négative). Avec k fixé, on choisit une valeur pour ϵ_a , positive et quelque peu plus grande que la valeur absolue de k . Ensuite on détermine ϵ_b au moyen de l'équation (41). Avec k fixé et les valeurs d'essai de ϵ_a et partant ϵ_b , on peut trouver R_b par l'emploi de l'équation (40). On peut aussi trouver la quantité T en se servant de l'équation (59) ou (60). La validité de la valeur de ϵ_a peut être vérifiée en portant tous les termes ci-dessus dans l'équation (56). S'ils ne la satisfont pas, le même processus devra être parcouru de nouveau, avec une nouvelle valeur de ϵ_a et, par conséquent, de nouvelles valeurs de ϵ_b , R_b et T . Les valeurs de ϵ_a , ϵ_b , R_b et T , qui satisferont l'équation (56) seront les valeurs appropriées qui correspondent à la valeur de k supposée au début.

Les valeurs de ϵ_a , ϵ_b , R_b et T qui correspondent à d'autres valeurs de k , pourront être trouvées de la même façon.

La pression interne p correspondant à chaque valeur supposée de k se calcule par l'équation (39).

Pour récapituler, on trouve les répartitions des déformations par l'emploi des équations (20), (21), (14), (1) et (22) et les répartitions des tensions par l'emploi des équations (35), (5), (36), (26), (37) et (38).

Les répartitions des tensions et des déformations à travers la paroi déformée d'un tube pris comme exemple sont données sur les figs 2 et 3. Le tube de l'exemple a un rayon extérieur $b = 4$ po. un rayon intérieur $a = 1$ po. et est fabriqué d'un matériau dont $K = 100,000$ lb./po.² et $n = 0.2$. La pression intérieure p en fonction de la déformation Ludwik longitudinale du même tube est montrée sur la fig. 4.

Limites de la résistance plastique

Il y a trois sortes de limites à la résistance plastique. La première est l'instabilité, c'est-à-dire l'état de charge pour lequel le matériau se déforme à un

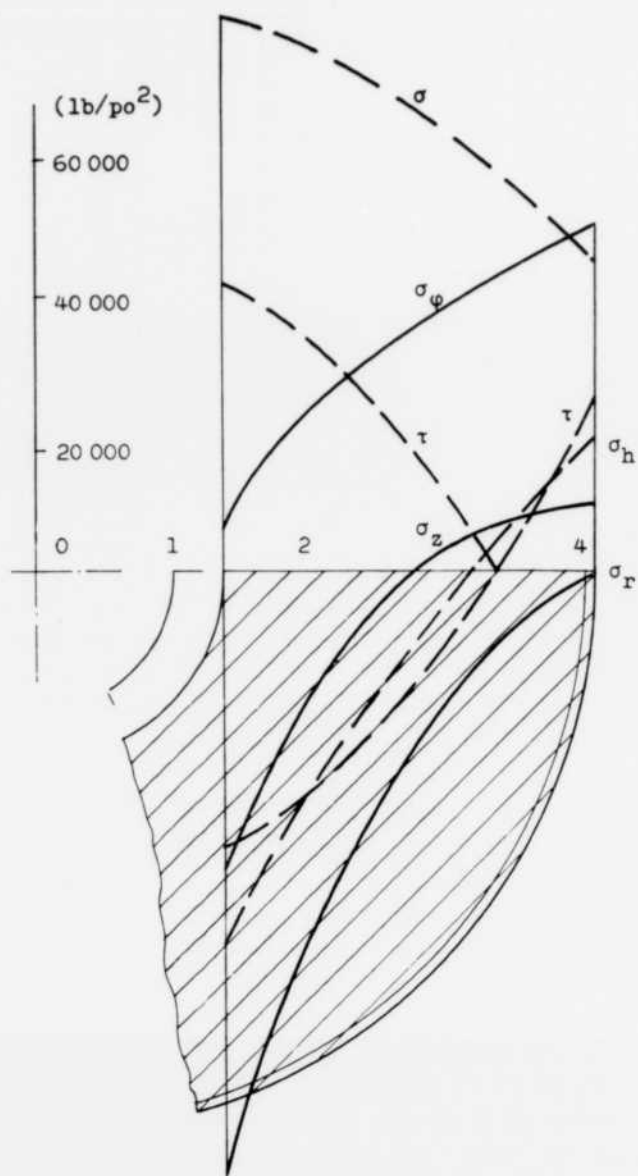


Fig. 2

point tel que son affaiblissement dû à la contraction excède le renforcement dû à l'écroutissage. La pression intérieure y atteint son maximum. Si on maintient la pression au point de l'instabilité ou si on l'accroît, le tube se déformera à une grande vitesse et se fracturera rapidement. On peut exprimer la condition de l'instabilité mathématiquement par une dérivée première du type

$$\frac{dp}{dk} = 0 \quad (61)$$

Le calcul du point de l'instabilité sera effectué plus bas.

Un tube soumis à une pression intérieure peut aussi se fracturer avant d'avoir atteint le point de l'instabilité. Une équation telle que (61) définissant des conditions maxima ne peut plus être employée, car nous devons la remplacer par une condition qui

prédit le type de fracture auquel on s'attend. Si le tube a tendance à se fracturer à l'extension, la fracture commencera à la surface extérieure, parce que c'est là que se trouve la plus grande tension en traction, σ_ϕ , d'après la fig. 2.

Si le tube a tendance à se fracturer en cisaillement, il faudra analyser la répartition de la tension de cisaillement maximum τ ainsi que la répartition de la tension hydrostatique σ_h . Des expériences ont prouvé que la fracture en cisaillement commencera ou bien là où la tension de cisaillement maximum absolue est la plus grande, la tension hydrostatique étant constante, ou bien là où la tension hydrostatique est la plus grande, la tension de cisaillement maximum absolue étant constante. D'après cela, la fracture en cisaillement aura lieu à ou près de la surface intérieure ou à la surface extérieure, selon les répartitions de τ et σ_h données à la fig. 2. Pour pouvoir faire une prédiction plus exacte il faut connaître en détail les propriétés de la fracture en cisaillement du matériau.

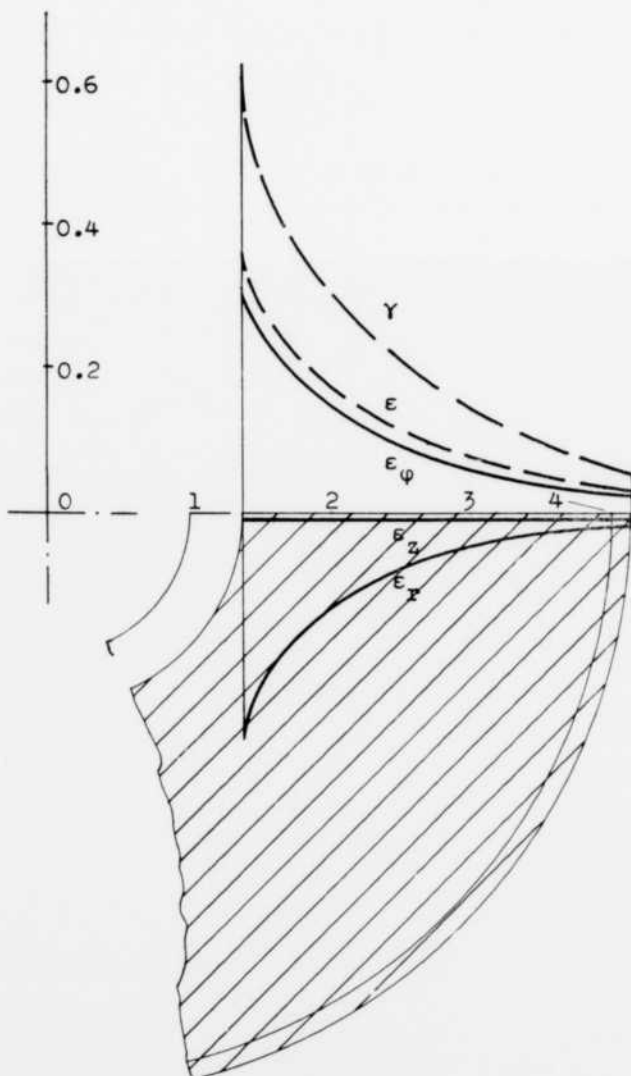


Fig. 3

Proposons-nous de déterminer, à l'aide de l'équation (61), le point de l'instabilité. En différenciant l'équation (60) par rapport à k et en l'égalant à zéro, on obtient

$$\frac{dR_b}{dk} = 0 \quad (62)$$

On déduit de l'équation (40) que

$$\begin{aligned} \frac{dR_b}{dk} &= \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{B_{\nu}}{\nu!} \sqrt{3}^{\nu} \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{\nu-1}{\lambda} \\ &\quad \frac{2\lambda n k^{2\lambda-1}}{\nu-2\lambda+n} \cdot (\epsilon_a^{\nu-2\lambda+n} - \epsilon_b^{\nu-2\lambda+n}) \\ &+ \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{B_{\nu}}{\nu!} \sqrt{3}^{\nu} \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{\nu-1}{\lambda} n k^{2\lambda} \cdot \\ &\quad (\epsilon_a^{\nu-2\lambda+n-1} \frac{d\epsilon_a}{dk} - \epsilon_b^{\nu-2\lambda+n-1} \frac{d\epsilon_b}{dk}) \quad (63) \end{aligned}$$

On trouvera dans les cas pratiques que ϵ_a/k et ϵ_b/k restent presque constants. En faisant de telles approximations, on aura

$$\frac{d\epsilon_a}{dk} = \frac{\epsilon_a}{k} \quad (64)$$

et

$$\frac{d\epsilon_b}{dk} = \frac{\epsilon_b}{k}$$

En portant les expressions (64) dans l'équation (63) nous trouvons l'équation suivante donnant la condition de l'instabilité du tube

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{R_b} \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{B_{\nu}}{\nu!} \sqrt{3}^{\nu} \sum_{\lambda=0}^{\infty} (-1)^{\lambda} \binom{\nu-1}{\lambda} \cdot \\ \frac{k^{2\lambda}}{\nu-2\lambda+n} (\epsilon_a^{\nu-2\lambda+n} - \epsilon_b^{\nu-2\lambda+n}) = 0 \quad (65) \end{aligned}$$

Si nous nous servons seulement des termes jusqu'à $\nu = 1$ inclusivement, l'équation (65) se transforme en

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{1+n} \frac{\epsilon_a^{1+n} - \epsilon_b^{1+n}}{R_b} = 1 \quad (66)$$

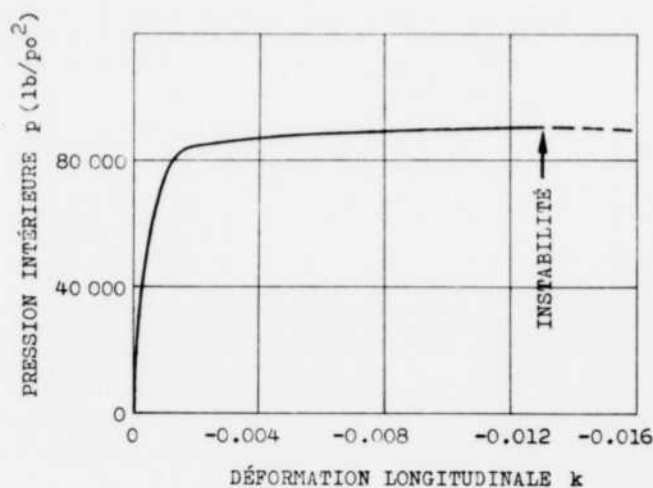


Fig. 4

L'équation (66) peut être utilisée dans tous les cas pratiques au lieu de l'équation (65). Les quantités k , ϵ_a , ϵ_b et R_b de l'équation (65) ou (66) doivent, bien entendu, satisfaire à la condition qui est exprimée par l'équation (56).

Remerciements

Cette étude a été rendue possible grâce à une bourse du Conseil National des Recherches, à qui l'auteur désire exprimer sa reconnaissance. Le professeur Julien Dubuc, Ing.P., a eu l'obligeance de relire le manuscrit et d'y suggérer des corrections.

1. Joseph Marin, F. P. J. Rimrott.
Design of Thick-Walled Pressure Vessels Based Upon the Plastic Range.
Welding Research Council Bulletin 41, New York, 1958.
2. J. Courbon.
Cours de Résistance des Matériaux.
Dunod, Paris, 1955.
3. Hütte.
Des Ingenieurs Taschenbuch.
Band I, 28. Auflage.
Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, 1955.



*Article manuscrit
Repris in estrous
de No. 187*

LA RUPTURE FRAGILE DE L'ACIER

André Hone, D.Sc., Ing.P.

Chef du Département de Génie Métallurgique
à l'École Polytechnique de Montréal

Sommaire

Intensifié par l'utilisation de plus en plus répandue de la construction métallique soudée, le phénomène de la rupture fragile a été l'objet de recherches poussées dans presque tous les grands pays du monde, surtout depuis la dernière guerre alors que des catastrophes navales et autres ont montré l'urgence de l'étude de ce phénomène. Aujourd'hui, même si l'on ne connaît pas clairement le mécanisme métallurgique de ce phénomène, l'ingénieur est en mesure d'éviter l'accident par rupture fragile. Il lui faut alors faire entrer dans ses calculs les valeurs de la résilience déterminées en fonction des températures d'utilisation.

Summary

Following a burst of catastrophic failures of ships, bridges and miscellaneous other structures of the continuous type as obtained by welding, research on brittle fracture was intensified in those countries where some was already being carried out, and new research was initiated in many other countries. Notwithstanding the fact that a good deal of information is still badly needed regarding the metallurgical mechanism of brittle fracture, the engineer has nowadays sufficient information to successfully guard against brittle fracture. To achieve this end, the engineer has to make use of the information now made available to him on the dependence of notch toughness upon temperature.

