

S
7146

L'

INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

AUTOMNE 1961

47IÈME ANNÉE

NO 187

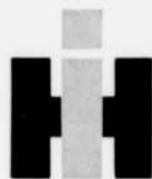


Présentant

9

des plus grands
'leaders' dans
le domaine de
**L'ÉNERGIE
PRODUCTIVE**

...et la plus grande
sélection de façons
de couper le coût
d'opération jamais
offert à un usage
d'équipement



Gradall



DROTT



- 5 succursales pleine grandeur à travers la Province.
- La plus grande facilité de service et de pièces de rechange de tous les distributeurs dans le même champ d'opération.
- Un service de refabrication et d'échange de moteurs complets — équipement hydraulique — de pompes d'injection — de carburation — de magnéto et démarreurs.
- Vérification au Dynamomètre.
- Regarnissage des rouleaux et galets des chenilles de traction.

Chas Cusson Limitée

2100 Cote de Liesse, MONTREAL

ROUYN

JONQUIÈRE

QUÉBEC

RIMOUSKI

SEPT-ÎLES

"CUSSON — LA MAISON DU SERVICE PARFAIT!"



INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

AUTOMNE 1961

VOLUME 47 — No 187

ADMINISTRATION ET ABONNEMENTS

Ernest Lavigne secrétaire

RÉDACTION

Louis Trudel rédacteur en chef
B.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada
Tél. : RE. 9-2451

PUBLICITÉ

Représentants :

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

PHOTO DE COUVERTURE

L'industrie des pâtes et papiers est la première au Canada, au point de vue de la valeur de la production, des exportations, des salaires et des investissements. Elle est le plus important consommateur d'électricité et le principal acheteur industriel de marchandises et de services au pays. Voir article p. 26.

SOMMAIRE

L'INTÉRIEUR D'UNE CALCULATRICE NUMÉRIQUE par Louis Courville	19
L'INDUSTRIE DES PÂTES ET PAPIERS DANS L'ÉCONOMIE CANADIENNE par Huet Massue	26
LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DE L'HYDROGÈNE par Roger Brais et Georges Gantcheff	33
LA GÉOLOGIE DES ALPES par Alec Baer	41
COUP D'OEIL SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE	50
VIE UNIVERSITAIRE	52
NOUVELLES DES INGÉNIEURS	62
NOUVELLES DES ASSOCIATIONS	64
REVUE DES LIVRES	66
INDEX DES ANNONCEURS	74

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. Reproduction permise, avec mention de source; on voudra bien cependant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication dans laquelle paraîtront ces articles. — L'Engineering Index et Chemical Abstracts signalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR.

TIRAGE CERTIFIÉ : MEMBRE DE LA CANADIAN CIRCULATION AUDIT BOARD.