Journée d'études à Polytechnique

Le 15 janvier 1960, a eu lieu à l'École Polytechnique une journée d'études organisée par la Canadian Welding Society. Les travaux ont porté sur ce sujet, tout vibrant d'actualité, qu'est la rupture fragile de l'acier. Au cours de cette journée, six experts en la matière ont présenté les principaux aspects de ce phénomène, ses conséquences et les moyens à prendre pour en atténuer les effets. Avec un auditoire d'environ cent cinquante personnes qui se sont vivement mêlées à la discussion et qui ont même fait un apport de précieux renseignements, la journée fournit une riche moisson d'informations techniques.

Les six experts de la journée d'études étaient :

1 — M. J. E. REHDER

Vice-Président en charge des
Techniques
Canada Iron Foundries Ltd.

qui a inauguré la journée en formulant la nature du problème de la rupture fragile.

2 — Dr. R. D. STOUT

Chef du Département de Génie
Métallurgique
Lehigh University, Bethlehem, Pa.

qui a fait l'analyse des méthodes d'essais et de leur portée réelle comme moyen d'information.

3 — Dr. K. WINTERTON

Bureau des Mines, Ottawa

qui a indiqué la façon dont l'ingénieur doit s'y prendre pour arrêter son choix sur un alliage en particulier.

4 — M. P. P. PUZAK

Chef de la Section Métallurgique,
United States Naval Research
Laboratories

qui a décrit des cas réels de ruptures fragiles et donné les conclusions des enquêteurs. (Fig. 3).

5 — Dr. G. E. WILLEY

Vice-Président en charge des
Techniques
Electro-Metallurgical Company
Président du Comité d'Enquête
U.S.A. G-40

qui a mis à jour le travail fait dans le but d'établir le nouveau code canadien qui a trait à la rupture fragile.

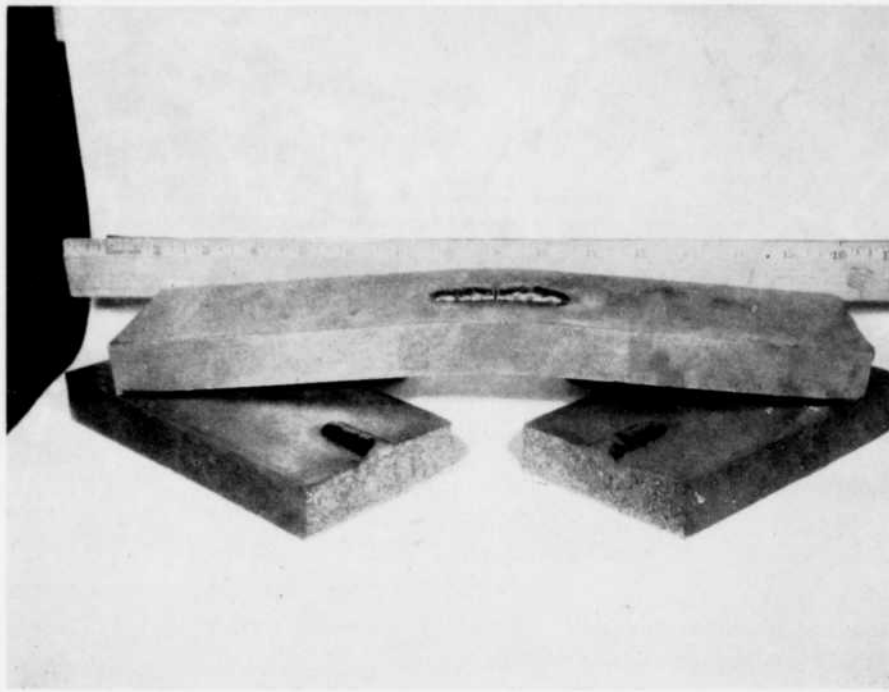


Fig. 1 — Différence de rupture entre un acier dit ductile (pièce supérieure) et un acier dit fragile (pièce inférieure). Ces deux plaques de mêmes dimensions ont été soumises au même essai de choc, à une température correspondant à celle du jour froid moyen de notre climat.

6 — M. L. M. BOYD

Ingénieur en Chef, Division
Hydraulique
Dominion Engineering Works, Ltd.

qui a fait voir le problème de l'ingénieur en face de la rupture fragile et les moyens à prendre pour l'atténuer.

La journée avait été organisée par M. Donald WALKER de la firme Handy and Harman of Canada, Ltd.; le président actuel de la Section Montréalaise de la Canadian Welding Society est M. George BARRETT de Dominion Bridge Company et le président canadien est M. C. SEBISTIANOWICH de Dominion Engineering Works, Ltd.

Le phénomène de rupture fragile étant de toute première importance au Canada en raison du climat relativement froid, il semble opportun de présenter aux lecteurs de "L'INGÉNIEUR" les grandes lignes de l'état de notre connaissance sur le sujet.

Qu'est-ce que la rupture fragile?

Ce qui rend le métal intéressant au point de vue de la construction métallique, c'est sa ténacité. En fait c'est la propriété qu'a le métal de résister longuement à l'effort intense. C'est aussi la propriété qu'a le métal de "tenir le coup" lorsqu'il est soumis à des efforts de choc. Dans ce sens, on pourrait presque prétendre que le métal est l'inverse du verre: sous l'effet d'un choc violent, on sait que le verre se brise en éclats alors qu'on attend du métal qu'il subisse tout au plus une déformation. On dit alors que le verre est fragile et que le métal est tenace. Dans la fig. 1, on peut voir le cas d'un acier tenace et le cas d'un acier fragile; dans le cas de l'acier tenace, sa déformation est dite ductile; dans le cas de l'acier fragile comme il n'y a que peu de déformation avant la rupture, on parle alors seulement de rupture fragile.

Ce n'est que depuis une vingtaine d'années que l'on accepte le fait que quelques métaux, normalement ductiles, peuvent présenter, dans certaines conditions, une fragilité aussi grande que celle du verre. Parmi les facteurs qui conduisent le métal vers l'état de grande fragilité, l'abaissement de température semble le plus important.

Lorsque le métal est ductile et tenace, sa déformation se fait par des déplacements successifs et rapides d'atomes suivant des plans cristallographiques bien définis. Pour faire image, on peut dire que chaque grain qui compose une pièce de métal se comporte au moment d'une déformation comme votre revue "L'INGÉNIEUR" que l'on déformerait en la courbant. Tout en glissant les unes sur les autres, ses feuilles ne se séparent pas les unes des autres. Malgré la déformation de la revue, il n'y a pas eu "cassure". On dit que ce genre de déformation est caractéristique du phénomène de ductilité et de ténacité.

Lorsque le métal est fragile, sa déformation se fait par des arrachements entre plans cristallographiques. Dans le cas de votre revue "L'INGÉNIEUR", cet arrachement correspondrait à la déchirure des feuilles. Dès que la déchirure est amorcée, elle se propage avec facilité. On dit que cette déformation est empreinte de fragilité.

D'une façon générale, on peut dire que la déformation à température élevée se fait plutôt par glissement tandis qu'elle a de plus en plus tendance à se faire par arrachement au fur et à mesure que la température s'abaisse. Ces deux tendances sont indiquées sur la fig. 2. Le passage d'une modalité de déformation à l'autre, alors qu'il y a 50% de déformation par glissement et 50% par arrachement, s'appelle la température de transition duc-

tilité-fragilité. Pour l'ingénieur, c'est le paramètre de première importance.

Quels sont les métaux qui sont sujets à la rupture fragile ?

Des métaux comme le cuivre et l'aluminium ne semblent pas avoir de température de transition ductilité-fragilité, du moins aux températures climatériques les plus rigoureuses que nous connaissions sur notre globe. Le cuivre et l'aluminium cristallisent dans le système cubique à faces centrées. On s'attend à ce que les autres métaux qui cristallisent dans ce même système soient tout aussi exempts de fragilité à basse température. Par exemple, certains aciers inoxydables de la famille des aciers austénitiques qui sont cristallisés dans le système cubique à faces centrées semblent être exempts de cette fragilité.

Le cas de fragilité à basse température qui préoccupe l'ingénieur est celui des aciers ordinaires en raison de leur utilisation courante dans les grands ouvrages de structures métalliques et de construction mécanique.

Quel est l'ordre de grandeur des températures de transition ductilité-fragilité ?

La température de transition ductilité-fragilité varie avec la composition de l'acier et son état métallurgique, qu'il soit plus ou moins écroui, trempé ou non, etc... Jusqu'à date, on a relevé des températures de transition aussi élevées que 250°F., parfois même plus hautes et d'autres aussi basses que -160°F.

Entre ces deux chiffres, les températures de transition des aciers connus forment une ligne pratiquement continue.

Cela signifie que l'ingénieur se doit de tenir compte de la température de transition ductilité-fragilité

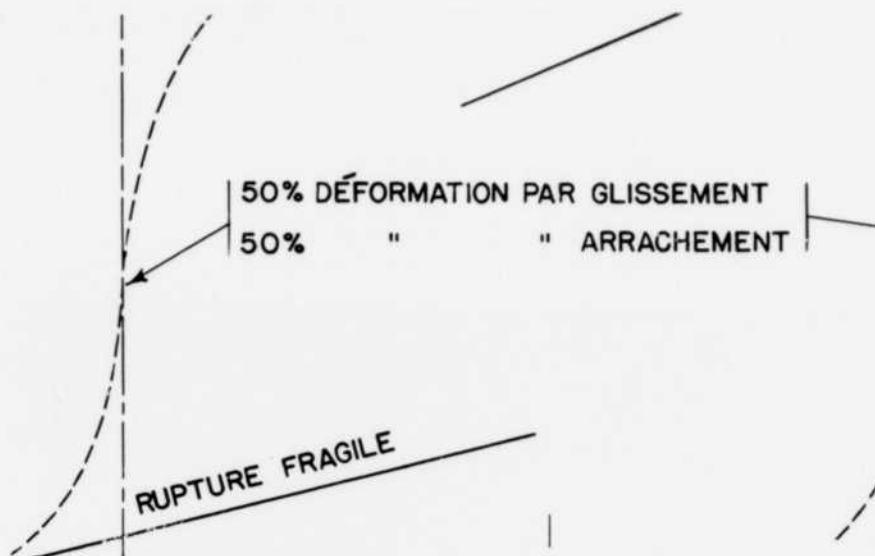


Fig. 2 — Les deux modalités de la déformation pour deux aciers "A" et "B".
1 — La modalité par glissement cristallographique : déformation ductile;
2 — la modalité par arrachement cristallographique : rupture fragile. A la température d'utilisation "T₀", l'acier "A" serait ductile tandis que l'acier "B" serait fragile. En revenant à la fig. 1, la température d'essai éant "T₀", la température de transition ductilité-fragilité serait T₁ pour la pièce supérieure tandis qu'elle serait T₂ pour la pièce inférieure.

gilité pour les chaudières et autres constructions exposées à des températures élevées, tout aussi bien que pour les structures métalliques qui sont en service aux basses températures ainsi que pour toute la gamme des températures intermédiaires.

Pourquoi la découverte de ce phénomène ne s'est-elle faite que récemment ?

Le rôle du soudage

Depuis que l'on utilise l'acier, il y a eu nombre d'accidents dont on n'a jamais pu déterminer la cause de façon satisfaisante. Comme la rupture fragile ne peut pas se transmettre d'une pièce à l'autre, même entre pièces réunies aussi étroitement que par un rivetage, l'ampleur des dégâts causés par une rupture fragile est passée d'ordinaire à catastrophique à partir du moment où l'on a commencé à réunir les parties composantes d'une construction par soudage. Au lieu de se limiter à un seul membre comme c'est le cas dans la construction par rivetage, la rupture peut s'éten-

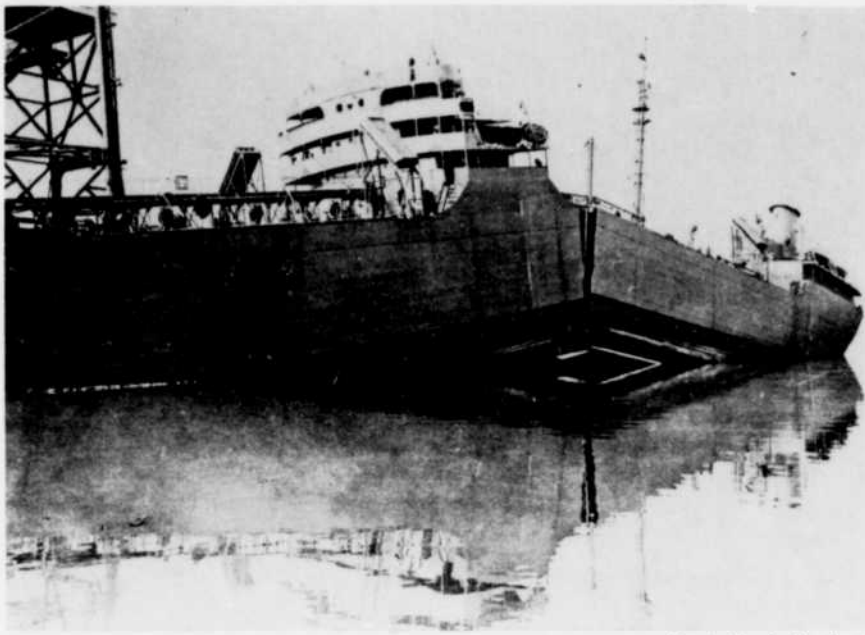
dre à toute la structure dans le cas de la structure continue comme c'est le cas de la construction par soudage.

Comme la construction par soudage ne s'est développée à grande échelle que depuis une trentaine d'années, ce n'est que depuis seulement une vingtaine d'années, devant l'ampleur des catastrophes, que l'on a entrepris des recherches à grande échelle. Depuis la dernière guerre, on a dépensé, dans les pays qui s'en sont occupés activement, pour les enquêtes et la recherche, des dizaines de millions de dollars, probablement plus de cent millions de dollars. Les résultats obtenus à date indiquent clairement que le cauchemar de la rupture fragile s'éloigne graduellement.

Peut-on guérir l'acier de la rupture fragile ?

Il est encore beaucoup trop tôt pour pouvoir dire nettement oui ou non.

À date on reconnaît deux catégories de facteurs, notamment :



Contribution de M. Puzak

Fig. 3 — Catastrophe résultant de la rupture fragile d'un navire marchand à quai.

a) ceux qui influencent la formation de la fissure de départ;

b) ceux qui influencent la continuation de la fissure.

Quelques-uns de ces facteurs sont indépendants les uns des autres. D'autres facteurs sont étroitement reliés les uns aux autres, ce qui complique la solution du problème.

Les producteurs d'acier sont déjà au courant d'un grand nombre de facteurs qui sont plus ou moins clairement reliés les uns aux autres. Ils sont en mesure aujourd'hui de répondre aux exigences de l'ingénieur. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que le coût de production augmente rapidement avec l'exiguité des tolérances.

D'une façon générale, on peut prétendre que l'on est en mesure aujourd'hui de calculer et de construire des structures dont la probabilité de résistance à la rupture fragile est excellente.

Que doit faire l'ingénieur pour écarter le danger de rupture fragile ?

L'ingénieur doit tenir compte des deux catégories de facteurs que l'on sait aujourd'hui influencer la rupture fragile.

Parmi les facteurs qui influencent la **formation** de la fissure de départ, il faut surveiller :

a — **les angles** : Comme l'effort unitaire à la base d'un angle est une fonction inverse du rayon de raccordement à la base de

l'angle, il faut chercher à raccorder les éléments d'une construction avec des courbes dont le rayon de courbure soit le plus grand possible. Il faut aussi éviter les entailles.

b — **le soudage** : Il faut éviter les effets d'entaille occasionnée par des raccordements incomplets, et la microfissuration occasionnée par des étincelages faits en dehors du cordon de soudure.

c — **la corrosion** : Il faut éviter la corrosion profonde qui est souvent la cause de fissuration de départ, surtout dans le cas de la corrosion fissurante.

Parmi les facteurs qui influencent la **propagation** de la fissure dans la pièce, il faut surveiller :

a — **la température de service** : Il faut que l'ingénieur s'assure que la température qu'il a choisie corresponde réellement à la plus basse température que la pièce puisse atteindre en service.

b — **la qualité de l'acier** : Il faut savoir exiger l'acier qui sera exempt de rupture fragile à la température d'utilisation. Les producteurs d'acier fournissent maintenant des valeurs de la résilience en fonction de la température. Dans le cas de structures de grande importance, l'ingénieur devrait faire des essais à la réception de l'acier. Ces essais, faits indépendamment du producteur d'acier, permettent à l'ingénieur de s'assurer que la température de transition de chaque lot d'acier est satisfaisante.

Vie de L'ASSOCIATION

Georges Demers, qui dirigera les destinées de notre Association en 1960, est un ingénieur-conseil éminent de Québec.

Il est né à Montréal où il fit ses études primaires et passa ensuite à l'École Polytechnique où il reçut ses diplômes en 1935.

Il débuta dans l'exercice de sa profession comme ingénieur-résident du Ministère de la Voirie à la Rivière-du-Loup. L'année suivante, en 1936, il fut nommé ingénieur-divisionnaire du même Ministère à Carleton. Il alla ensuite poursuivre des études de perfectionnement à l'École Nationale des Ponts et Chaussées de Paris où il fut élève libre en génie civil. À son retour au Canada en 1938, il était nommé ingénieur divisionnaire de la Voirie à Sherbrooke. En 1939, il entra au service de Z. Langlais, ingénieur-conseil de Québec. En 1942, Monsieur Demers ouvrit son propre bureau d'ingénieur-conseil qu'il dirige depuis cette date.



Il est membre du comité conjoint du gouvernement fédéral et des ingénieurs-conseils en génie maritime, 1955. Parmi les importants travaux exécutés par monsieur Demers, notons la construction de sept quais à eau profonde à Matane, Rimouski, Lévis, Havre Saint-Pierre; la structure de l'Hôpital des Vétérans à Sainte-Foye; le Monastère de Saint-Benoît-du-Lac; les projets de cinq stations de défense militaire; les travaux d'aqueduc et d'égouts de trente municipalités. Monsieur Demers présentait une étude pour le nouvel aqueduc de la ville de Québec au congrès de l'A.W.W.A. en 1955.

Il a été président des sections de Québec de l'Association des Diplômés de Polytechnique, 1950; de la Society of Industrial and Cost Accountants of Quebec, 1948; Engineering Institute of Canada, 1952; président de la Corporation des ingénieurs professionnels du Québec, 1954; Dominion Council of Professional Engineers, 1955; Association of Consulting Engineers of Canada. Il a été également vice-président du Bureau de l'Industrie et du Commerce de Québec Métropolitain Inc. en 1957.

L'an dernier il était le premier vice-président de notre Association.

NÉCROLOGIE

Ovide Fournier '10 est décédé à Miami, Floride, le 29 janvier 1960. Né à Coaticook le 10 septembre 1890, monsieur Fournier avait fait ses études primaires chez les Frères du Sacré-Coeur de Coaticook et ses études scientifiques secondaires au Collège Saint-Charles-Borromée de Sherbrooke. Entré à l'École Polytechnique de Montréal en 1906, il y obtenait des diplômes d'ingénieur et de bachelier ès sciences appliquées en mai 1910. Il travailla d'abord pour le Gouvernement fédéral pour lequel il fit de l'arpentage dans l'Ouest Canadien; puis il fut dans les services armés durant la guerre 1914-18. Revenu à l'emploi du Gouvernement fédéral, il travailla au Ministère des Mines et des Ressources Hydrauliques à Ottawa puis à Montréal durant une trentaine d'années. En 1950, il entre au service de la Commission des Eaux Courantes du Gouvernement provincial devenue plus tard le Département des Ressources Hydrauliques. Nos condoléances à la famille en particulier à Monsieur André Fournier, étudiant en quatrième année de Génie mécanique à Polytechnique et fils du défunt.

ASSEMBLÉE ANNUELLE

L'assemblée annuelle fut tenue dans l'amphithéâtre de l'École Polytechnique, le samedi 6 février, à deux heures de l'après-midi. Environ 60 membres étaient présents. Les délibérations furent présidées par M. Léo Roy '30, président sortant de charge. Les principaux rapports présentés à cette assemblée sont publiés ci-après.

Les élections pour 1960 ont donné les résultats suivants :

Élus par acclamation :

Président :	Georges Demers '35
2ème vice-président :	Émilien Dagenais '25
Secrétaire-trésorier :	Jacques Laurence '38
Rep. des architectes :	Georges E. de Varennes '18

Élus par ballottage :

Directeurs :	Arthur Branchaud '34
	Pierre Mauffette '37
	Jean-Louis Bourret '52
	Claude Rouleau '54
	Claude Lefebvre '55

Le Conseil pour 1960 comprendra également les membres déjà élus l'an dernier; on en trouvera la liste complète à la suite des rapports du Conseil.



Au banquet annuel. Le conférencier, le Dr Hector Cimon et, à droite, le nouveau président de l'Association, M. Georges Demers.

BANQUET ANNUEL

Le 45^{ème} banquet annuel de notre association eut lieu le 6 février 1960, dans le grand salon de l'Hôtel Reine-Elizabeth, à Montréal. Le conférencier invité était le Dr Hector Cimon '16, vice-président administratif de la cie Price Brothers qui traita brièvement de l'évolution de la profession d'ingénieur ainsi que de l'École Polytechnique depuis les cinquante dernières années.

Pour la première fois depuis plusieurs années, les dames assistaient à notre banquet, le Conseil ayant voulu donner un cachet spécial au cinquantième anniversaire de l'incorporation de l'Association des Diplômés.

M. Georges Demers, président élu de l'Association, présidait le banquet et présenta le conférencier. Le Dr Cimon fut remercié par M. Charles-René Laberge '31, 1^{er} vice-président de l'Association.

491 personnes assistaient au banquet, dont 40 à la table d'honneur; après le banquet, les diplômés furent invités à venir rencontrer les occupants de la table d'honneur à une réception au salon Saguenay.

RAPPORT DU CONSEIL POUR L'ANNÉE 1959

Messieurs les membres de l'Association des Diplômés de Polytechnique,

Le Conseil de l'Association a l'honneur de vous soumettre son rapport pour l'exercice 1959. Il y eut six assemblées du Conseil au cours de cet exercice; la moyenne des présences fut de 14 membres.

L'actif total de l'Association, au 31 décembre 1959, s'élevait à \$11,070.30, répartis comme suit :

Actif disponible et réalisable à court terme :			
En caisse et en banque			\$ 7,864.05
Comptes à recevoir	\$3,296.25		
Moins : provision pour créances douteuses	150.00	3,146.25	
Autre actif :			
Dépôt au bureau de poste			60.00
			<u>\$11,070.30</u>

Le passif, qui consiste en comptes payables et en annonces et abonnements perçus d'avance, s'élevait à \$3,311.35, de sorte que le surplus accumulé au 31 décembre 1959 s'élevait à \$7,758.95, à comparer avec \$1,395.45 l'année précédente.

Les revenus se sont élevés à \$28,323.77 et les dépenses à \$27,850.23, donnant un surplus de \$473.54. Si l'on y ajoute le surplus de la revue "L'Ingénieur" qui s'élève à \$5,889.96 pour l'année 1959, on obtient un surplus global de \$6,363.50.

À la fin de l'exercice écoulé, l'Association compte 1644 membres titulaires et adhérents, répartis de la façon suivante :

1435 membres en règle
122 membres ayant payé 1958
61 membres ayant payé 1957
26 membres ayant payé 1956

134 membres sont de la région de Québec, 28 de la région Ottawa-Hull et 24 de la région Nord de Québec et d'Ontario. Le nombre des diplômés vivants au 31 décembre 1959 était de 1998. À cette même date, le pourcentage des diplômés vivants qui étaient membres en règle avec l'Association était de 71.5%, et si l'on ajoute les membres en arrérages, ce pourcentage s'élève à 81.8%. Quatre de nos diplômés sont devenus membres à vie durant l'année.

Le bureau de placement de l'Association a permis, cette année encore, de mettre les finissants et les diplômés en contact avec les employeurs désireux de retenir leurs services. Les offres d'emploi marquent une augmentation sur les deux années précédentes. Cinq circulaires de placement impliquant 90 offres d'emplois ont été distribuées à près de 700 de nos diplômés. En plus de ces offres d'emplois, d'autres ont été remplies rapidement, sans figurer sur les circulaires.

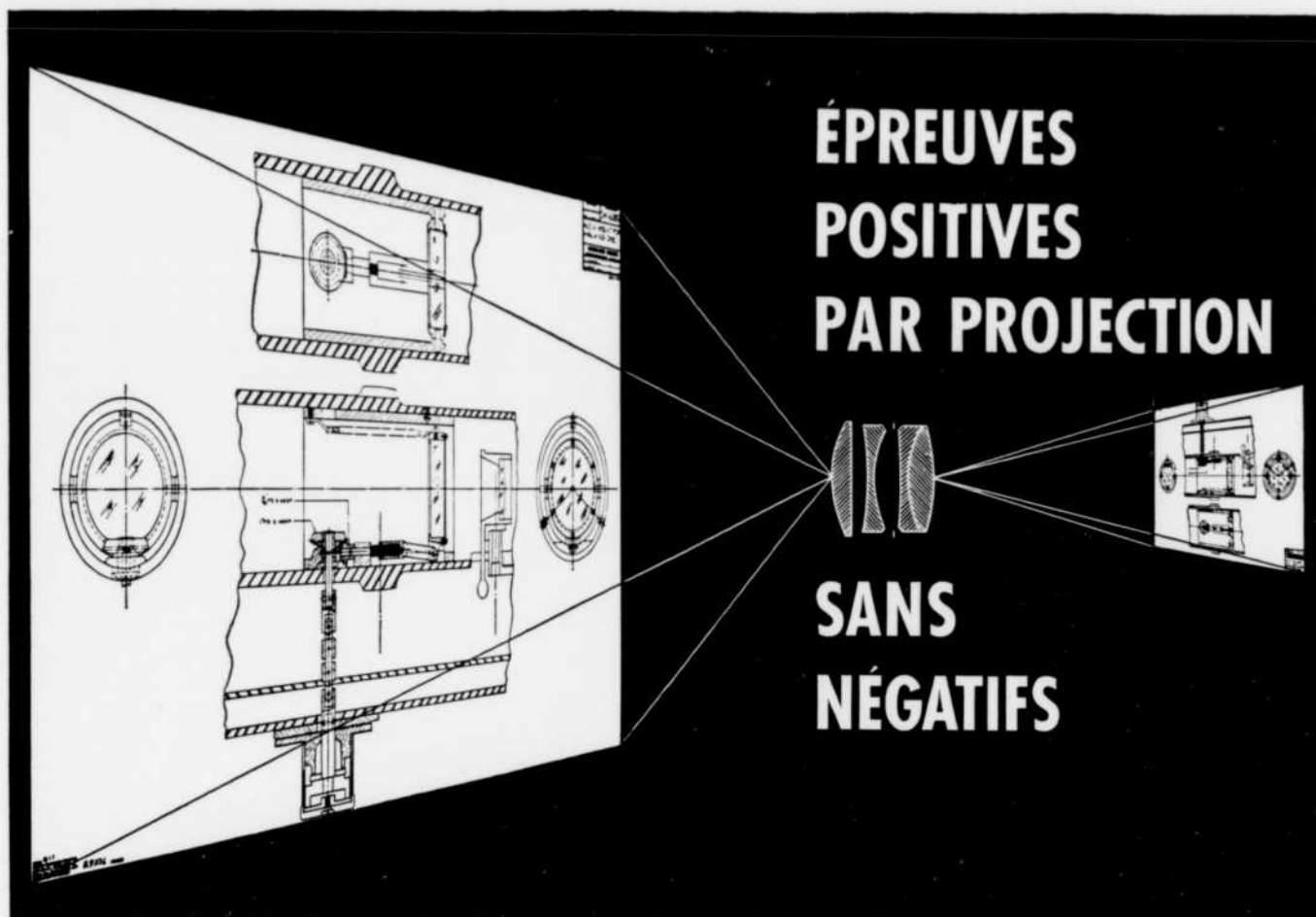
Le placement des étudiants finissants du printemps 1959 s'est fait avec un peu plus de facilité qu'en 1958. Nos 123 finissants ont tous trouvé à se placer, acceptant les emplois suivants :

37 dans l'industrie
10 dans les services gouvernementaux
13 pour les municipalités
11 pour des entrepreneurs en construction
24 pour des services publics
15 pour des ingénieurs-conseils
1 dans les services armés
4 dans l'enseignement
8 poursuivent des études postuniversitaires

En comparant ces chiffres avec ceux de l'an dernier, on constate que le placement dans l'industrie a encore fléchi légèrement, au bénéfice des autres secteurs.

Le placement des étudiants non-finissants a été plutôt lent, tout comme durant l'été 1958. La grande majorité de nos étudiants ont, il est vrai, réussi à trouver quelque emploi durant l'été, mais dans bien des cas, les emplois n'ont pas été de nature continue.

Notre revue "L'Ingénieur", sous l'habile direction de messieurs Henri Gaudet et Ernest Lavigne, a eu une année fructueuse et a été publiée quatre fois aux dates coutumières. Les numéros, comportant une moyenne de 61 pages, ont été publiés ponctuellement grâce au travail efficace du rédacteur en chef, M. Louis Trudel. 14 des 23 articles parus au cours de l'année étaient de la plume de nos diplômés. Le Conseil fait un appel spécial aux diplômés pour que ceux-ci écrivent plus d'articles dans notre revue.



Nous présentons le ...

Papier Kodagraph Autopositif pour Projection

Un tout nouveau papier positif direct, assez sensible pour la camera, à émulsion spéciale qui part au lavage, permettant un traitement rapide.

Vous pouvez maintenant faire des réductions ou des agrandissements *positifs* à grands contrastes avec des originaux *positifs*, en un seul cliché, avec une camera ou un agrandisseur. Le nouveau Papier Kodagraph Autopositif pour Projection permet d'obtenir plus facilement, et d'une façon plus commode, des:

- Copies intermédiaires *positives* de format réduit tirées de dessins industriels
- Epreuves *positives* agrandies tirées de microfilms positifs
- Epreuves *negatives* agrandies tirées de négatifs de microfilms pour retouches et tirage sur toile, papier, film
- Positifs de documents, travaux d'artiste collés, etc.

Le Papier Kodagraph Autopositif pour Projection a une sensibilité élevée qui convient à l'exposition soit dans une camera de traitement, soit dans un agrandisseur. Et, grâce à l'émulsion spéciale qui part au lavage, le traitement se fait plus vite et plus facilement que jamais auparavant. *Pas besoin de fixage.*

L'excellence de la densité et du contraste assure des reproductions claires et nettes, de la plus haute qualité. Deux épaisseurs au choix: *Standard* pour la photocopie en général, et *Ultra-Mince*, idéale pour faire des copies intermédiaires positives de format réduit.

Voyez vous-même les résultats hors pair que l'on obtient avec ce nouveau Papier Kodagraph versatile. Appelez votre marchand Kodak, ou écrivez à:

CANADIAN KODAK CO., LIMITED

Toronto 15, Ontario .

Matériaux de Reproduction Kodagraph

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

Les revenus provenant d'annonces se sont élevés à \$16,480.00 comparés à \$14,884.00 l'année précédente. D'autre part, les frais d'impression et les commissions à l'agent publicitaire ont été sensiblement diminués, ce qui a permis à "L'Ingénieur" d'accuser un profit net de \$5,890. pour l'année 1959.

Le Prêt d'Honneur des Diplômés de Polytechnique a prêté une somme record de \$10,500 représentant 61 prêts en 1959. Rappelons que depuis sa fondation en 1948 jusqu'à la fin de son exercice 1959, notre Prêt d'Honneur a effectué 322 prêts à nos étudiants en Génie, représentant une somme totale de \$54,162.50 dont \$30,827.50 ont été remboursés. L'actif initial de \$14,100 souscrit en 1948 atteint maintenant \$40,000 grâce à la générosité d'un certain nombre de nos diplômés. En 1959, ceux-ci ont souscrit au fonds du Prêt d'Honneur de Polytechnique la somme de \$2,345, soit sensiblement la même somme que l'année précédente, et soit environ \$7.00 par souscripteur. Ajoutons cependant que moins de 20% de nos diplômés ont souscrit cette année à notre Prêt d'Honneur; notre Conseil souhaite vivement une contribution plus générale de la part des diplômés, afin de pouvoir aider un plus grand nombre d'étudiants méritants.

L'assemblée annuelle de notre Association eut lieu dans l'amphithéâtre de l'École Polytechnique, le samedi, 31 janvier 1958, à 2 heures p.m.. Environ 80 membres étaient présents, et les délibérations furent présidées par le Dr Henri Gaudet, président sortant de charge. Notre 44ème banquet annuel eut lieu le même soir dans le Grand Salon de l'Hôtel Reine-Elizabeth. Le conférencier invité était l'honorable Daniel Johnson, ministre des Ressources hydrauliques de la Province, qui fit valoir les grandes possibilités offertes à nos jeunes ingénieurs par les régions du nouveau Québec. 470 personnes assistaient à ce banquet, présidé par monsieur Léo Roy, président élu de notre Association.

Pour la première fois en 1959, il y eut deux Bals du Génie durant la même année fiscale de notre Association; ceci est dû au fait qu'on a cru que le Bal avait de plus grandes chances de succès s'il était dorénavant organisé à l'automne plutôt que durant le carême. Le samedi, 28 février 1959, le 6ème Bal du Génie avait lieu à l'hôtel Sheraton Mont-Royal; ce bal, placé sous le haut patronage de l'honorable George Hees, fut présidé conjointement par monsieur Léo Roy, président de notre Association et par monsieur Claude Racine, président de l'Association des Étudiants de Polytechnique, et attira une assistance record de 92 diplômés et de 129 étudiants; le comité d'organisation de ce bal était dirigé par M. Jean-Paul Dagenais, '48.

Le 7ème Bal du Génie eut lieu le samedi, 28 novembre 1959, à l'hôtel Reine-Elizabeth. Organisé conjointement par notre Association et par l'Association des Étudiants de Polytechnique, sous la direction immédiate d'un comité dirigé par M. Claude Dupras, '55, ce bal était sous la présidence d'honneur de monsieur W.J. Riley, président de la Corporation des Ingénieurs Professionnels de Québec; 89 diplômés et 125 étudiants y assistèrent. Notons que ce bal bénéficia du support de certains commanditaires et accusa un surplus de \$310.14 alors que le bal précédent se solda par un déficit de \$200.87.

Le vendredi, 21 août dernier, avait lieu, au Club de Golf de Lachute, le 11ème tournoi de golf annuel de l'Association. Malgré un temps d'abord menaçant, 161 personnes, dont 21 dames, ont participé au tournoi. M. Bertrand Bouchard, '58, a remporté le trophée Brouillet pour le meilleur compte brut; M. Paul Beauchemin, '56, a gagné le trophée P.A. Dupuis pour le meilleur compte net; enfin, le trophée des dames, offert par la maison A. Billet Ltée, a été remporté par Mme Huet Massue. Plus de 100 prix, offerts par des membres et amis de notre Association, furent distribués à la fin du buffet qui suivit le tournoi, et qui groupait plus de 250 personnes. Ce tournoi a rapporté un surplus de \$233.36 à l'Association; nos félicitations vont au comité d'organisation dirigé par M. Marcel Lamarche, '40.

Notre secrétaire exécutif, M. Léo Gareau, '21, s'est de nouveau chargé de la publication de la "Liste des Diplômés de Polytechnique", édition 1959. Cette brochure, tirée à 3,500 exemplaires, a été distribuée gratuitement aux diplômés et étudiants de Polytechnique, aux membres du parlement provincial, aux députés de la Province à Ottawa, à un bon nombre de municipalités, ainsi qu'à de nombreuses associations et bibliothèques du pays. Cette année encore, cette publication accuse un surplus qui se chiffre à \$413.09.

Nous sommes heureux de rappeler maintenant les noms des gagnants des médailles de notre Association, tels que proclamés à la Collation des Grades universitaires du mois de mai dernier. La médaille d'or, attribuée à l'étudiant classé premier en dernière année d'études, a été décernée à

M. Jules HOUDE, de l'option Travaux publics-Bâtiments.

Les médailles d'argent, attribuées dans chaque option du cours à l'étudiant qui s'est classé premier dans son option, ont été décernées à

MM. Régent Pelletier, de l'option Travaux publics-Bâtiments
Clément Lamoureux, de l'option Mécanique-Électricité
Christian Huc, de l'option Mines-Géologie
Roland Fréchette, de l'option Génie chimique-Métallurgie.

Le Conseil s'intéresse toujours très vivement aux succès remportés par nos membres dans l'exercice de leurs fonctions. Nous avons noté au secrétariat, et aussi dans la revue "L'Ingénieur" un grand nombre de distinctions et promotions dont nos diplômés ont été l'objet. Il est vraiment hors des cadres du présent rapport de vous en dresser la liste; qu'il nous suffise de féliciter de nouveau tous nos confrères qui nous ont ainsi fait honneur durant l'année et de leur souhaiter plein succès dans leurs nouvelles responsabilités.

Nous ne saurions terminer ce rapport sans apporter une pensée spéciale à nos confrères disparus durant l'année 1959. Ils sont au nombre de 11.

L. Bertrand, '83	Robert Savage '24
Edouard Hamel '08	Lucien Roy '25
J.-Albert Forest '09	Ls-Philippe Gravel '27
Narcisse J.A. Vermette '15	Jean-René Desmarais '37
Anastase Gravel, arch. '18	Conrad Laverdure '43
Paul deGuise '23	

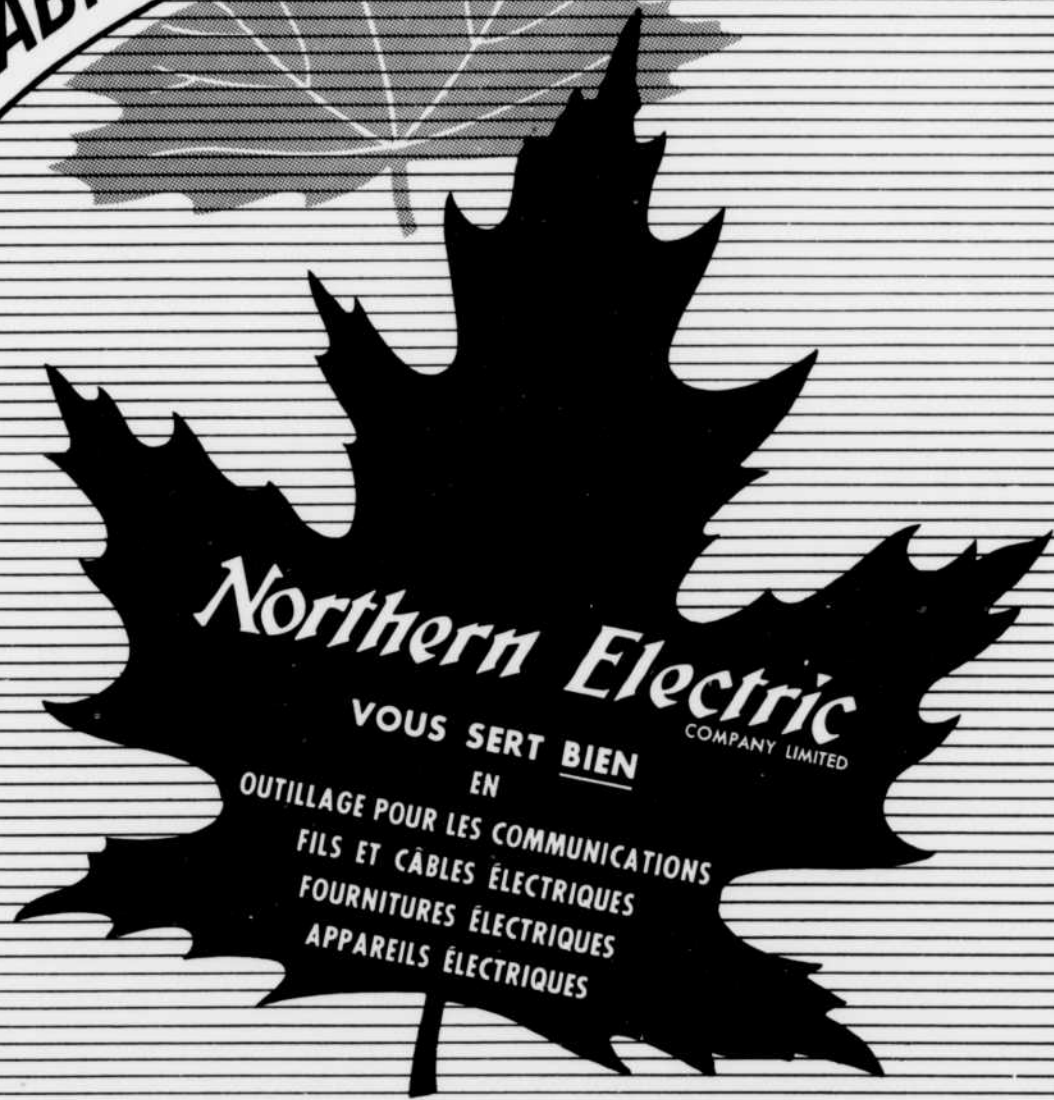
Jacques Laurence, Ing.P.
Secrétaire-trésorier

RAPPORT DES VÉRIFICATEURS DES COMPTES

Nous, soussignés, nommés vérificateurs des comptes en vertu d'une résolution adoptée à l'assemblée générale du 31 janvier 1959, déclarons avoir examiné les livres de l'Association des Diplômés de Polytechnique. Nous avons obtenu tous les renseignements et explications que nous avons demandés. Nous avons fait les sondages que nous avons jugés nécessaires mais nous n'avons pas fait une vérification détaillée de toutes les transactions.

À notre avis, le bilan et les états de Revenus et Dépenses qui suivent sont dressés de manière à donner une idée exacte de la situation financière de l'Association des Diplômés de Polytechnique au 31 décembre 1959 et du résultat de ses opérations pour l'exercice terminé à cette date.

Rodolphe Maheu
Aurélien Noël Comptables agréés



L'INGÉNIEUR

ÉTAT DES REVENUS ET DÉPENSES

Pour la période du 1er janvier au 31 décembre 1959

Revenus

Subvention — Corporation de l'École Polytechnique		500.00
Abonnements		
Diplômés de Polytechnique ..	\$ 4,000.00	
Étudiants de Polytechnique ..	2,528.00	
Divers	561.30	7,089.30
Annonces		16,479.85
		<u>\$24,069.15</u>

Dépenses

Commissions	\$ 6,113.90	
Impression	9,859.05	
Expédition	423.63	
Frais de rédaction	2,160.00	
Divers	101.38	
	18,657.96	
Moins : clichés	478.77	\$18,179.19
Excédent des revenus sur les dépenses		<u>\$ 5,889.96</u>

COMITÉ DE DIRECTION DU PRÊT D'HONNEUR DES DIPLOMÉS DE POLYTECHNIQUE POUR L'ANNÉE 1959

Le Comité de Direction du Prêt d'Honneur s'est réuni quatre fois durant l'année se terminant le 30 septembre 1959. Durant cette période, 61 prêts furent accordés à des étudiants de Polytechnique, représentant une somme totale de \$10,500.00, dont \$8,900.00 à long terme, et \$1,600.00 à court terme.

Depuis sa création en 1948, le Prêt d'Honneur des Diplômés avait prêté, au 30 septembre 1959, une somme globale de \$54,162.50 dont \$30,827.50 avait été remboursé.

L'actif au 30 septembre 1959 s'élevait à \$39,946.41 et se répartissait comme suit :

Fonds en banque	\$ 5,466.41
Intérêts à recevoir sur placements	102.50
Prêts d'honneur, moins remboursement déjà effectués	23,335.00
Obligations du Canada et de la Province de Québec, au prix coûtant	11,042.50
TOTAL	<u>\$39,946.41</u>

Le passif est nul.

Les contributions versées par les diplômés au Prêt d'Honneur de Polytechnique durant l'année se terminant le 30 septembre 1959 furent de \$2,427.50 à comparer avec \$2,794.00 l'année précédente.

Les revenus additionnels de \$531.33 comprennent les intérêts sur obligations, sur dépôts en banque et sur prêts, formant un revenu total de \$2,958.83. Les dépenses au montant de \$100.00, se sont limitées aux frais de comptabilité, de sorte que le surplus net pour l'année est de \$2,858.83.

Jacques Laurence, Ing.P.
Secrétaire-trésorier

BILAN

au 31 décembre 1959

ACTIF

Actif disponible et réalisable à court terme		
Argent en mains et en banque		\$7,864.05
Comptes à recevoir	\$3,296.25	
Moins : Provision pour créances douteuses	150.00	3,146.25
		<u>11,010.30</u>
Autre actif		
Dépôt — Bureau de Poste		60.00
		<u>\$11,070.30</u>

PASSIF

Passif exigible à court terme		
Comptes à payer		\$ 2,222.31
Commissions à payer		401.04
Abonnements payés d'avance		333.00
Annonces perçues d'avance		355.00
		<u>3,311.35</u>
Surplus		
Solde au 1er janvier 1959	\$1,395.45	
Plus : Surplus - Année 1959 \$ 473.54		
Surplus - Année 1959		
L'Ingénieur	5,889.96	6,363.50
		<u>7,758.95</u>
		<u>\$11,070.30</u>

REVENUS ET DÉPENSES

Pour la période du 1er janvier au 31 décembre 1959

Revenus

Cotisations — Courantes	\$ 8,703.00
Cotisations — Arrérages	440.00
Cotisations — Avances	610.00
Liste des Diplômés	3,315.00
Banquet annuel	2,422.50
Bal	9,423.00
Tournoi de golf	9,518.73
Tournoi de golf	2,703.50
Octroi — Province de Québec	600.00
Intérêts sur dépôts	103.45
Divers	3.32
	<u>\$28,323.77</u>

Dépenses

Abonnements payés à l'Ingénieur	4,000.00
Liste des Diplômés	2,902.91
Banquet annuel	2,682.55
Bal	2,470.14
Frais d'administration	4,000.00
Assemblées	413.78
Délégués	80.00
Dossiers	93.31
Papeterie et impressions	600.00
Timbres	319.62
Réceptions	70.00
Téléphones et télégrammes	11.35
Frais de banque	35.12
Messes	30.00
Commissions sur annonces — Liste des Dipl.	50.33
Vérification	100.00
Divers	27.59
Remise — Section de Québec	323.20
Remise — Section Ottawa-Hull	65.60
Remise — Section Nord du Québec et de l'Ontario	56.00
	<u>\$27,850.23</u>
Surplus — Année 1959	<u>\$ 473.54</u>



Usine des transformateurs C.G.E. à Guelph, Ontario

Voilà pourquoi, mon fils, tu dois étudier les mathématiques

Un regard sur le Canada, aujourd'hui, aura tôt fait de convaincre tout jeune homme que les mathématiques jouent un rôle primordial dans son avenir. Partout autour de lui il voit l'oeuvre de l'ingénieur professionnel dont la formation basée sur les mathématiques contribue de maintes façons à la rapide expansion de notre pays. De fait, ne trouve-t-on pas l'ingénieur prévoyant et avisé à la base d'immenses projets, n'est-il pas, en quelque sorte, l'homme-clef de qui dépend le progrès du Canada?

Pour ce qui est du développement futur du Canada,

le génie offre défi et récompense à des milliers de jeunes canadiens. Pour eux, il y aura la profonde satisfaction d'être membre d'une profession dont l'importance et la dextérité auront largement contribué à la puissance, à la prospérité de notre nation.

Depuis au-delà de 65 ans, Canadian General Electric conçoit et fabrique une majeure partie de l'équipement électrique qui joue un rôle si vital dans le domaine de l'électrification de notre pays, électrification disons-le bien de beaucoup la plus perfectionnée au monde.



Le progrès est notre plus important produit

CANADIAN GENERAL ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fabricant de l'outillage qui génère, transmet et distribue l'électricité... ainsi que d'une innombrable variété de produits qui la mettent à l'oeuvre dans les foyers et les industries.

L'INGÉNIEUR

PRINTEMPS 1960 — 63

MEMBRES DU CONSEIL ANNÉE 1960

Président : Georges Demers '35
 Vice-Présidents : 1er Charles-René Laberge '31
 2e Emilien Dagenais '25
 Secrétaire-trésorier : Jacques Laurence '38
 Représentant des Architectes : G.-E. de Varennes '18
 Directeurs :
 Elus en 1959 : Edouard Prévost '21
 André Aird '38
 Bernard Lavigreur '41
 Lucien-G. Rolland '42
 Guy Monty '46
 Elus en 1960 : Arthur Branchaud '34
 Pierre Mauffette '37
 Jean-Louis Bourret '52
 Claude Rouleau '54
 Claude Lefebvre '55
 Directeurs ex-officio : Léo Roy '30
 Henri Gaudetroy '33
 J.-Georges Chênevert '23
 Représentants de la Section de Québec :
 Georges Demers '35
 Arthur Branchaud '34
 Représentant de la Section Ottawa — Hull :
 Marie-Louis Carrier '33
 Représentant de la Section du Nord de Québec et de l'Ontario : Jacques Limoges '32
 Représentant de la Corporation de l'École Polytechnique :
 Henri Gaudetroy '33
 Représentant de l'Association des Étudiants de Polytechnique :
 Jules Bélanger.

**CONSEIL DE LA SECTION DE QUÉBEC
 POUR L'ANNÉE 1960**

Président : Paul Hallé '38
 Vice-président : Arthur Piché '30
 Secrétaire-trésorier : Paul Lépinay '50
 Conseillers pour 1 an : Marcel Dupuis '53
 Roger Guay '50
 Gérard Bastien '34
 Conseillers pour 2 ans : Paul M. Bilodeau '48
 Philippe Bureau '32
 Roger Bernier '49
 Ex-officio : Jacques Roy '48
 René Rioux '38
 Léopold Fontaine '30
 Membre du Conseil Central : Georges Demers '35

**CONSEIL DE LA SECTION OTTAWA-HULL
 POUR L'ANNÉE 1960**

Président : Marie-Louis Carrier '33
 Vice-président : J.-Emile Dumontier '35
 Secrétaire-trésorier : Paul Lepage '33
 Conseillers : Eudore Dumont '47
 Roméo Payfer '28
 Léopold Nadeau '36
 Roger Simard '47
 Directeurs ex-officio : Marc Boyer '28
 François-J. Leduc '24
 Walter Manning '27

Souscripteurs au Prêt d'Honneur des diplômés en 1959

De Varennes, Géo. Arch.	'15	Bernardin, L.	'23	Leblanc, F.	'34	Fleury, M.
Maheu, R.	'17	Comeau, J.	'29	Brouillet, I.	'34	Hurtubise, J.-E.
Bataille, L.	'19	Forest, C.-E.	'29	Montpetit, G.	'35	Rowan, J.J.
Carbonneau, C.		Gérin, M.		Langevin, E.	'35	Robert, R.-A.
Denoncourt, E.-L., arch.	'20	Chapleau, J.	'29	Bernier, J.-C.	'35	Godin, C.-R.
Venne, L., arch.	'21	Dupuis, P.-A.	'30	Mondello, J.-R.	'35	Pigeon, A.
Collin, C.	'21	Graham, O.	'30	Gilbert, M.	'35	Langlois, M.
Doucet, E.-A., arch.	'21	Grenier, A.-J.	'30	Morin, J.	'34	Manseau, G.
'08 Kieffer, H.	'23	Chênevert, J.-G.	'30	Deslauriers, A.-J.	'35	Cadrin, P.-E.
'06 Béique, P.-A.		Archambault, J.M.	'30	Mondello, J.R.	'36	Doucet, J.
'03 Préfontaine, R.		Gendron, H.	'31	Carmel, E.G.	'36	Riverin, P.
'07 Beauchemin, A.-O.		Janelle, W.	'31	Bouchard, A.	'36	Dumont, G.
'09 Lafrenière, T.-J.		Tourigny, C.-E.	'31	Bouchard, J.	'36	Lalonde, J.-P.
'09 Buteau, J.-A.	'24	Chauret, E.	'31	Morissette, P.-E.	'37	Brière, G.
'10 Langelier, J.-Nap.	'24	Choquette, F.	'31	Paré, A.-E.	'37	Frigon, R.
'10 Landreau, G.	'24	Parent, R.	'31	L'Heureux, M.	'37	Mauffette, P.
'11 Beauchemin, J.-A.	'25	Dagenais, E.	'32	Duquette, R.-R.	'37	Rose, P.-E.
'11 Laframboise, A.	'25	Genest, A.	'32	Gratton, G.	'37	Boucher, O.
'11 Dufresne, A.-O.	'25	Boisvert, C.-H.	'32	Limoges, J.	'37	Connolly, J.
'11 St-Pierre, L.-A.	'25	Bélanger, Réal	'32	Girard, F.	'37	Desmarais, J.-R.
'12 Gratton, J.-A.	'26	Morissette, A.	'32	Mathieu, J.A.O.	'37	Des Ormeaux, D.
'12 Lalonde, J.-A.	'26	Ranger, G.-R.	'32	Ledoux, R.	'37	Lapierre, G.
'13 Massue, Huet	'26	Chagnon, J.-C.	'33	Major, G.-J.	'37	Mailhot, G.
'13 Lamothe, G.-E.	'26	Roberge, A.	'33	Thériault, J.-H.	'38	Rioux, J.-R.
'13 Larivière, A.	'26	Mathieu, A.	'33	Benoît, J.	'38	Crépeau, G.E.M.
'12 Blais, R.	'27	Cossette, A.	'33	Duquette, R.	'38	Gervais, A.
'15 Julien, J.-R.	'27	Décarie, A.	'33	Fréchette, A.	'38	Hallé, P.E.
'14 Piché, P.-E.	'27	Duchastel, L.-A.	'33	Gaudetroy, H.	'38	Arpin, J.-V.
'14 Valiquette, A.	'27	Matte, R.	'34	Chevrette, R.	'38	Beaudet, G.
'16 Cimon, H.		Perrault, L.	'34	Descôteaux, P.	'38	Laurence, J.
'17 Rolland, O.	'27	Gagnon, L.	'34	Dufresne, P.	'38	Gauthier, R.
'17 Giguère, E.	'28	Béique	'34	Marsan, C.	'38	Normandeau, P.T.
'16 Lavigne, E.	'28	Marchand, Y.	'34	Lefebvre, J.	'38	Vinet, J.
'17 Villeneuve, J.-A.	'28	Béique, J.C.	'34	Vincent, P.	'39	Dufresne, A.



**ÉVITEZ
LES PERTES ET
LES TROUBLES
AVEC
NOS GROUPES
ÉLECTROGÈNES**

Le garage
de stationnement
PIGEON HOLE, rue de la Montagne
à Montréal
est protégé par un **ONAN** à gazoline
de 50 KW



**COMMUNIQUEZ
IMMÉDIATEMENT
AVEC
J. P. FAGUY, Ing. P. 51
OU
DÉMANDEZ
NOTRE CATALOGUE**

7485 BOUL. ST-LAURENT, MONTRÉAL



*Structure du viaduc au-dessus des voies du C.N.R.
sur l'Autoroute Montréal-Laurentides à St-Jérôme*

LORD & COMPAGNIE LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : J.-H. Lord, Ing. P.

4700, Iberville

MONTRÉAL

LA. 4-3048

'39	Morin, A.	'46	Dagenais, C.	'50	Dupuis, H.	'54	Doucet, R.
'39	Paré, L.	'46	Dugas, J.	'50	Poulin, A.	'54	Veuillette, J.-C.
'40	Fréchette, G.	'46	Laurier, A.	'50	Duplessis, J.	'54	Gauvreau, J.-P.
'40	Sicotte, J.	'46	Parent, A.	'50	Hogue, A.	'54	Charest, R.
'40	Brien, F.	'46	Bernardi, A.	'50	Isabelle, H.	'54	Paquet, J.-G.
'40	Bourgeois, C.	'46	Rolland, P.A.	'50	Paré, Y.	'54	Marleau, J.
'40	Lecavalier, G.	'46	St-Pierre, F.	'50	Théberge, G.	'54	Delorme, M.
'40	Papineau, M.		Leblanc, R.	'50	Lavallée, G.	'54	Robin, G.
'40	Bourgeois, C.	'46	St-Pierre, F.	'50	Barrière, J.	'54	Donato, F.
'40	Dessaulles, J.	'46	Houde, R.	'50	Quintal, R.	'55	Brillon, P.
'40	Nadeau, Y.	'47	Desjardins, J.-C.	'51	Faguy, J.-P.	'55	Gagné, C.
'41	Campeau, C.-E.	'47	Desrochers, F.	'51	Gingras, R.	'55	Hotte, J.
'41	Cousineau, J.-E.	'47	St-Louis, R.	'51	Paquette, N.	'55	Poliquin, B.
'41	Samson, J.	'47	Donato, P.	'51	Courtemanche, G.	'55	Allard, J.-C.
'41	Manseau, M.	'47	Goulet, G.	'51	Laliberté, A.	'55	Frégeau, M.
'41	Lafond, O.	'47	Durand, L.	'51	Dionne, G.	'55	Gagnon, R.
'41	Lamarche, E.	'47	Choinière, M.	'51	Dionne, J.-P.	'55	Provencher, M.
'41	Monti, T.-A.	'47	Lapierre, G.	'51	Donato, G.	'55	Chartrand, J.
'41	Lessard, R.	'47	Barrette, R.	'51	Thériault, R.	'55	Dupuis, L.
'41	Marceau, S.	'47	Filiatrault, R.	'51	Lespérance, G.	'55	Juillet, B.
'42	Rousseau, A.	'47	Gagnon, L.	'51	Ethier, G.	'55	Ryan, P.
'42	Bélanger, L.	'47	Phaneuf, R.-E.	'51	Regimbald, R.	'55	Lefebvre, J.
'42	Latreille A.	'47	Bastien, J.P.	'51	Reeves, L.	'55	Carrière, J.-G.
'42	Mercier, C.-E.	'47	Rainville, G.	'51	Péloquin, E.	'55	Gagné, M.A.
'42	Labrecque, A.	'47	Jutras, G.	'52	Lafrance, P.	'55	Baril, R.
'42	Normandeau, L.	*'47	Noiseux, G.-F.	'52	Leclair, L.	'55	Champoux, B.
'42	Boileau, C.-A.	'48	Caron, J.-G.	'52	Maisonnette, H.	'56	Alepin, P.
'43	Douville, P.-E.	'48	Sicotte, G.	'52	Cléroux, J.	'56	Courtemanche, J.-L.
'43	Baribeau, B.	'48	Dagenais, C.	'52	Lamarre, B.	'56	Danis, N.
'43	Labrosse, F.	'48	Soucy, J.	'52	Tougas, L.	'56	Dumas, L.
'43	Laverdure, C.	'48	Choquet, A.-J.	'52	Dulour, M.	'56	Dupaul, G.
'43	Ménard, J.	'48	Desrochers, R.	'52	Lemieux, M.	'56	Gauthier, B.
'43	Mousseau, F.	'48	Gendron, L.	'52	Beauchemin, F.	'56	Lahaise, G.
'43	Trudeau, J.	'48	Matte, J.-P.	'52	Joubert, M.	'56	St-Denis, J.
'43	Leroux, F.-G.	'48	Migué, G.	'52	Rousseau, J.	'56	Shooner, R.
'43	Salvas, P.-E.	'48	Grothé, P.	'52	Wolfe, G.	'56	Therrien, R.
'43	Gaudreau, M.	'48	Markowski, J.	'52	Thomas, M.	'56	Tremblay, R.
'43	Cadieux, J.	'48	Dubuc, R.	'52	Hébert, J.-H.	'56	Berthiaume, R.
'43	Turgeon, M.	'48	Choquet, J.	'52	St-Jacques, M.	'56	Lecomte, J.
'44	Sicotte, B.	'49	Dumont, P.	'52	Perreault, J.	'56	Morin, G.
'44	Glen, L.A.	'49	Girard, F.	'52	Boucher, G.	'56	Poulin, P.-A.
'44	Allaire, L.	'49	Petit, G.	'52	Savignac, D.	'56	St-Jean, R.
'44	Desrosiers, P.-R.	'49	Pigeon, P.	'52	Marie, J.-L.	'56	Levasseur, R.
'44	Leclerc, A.	'49	Bourassa, J.	'52	Favron, J.	'56	David, C.
'44	Deslauriers, E.	'49	Chagnon, J.	'52	Léonard, E.	'56	Clément, C.-N.
'44	Provencher, L.-P.	'49	Lord, G.M.	'52	Léonard, J.	'56	Sicard, G.
'44	Proulx, J.-N.	'49	Perron, G.-H.	'52	Thibaudeau, A.	'56	Brulotte, C.
*'44	Lalande, J.-B.	'49	Gaudette, G.-M.	'53	Denis, A.	'56	Godin, A.
'45	Marier, J.	'49	Bibeau, J.	'53	Lefort, P.	'56	Roberge, A.
'45	Palmer, P.V.	'49	Lauzon, E.	'53	Ostiguy, C.	'56	Martin, A.
'45	Chevrette, B.	'49	Beauchamp, G.	'53	Bégin, R.	'57	Grégoire, R.
'45	Delisle, M.	'49	Grondin, B.	'53	Longpré, M.	'57	Lavigne, M.-C.
'45	Pauzé, J.	'49	Perrault, J.	'53	Cyr, G.	'57	Viens, G.
'45	St-Pierre, R.	*'47	Bastien, J.-P.	'53	Juteau, L.	'57	Pilon, J.-G.
'45	Catafard, P.-R.	'49	Blain, G.L.	'53	Daneau, P.E.	'57	Rousseau, G.
'45	Charest, R.	'49	Bessette, H.	'53	Toupin, M.	'57	Phaneuf, J.-Y.
'45	Martel, J.-M.	'49	Patry, M.	'53	Pouliot, M.	'57	Lafontaine, H.P.
'45	Gendron, L.	'49	Bernier, R.	'53	Richard, G.	'57	Gravel, B.
'45	Lacaille, G.-E.	'49	Galipeau, C.	'54	Bonneau, R.	'57	Jasmin, J.-L.
*'44	Grenier, Guy	'50	Bourgon, J.-P.	'54	Boucher, R.	'57	Belcourt, G.
'46	Emond, Amable	'50	Desrochers, M.	'54	Deserres, F.	'57	Bock, M.A.
'46	Bourassa, J.	'50	Villemur, J.	'54	Desjardins, M.	'57	Caron, J.C.
'46	Bouthillette, R.	'50	Desrochers, G.	'54	Labelle, J.-C.	'57	Charette, C.
						'56	Ricard, J.P.

PLOMBERIE CHAUFFAGE VENTILATION

**INSTALLATIONS
METRO,
INSTALLATIONS
*expertes!***

Une interprétation précise des plans, des matériaux de la plus haute qualité, une main-d'oeuvre experte, sous la surveillance d'ingénieurs professionnels, garantissent une installation telle que spécifiée.

M. M. LAPIERRE, Ing.P.
M. E. GELINAS, Ing.P.
M. J. MARIE, Ing.P.
M. R. GIARD, T.D.
M. H. BLAIS, T.D.
M. N. FREDETTE, T.D.
M. R. CHAMPAGNE, T.D.

**METRO INDUSTRIES
LIMITÉE**

L. E. Dansereau, président
MONTREAL - OTTAWA

huile à chauffage



**brûleurs à
l'huile**



charbon



**MONGEAU
& ROBERT** CIE
LTÉE

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

Nouvelles des DIPLOMÉS

Yvon Boissonneault '57, a quitté Honeywell Controls de Montréal, et occupe maintenant le poste d'ingénieur à la Prévention des Incendies, à la Cité de Montréal.

Marc Brault '59, a quitté la cie de Téléphone Bell, et travaille maintenant pour Desourdy Construction Limitée, cité de Laflèche, près de Montréal.

Paul Brissette '38, précédemment assistant du vice-président de Sorel Industries Ltd., est maintenant ingénieur-en-chef de Crucible Steel of Canada Ltd., à Sorel.

André Brossard '52, autrefois à Canadair Ltd., est maintenant représentant des ventes pour le district de Montréal à la cie Hewitt Equipment Ltd.

Camille Charette '57, a été promu au poste d'ingénieur de l'entretien, à la cie Nichols Chemicals, à Valleyfield.

Gérard De Gagné '58, a quitté Canadair Ltd. de Montréal, et travaille maintenant pour l'Hydro-Québec, à Noranda.

Léo Delagrave '51, ingénieur d'usine à la Sorel Industries Ltd., a été élu vice-président de la Chambre de Commerce du Sorel métropolitain.

Roger Desjardins '39, a quitté la Régie des Services Publics, à Québec, et travaille maintenant pour le bureau d'ingénieurs-conseils de Cartier, Côté et Piette, à Montréal.

Gaston Desroches '50, vient d'être nommé ingénieur surintendant de la section de l'exploitation des ressources à la Division régionale de l'Exploitation, à l'Hydro-Québec.

Carrié Dévieux '57, qui termine ses études de maîtrise en Génie électrique à l'Université McGill, vient d'obtenir un fellowship du "Polytechnic Institute of Brooklyn" pour des études de doctorat.

Jean-Paul Dubeau '58, vient d'être nommé en charge du bureau de Québec de la cie Powers Regulator.

Léon-A. Duchastel '27, a été nommé trésorier honoraire de la Ligue Antituberculeuse de Montréal.

Paul Dufresne '34, membre de la corporation de l'École Polytechnique, était récemment nommé chevalier de l'Ordre du St-Sépulcre.

Claude Duval '56, est maintenant au service de Canadian Steel Foundry, à Montréal. Il est revenu d'Allemagne, après un stage de 15 mois à l'Université d'Aix-La-Chapelle, où il a fait des études spéciales dans le domaine de la métallurgie.

Lionel Duval '50, travaille depuis quelque temps pour la société Lord & Cie Limitée, à Montréal.

Henri Gaudet '33, était nommé récemment membre du Comité Canadien des Bourses aux Étudiants du Commonwealth britannique.

Lucien Gendron '45, professeur agrégé au département de Génie Mécanique de l'École Polytechnique, était récemment nommé chevalier de l'Ordre Pontifical de St-Sylvestre.

Pierre Gérin-Lajoie '49, a quitté la cie Canadian General Electric de Montréal et travaille depuis la mi-janvier pour le bureau d'ingénieurs-conseils, Letendre, Monti et Associés, à Montréal.

Fernand Guérin '57, autrefois au Ministère Fédéral des Ressources Hydrauliques à Montréal, est maintenant au service de Lalonde & Valois, ingénieurs-conseils de Montréal.

Jean-Louis Major '57, vient d'être promu au poste de "Supervisor of Technical Maintenance" au "Video Tape Delay Center", pour la Société Radio-Canada, à Calgary, Alta.

Gaston Marcell '58, a laissé le Ministère Provincial des Travaux Publics, à Montréal, et travaille maintenant pour le bureau Leroux et Rondeau, ingénieurs-conseils et arpenteurs-géomètres de Montréal.

Joseph F. Mathys '37, a quitté la cie Franki of Canada, et est maintenant vice-président et directeur de la Société Parco Drilling and Exploration Ltd., à Montréal.

Noël Paquette '51, ingénieur régional du Ministère des Transports, a été élu président de la Chambre de Commerce du Sorel métropolitain.

René Parent '55, autrefois à la cie J. D. Stirling, travaille maintenant pour la cie Iberville Construction, Inc., à Montréal.

Fernand Poliquin '51, autrefois au bureau des brevets à Ottawa, et plus récemment à la cie John Inglis, à Montréal, travaille maintenant pour Marion, Marion, Robic et Bastien, procureurs de brevets d'inventions, à Montréal.

Jacques Rouleau '57, a quitté le bureau de Beauharnois de la cie Dufresne Engineering, et est maintenant attaché au bureau-chef de la même compagnie, à Montréal.

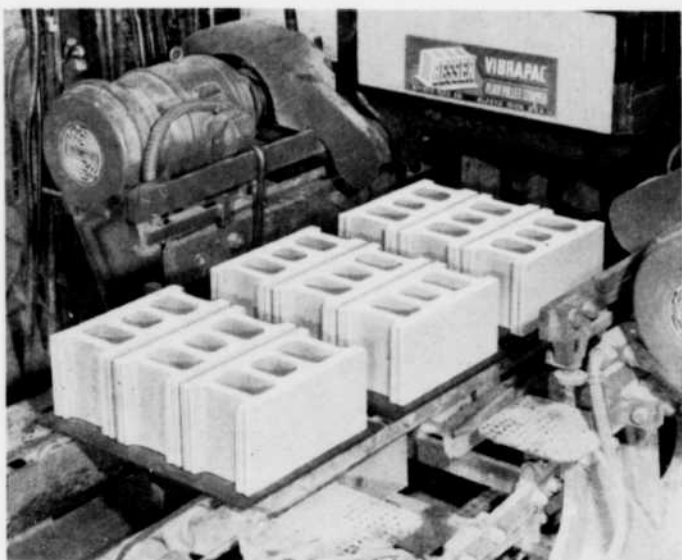
Jacques Simard '57, a quitté le service fédéral des ressources hydrauliques et travaille maintenant pour Desourdy Construction Limitée, cité de Laflèche, près de Montréal.

Jacques-P. Simard '58, a quitté la Corporation du Gaz Naturel du Québec et travaille maintenant pour la cie Powers Regulator, à Montréal.

Jean-Paul Tessier '47, était récemment décoré à Ottawa de l'Ordre des Frères Servants de St-Jean de Jérusalem, pour services rendus à la cause de l'Ambulance St-Jean dont il est patron d'honneur.

Charles Tremblay '32, a récemment été promu au poste d'ingénieur-en-chef de la Division du Gaz, à la Régie de l'Électricité et du Gaz, à Montréal.

Roméo Valois '30, était récemment élu directeur de l'Orchestre Symphonique de Montréal.

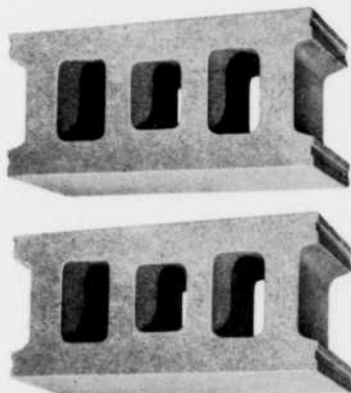


**Comme
des gouttes
d'eau . . .**

TOUS LES BLOCS

BEAUDRY

SONT UNIFORMES



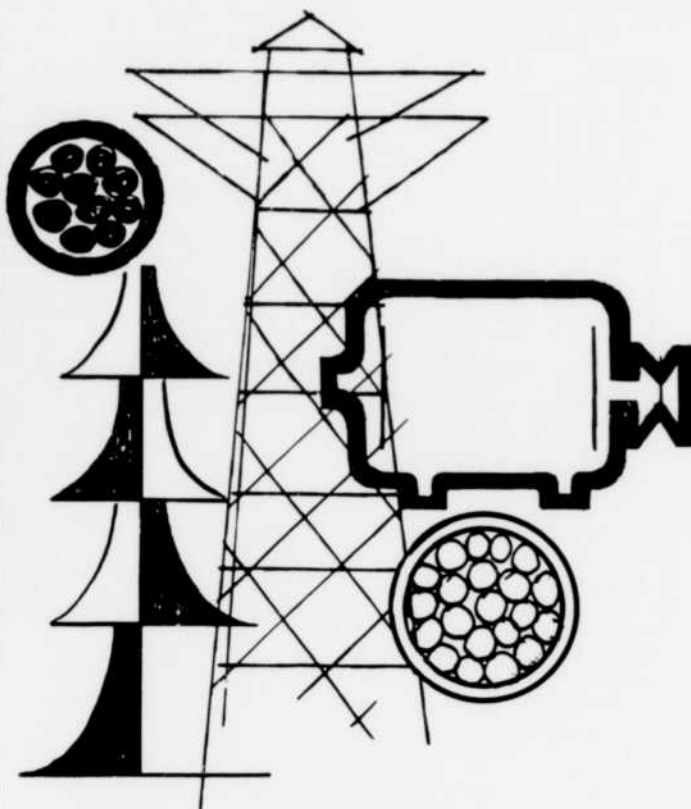
Chez **BEAUDRY**, lorsque les opérateurs pressent sur le bouton d'une puissante Besser Vibrapac, ils savent déjà que tous les blocs ainsi produits auront des caractéristiques parfaitement uniformes. Comme des gouttes d'eau . . . chaque bloc sera parfaitement identique à son voisin.



B · BEAUDRY
BLOCS DE CIMENT CO. LTÉE

3671, BOUL. LEVESQUE
ST-VINCENT-DE-PAUL **No. 1-7764**

L'INGÉNIEUR



**installations
électriques**

**SOUS LA SURVEILLANCE
D'INGÉNIEURS PROFESSIONNELS**

- Plus de 25 années d'expérience dans tous les genres d'installations électriques.
- Interprétation fidèle des plans et des devis.

R. RIOPELLE, Ing.P.
L. DUFRESNE, Ing.P.
G. LAPRISE, Ing.P.
P. DORVAL, T.D.
P. MOREL, T.D.
G. PLANTE, T.D.
R. CAMDEN, T.D.
J. P. PICARD, T.D.

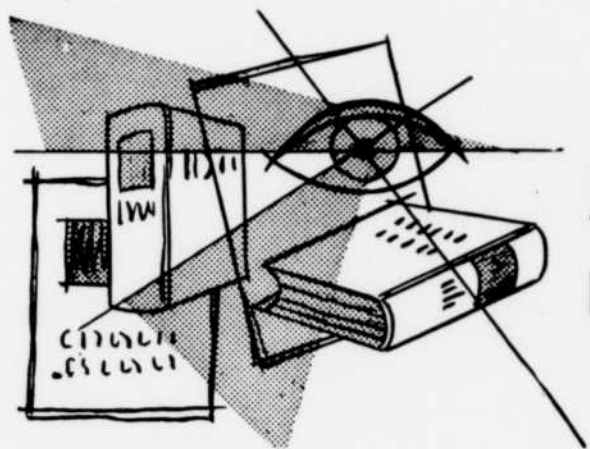


METROPOLE ELECTRIC INC

MONTREAL — QUEBEC — OTTAWA

L. E. DANSEREAU, *Président*

PRINTEMPS 1960 — 69



Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

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

Les formations végétales et paysages ruraux: lexique et guide bibliographique par GEORGES PLAISANCE, préface de Ph. Guinier. Un volume, éd. 1959, 9 1/2 x 6. 418 pages, avec figures et planches, broché: 3000 francs, U.S. \$6.41 — Paris, Gauthier-Villars.

Méthodes topologiques appliquées à l'électronique par LEFTEPI SIDERIDES, préface de Théodore Vogel. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air N.T. 84. Un volume, éd. 1959, 10 3/4 x 7, 133 pages, broché: 3190 francs. Paris, Au service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Les mécanismes électroniques en chimie organique par MARC JULIA. Un volume, éd. 1959, 9 3/4 x 6, 99 pages avec figures, broché: 16NF, U.S. \$3.45. Paris, Gauthier-Villars.

Le but de cet Ouvrage est d'aider ceux qui le voudront à acquérir les bases fondamentales dans ce domaine. Il sera utilisé au mieux par ceux qui ont déjà certaines connaissances de chimie, en particulier de chimie organique. Il s'adresse donc aux étudiants vers la fin de leur licence, ou après, et également à tous ceux qui, ayant terminé leurs études de chimie depuis quelques temps déjà, désirent se familiariser avec ces notions un peu nouvelles.

Physique de l'Atmosphère. Tome II, phénomènes de réfraction, par ÉTIENNE VASSY. Un volume, éd. 1959, 9 1/2 x 6, iv-227 pages, 160 figures, broché: 3200 francs, U.S. \$6.53. Paris, Gauthier-Villars.

Après le tome I du Cours de Physique de l'Atmosphère qui se rapportait aux phénomènes d'émission, voici le

tome II qui traite des phénomènes de réfraction.

L'atmosphère terrestre étant un milieu dont les propriétés sont éminemment variables dans l'espace et dans le temps, les phénomènes de réfraction y prennent une foule d'aspects, parfois très différents.

Problèmes et calculs de chimie générale et de cristalochimie par R. HOCART et R. KERN. Un volume, éd. 1959, 9 3/4 x 6 1/4, 211 pages, avec figures, relié: 1900 francs; U.S. \$4.13. Paris, Gauthier-Villars.

La Chimie générale n'est pas une science abstraite, éloignée des applications. Il n'est pas réservé aux physiciens de calculer avant d'expérimenter; les chimistes le peuvent aussi.

Il est facile de trouver des sujets de problèmes parmi les réactions utilisées au laboratoire ou à l'usine. En général, les calculs sont simples et ne font pas appel à des connaissances mathématiques approfondies; cependant la mise en équation est souvent délicate et une certaine pratique est indispensable. Le moyen le plus simple de l'acquérir est de consulter un recueil d'exposés et de solutions judicieusement composé.

Les 110 problèmes choisis sont rassemblés autour des principaux chapitres de la Chimie générale.

Tous les problèmes étudiés correspondent à une réalité expérimentale; plusieurs d'entre eux s'appliquent à l'industrie. Tels sont, par exemple, le calcul d'une température de flamme ou de la température qu'on peut atteindre par la combustion d'un combustible déterminé; l'influence de la proportion azote-oxygène sur la production de l'oxyde NO; les constantes de vitesse de formation des trois isomères du dinitrobenzène par action de

l'acide nitrique sur le mononitrobenzène, etc.

Distribution d'eau dans les agglomérations par ANDRÉ CAUVIN et GEORGES DIDIER, préface de Pierre Koch. Un volume, éd. 1960, 10 x 6 1/4, 472 pages, nombreuses figures, relié: 6880 francs. Paris, Éditions Eyrolles.

Les auteurs étudient l'ensemble des techniques concernant les problèmes d'alimentation en eau des villes de moyenne importance et des communes rurales.

Les méthodes de calcul les plus modernes sont exposées ici. C'est ainsi qu'est étudiée, entre autres, la méthode de Hardy Cross pour le calcul des réseaux maillés. Des exemples numériques fort utiles pour le projeteur sont donnés. Ce dernier trouvera également, en annexe, un avant-projet d'alimentation en eau potable de quatre communes groupant quelque 2,000 habitants. Ce projet-type complet et détaillé peut servir de base à l'établissement d'un projet similaire.

On remarquera, dans l'important chapitre des canalisations, que les auteurs ont traité, notamment, des tuyaux en béton précontraint et de ceux en matières plastiques; ils n'ont pas oublié le problème du franchissement de points spéciaux. Les machines élévatoires, les stations de pompage et les réservoirs font l'objet d'études très complètes.

Génie chimique, tome I, mécanique des fluides, par RENÉ GIBERT. Un volume, éd. 1960, 9 1/2 x 6, 216 pages, 79 figures, broché: 25NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Le génie chimique est basé sur les connaissances de physique industrielle classique; celle-ci est constituée essen-



DEMANDEZ
LA RÈGLE À CALCULS

KE
JetlogTM
DUPLEX DECITRIG[®]
ou la
LOG LOG DUPLEX
decitrig[®]

KEUFFEL & ESSER OF CANADA LTD.
679 ouest, rue St-Jacques
MONTRÉAL

canlab

Pour votre

LABORATOIRE

- Appareils
- Verreries
- Réactifs

Adressez-vous à

**CANADIAN LABORATORY
SUPPLIES LIMITED**

8655, Delmeade Road
Montreal, P.Q.

80 Jutland St.
Toronto, Ont.

288, William St., Winnipeg, Man.
8540 - 109th St., Edmonton, Alta.

JEAN DOUCET, Ing. P.
Secrétaire-trésorier

AUGUSTE DOUCET
Président

DOUCET & DOUCET LTÉE

ENTREPRENEURS
CHAUFFAGE — PLOMBERIE

1640 ave North, coin Rockland

MONTRÉAL

CR. 4-5426

À VOTRE SERVICE

pour toutes vos opérations de banque et de placement

BANQUE CANADIENNE NATIONALE

ACTIF, PLUS DE \$740,000,000

595 BUREAUX AU CANADA

tiellement par la mécanique des fluides, la transmission de la chaleur et la thermodynamique.

Mais il est nécessaire d'adapter ces enseignements aux besoins particuliers de l'ingénieur-chimiste : d'où le choix des matières et l'importance relative des divers chapitres du présent tome. Il se divise essentiellement en deux parties : la première a trait aux fluides parfaits, la deuxième aux fluides réels.

Rédigé en vue de fournir les notions de base nécessaires au calcul de l'appareillage de l'industrie chimique, concluant toujours par des formules pratiques, cet ouvrage a sa place aussi bien au bureau d'études que dans les mains des élèves des Écoles d'Ingénieurs et des Ingénieurs-chimistes.

Le second tome traitera de la "Transmission de la chaleur"; la "Thermodynamique" sera traitée dans le troisième volume.

Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur, par JEAN GOGUEL. Un volume, éd. 1959, 9½ x 6¼, 358 pages, 118 figures, broché : 4300 francs. Paris, Masson & Cie.

Les livres qui, dans les différents pays, ont été rédigés pour les ingénieurs, comportent en général un condensé de géologie générale, abrégé à la mesure du temps dont on peut disposer pour l'enseignement, suivi d'indications sur les différents types d'ouvrages, avec des exemples du rôle que la géologie peut être amenée à y jouer.

La conception du présent ouvrage est très différente. Il ne prétend pas reprendre les connaissances de Géologie générale, qui sont supposées connues du lecteur, mais se propose de lui apporter les compléments qui sont apparus comme nécessaires, pour appliquer les méthodes de la géologie générale aux questions posées par l'ingénieur-constructeur. Il évite, d'autre part, d'empiéter sur ce qui constitue les attributions propres de celui-ci, la conception et la réalisation de l'ouvrage.

Destiné essentiellement au géologue, pour l'aider dans son rôle de géologue-conseil, il permettra cependant à l'ingénieur de mieux comprendre la signification et la portée des indications que lui apporte celui-ci.

Une première partie traite des méthodes d'étude et de reconnaissance, parmi lesquelles les sondages et la géophysique.

La deuxième partie passe en revue les propriétés des roches qui intéressent le constructeur, et en premier lieu, leur comportement hydrologique, ainsi que le régime des eaux souterraines, qui en résulte. Les propriétés mécaniques sont étudiées d'une manière approfondie, tant pour les roches en

place, qu'une fois extraites et mises en oeuvre comme matériaux. Les phénomènes thermiques, les altérations, sont également étudiés.

Enfin, une troisième partie est consacrée aux phénomènes géologiques qui continuent à se produire, et peuvent jouer un rôle, parfois notable, pendant la durée prévue pour un ouvrage.

Construction et étalonnage d'une soufflerie à gaz très raréfié, par F. MARCEL DEVIENNE, GEORGES M. FORESTIER, ANDRÉ F. ROUSTAN. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 354, un volume éd. 1959, 10¾ x 7, 31 pages. Broché : 570 francs. Paris, au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Éléments des calculs d'interpolation par DONATIEN COT, préface de Pierre Vernotte. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no B.S.T. 123. Un volume, éd. 1959, 10¾ x 7, 140 pages, broché : 4435 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Séminaire d'aérodynamique de la Faculté des Sciences de Paris, année 1957-58, par EDMOND A. BRUN. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air N.T. 85. Un volume éd. 1959, 10¾ x 7, 170 pages 3050 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

Sur quelques problèmes posés par l'expérimentation en soufflerie aérodynamique, par ANDRÉ MARTINOT-LAGARDE. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 353. Un volume, éd. 1959, 10¾ x 7, 104 pages, broché : 1665 francs. Paris, Au Service de Documentation et d'Information technique de l'Aéronautique.

La pratique des servomécanismes, par WILLIAM R. AHRENDT. Un volume, éd. 1959, 10 x 6¼, 354 pages, 245 figures, relié : 6600 francs. Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Béranger.

Les servomécanismes — systèmes à boucles de réaction positionnant un organe mobile — revêtent, en matière de commande, de régulation et d'automatisme, une importance générale qui, reflétée dans des ouvrages de doctrine et de calcul, l'est beaucoup moins sur le plan de la technique con-

crète où — industriel et chargé de cours — W. R. Ahrendt a jugé préférable de situer son exposé.

Son ouvrage permettra à ceux qui ne connaissent que la théorie d'apprendre comment réellement un servomécanisme est conçu, quels principes mécaniques, quels circuits on utilise, et quels organes constituants, comment il fonctionne, par quelles techniques on l'expérimente, on le met au point en vue de son application, on le règle, on le dépanne.

Ceux qui n'ont jamais abordé ce sujet pourront ici en acquérir les grandes lignes à travers leur traduction physique, les bases théoriques indispensables à la compréhension leur étant données en Appendice.

Décrivant les nombreuses manières dont les différentes fonctions des constituants d'un servomécanisme peuvent être accomplies, discutant les problèmes soulevés par chacune des méthodes, signalant certains écueils, l'auteur a édifié un guide méthodique et riche de détails, dont le constructeur, l'installateur, l'utilisateur et l'étudiant ne manqueront pas de reconnaître l'intérêt.

Physique: classe de mathématiques élémentaires et de sciences expérimentales, programme du 19 juillet 1957, par G. DUMESNIL et J. LIFERMANN. Un volume, éd. 1959 8½ x 6¾, 632 pages, broché : 1450 francs. Paris, Librairie Istra, 15, rue des Juifs.

Physique : classe de première (sections A', C, C', M et M'), programme du 19 juillet 1957, par G. DUMESNIL. Un volume, éd. 1959, 8½ x 6¾, 426 pages, broché : 1250 francs. Strasbourg, Librairie Istra, 15, rue des Juifs.

Physique : classe de seconde (section A', C, C', M et M'), programme du 19 juillet 1957, par G. DUMESNIL. Un volume, éd. 1959, 8½ x 6¾, 296 pages, broché : 900 francs. Strasbourg, Librairie Istra, 15 rue des Juifs.

Electric-circuit theory, by F. A. BENSON and D. HARRISON. One book, 8¾ x 5½, VIII-371 pages, bound \$5.00. London, Edmond Arnold (Publishers) Ltd., and The Macmillan Company of Canada Limited, 70 Bond Street, Toronto 2.

Quantitative molecular spectroscopy and gas emissivities by S. S. PENNER. One book, ed. 1959, 9¼ x 6, XV-589 pages, bound volume, \$15.00 — Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Massachusetts.



MAGNÉTOPHONES

ACCESSOIRES

HAUTE FIDÉLITÉ

RADIO & TÉLÉVISION

PAYETTE RADIO LIMITÉE

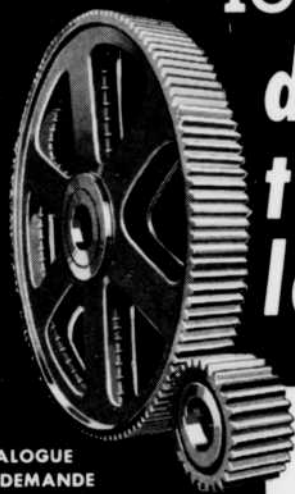
730 ouest, rue St-Jacques, Montréal

UN. 6-6681

ENGRENAGES

FORANO

**dans
tous
les cas!**



CATALOGUE
SUR DEMANDE

FORANO

DEPUIS 1873

PLESSISVILLE, P.Q.

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

Pourquoi?

Parce que, possédant des modèles et un outillage extrêmement variés ainsi qu'un assortiment de couteaux des plus complets, nous sommes en mesure de fabriquer à peu près tous les genres d'engrenages, des plus petits aux plus gros avec les matériaux les plus divers.

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 LIMITED

Montréal: 159, rue Jean-Talon O. CRescent 3-1781
Québec: 325, De L'Espinay, Edifice "D", LA. 4-2478

POUR

Des sondages bien faits

EXIGEZ

NATIONAL BORING AND SOUNDING INC.

615 rue Belmont, Montréal 3

Spécialistes en étude des sols depuis 25 ans

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

Épargnez à

**LA
BANQUE D'ÉPARGNE**

DE LA CITÉ ET DU DISTRICT DE MONTRÉAL

•
OUVERT TOUS LES SOIRS DE 7 À 8 H.
DU LUNDI AU VENDREDI

**ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS
DE POLYTECHNIQUE**

Dimanche, 20 mars 1960

Cocktail annuel

Hôtel Reine Elizabeth

MONTRÉAL

**QU'EST-CE
QUI FAIT
ÉCOULER L'EAU
LE PLUS VITE?**

Les drains Super-flo



avec fentes périmétriques font écouler plus d'eau en moins de temps... font épargner de l'argent sur chaque ouvrage

Ils établissent de nouveaux standards pour les drains de plancher aux points de vue calibrage, économie, rendement, salubrité et efficacité. Le super-flo de 7" donne un rythme d'écoulement plus rapide qu'un drain ordinaire de 9". Les fentes périmétriques augmentent la surface de drainage et permettent un écoulement plus grand à n'importe quelle embouchure. Pommelées, dessus et autres caractéristiques facultatifs. Pour tous renseignements et le nom de votre plus proche distributeur, écrivez à :

JOSAM PRODUCTS LTD., Dept. J
Siège social et division de l'usinage

130 BERMONDSEY ROAD

TORONTO 16, ONT.

Le plus important manufacturier au Canada de produits de plomberie de drainage pour tous besoins de construction commerciale, industrielle, institutionnelle ou résidentielle y compris drains de toit et de plancher, drains de douche, amortisseurs de chocs pour tuyauterie, drains super-flo, drains leveléze, clapets de retenue, hydrants, intercepteurs de graisse, cheveux, huile, charpie et plâtre, drains et intercepteurs pour salaisons; supports unitron et ferrures pour appareils fixés au mur, outillage pour piscine et nombreux autres produits et ferrures de drainage.

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

Index des Annonceurs

Allied Chemical Canada Ltd.	7	Josam Products Ltd.	74
Aviation Royale du Canada Couv.	3	•	
•		Keuffel & Esser of Canada Ltd.	71
Banque Canadienne Nationale	71	•	
Banque d'Épargne	74	LaSalle Builders Supply Ltée	73
Beauchemin, Beaton, Lapointe	75	Lalonde, Girouard & Letendre	75
Beaudry Blocs de Ciment Ltée	69	Leblanc & Montpeit	75
Beaulieu, Trudeau & Associés	75	Lord & Cie Ltée	65
Bruning Company, Charles	8-9	•	
•		Metro Industries Ltd.	67
Canada Cement Co. Ltd.	10	Metropole Electric Inc.	69
Canadian Allis-Chalmers Ltd.	12	Mongeau & Robert Cie Ltée	67
Canadian General Electric Co. Ltd.	63	•	
Canadian Industries Ltd.	2-3	National Boring & Sounding Inc.	73
Canadian Kodak Co. Ltd.	59	Noranda Copper & Brass Ltd. Couv.	4
Canadian Laboratory Supplies Ltd.	71	Northern Electric Co. Ltd.	61
Collet Frères Ltée	75	•	
•		Osmose Wood Preserving Co. of Canada Ltd.	16
Dominion Bridge Co. Ltd. Couv.	2	•	
Doucet & Doucet Ltée	71	Payette Radio Ltée	73
•		Pressure Pipe of Canada Ltd.	13
École des Hautes Études Commerciales	74	•	
École Polytechnique	15	Secrétariat de la Province	14
•		Shawinigan Water & Power Co.	4
Faguy & Sons Ltd., J.-A.	65	Surveyer, Nenniger & Chênevert	75
Forano Ltée	73	•	
Franki of Canada Ltd.	11	Thomas & Betts Ltd.	5
•		•	
Gravel, C.-E.	75	Volcano Ltée	6
•			
Ingénieurs Associés Ltée, Les	75		



le prochain OBJECTIF de l'ingénieur

L'approche de l'âge interplanétaire présente des problèmes que seuls des hommes du plus haut calibre pourront affronter. Dans l'Aviation royale du Canada, de nouvelles armes aériennes imposent des responsabilités de plus en plus grandes à ceux qui occupent des postes de commande. Chaque officier-ingénieur devient un spécialiste dans le domaine qu'il choisit; cependant, il y a une telle variété de situations qu'il est possible à l'ingénieur moderne d'exercer ses talents dans plusieurs sphères.

L'officier-ingénieur de l'Aviation doit être plus qu'un spécialiste; il doit apprendre non seulement à résoudre avec compétence les problèmes techniques et professionnels mais aussi à traiter avec les gens de toute catégorie en mettant en pratique les principes modernes des relations humaines.

Aujourd'hui, plus que jamais encore, le génie aéronautique offre, dans l'Aviation, de grandes possibilités à l'ingénieur ambitieux qui sait reconnaître l'importance de sa profession.

Pour plus de renseignements au sujet des carrières offertes aux ingénieurs dans l'Aviation, demandez la brochure intitulée: "Les Ingénieurs des forces aériennes", en écrivant au:

**DIRECTEUR DE L'EFFECTIF
QUARTIER GÉNÉRAL DE L'AVIATION,
OTTAWA, ONT.**



Aviation royale du Canada



TRI-BEC emploie

LE TUYAU DE CUIVRE NORANDA

pour tuyauter rapidement à Sept-Iles

L'installation de tout le système de plomberie dans un bloc de 100 maisons multifamiliales a pu se compléter en un temps record grâce aux tuyaux d'eau et de drainage en cuivre Noranda. Le travail a été réalisé par Tri-Bec Inc., de Québec, une des entreprises les plus importantes de l'est du Canada dans le domaine de la mécanique et de l'électricité. Tri-Bec Inc. a mis en oeuvre les ressources de son atelier local pour

préfabriquer les circuits de base et ainsi gagner du temps. Ces unités légères ont été transportées aux maisons où il a suffi de quelques soudures pour les brancher en système complet. Economie de temps et de frais; résistance à la rouille et à la corrosion; permanence... telles sont les qualités maîtresses que vous offre la tuyauterie de cuivre Noranda.

LA CLÉ DE L'EXCELLENCE EN MÉTAUX

Noranda Copper and Brass Limited

BUREAUX DES VENTES: Montréal • Toronto • London • Edmonton • Vancouver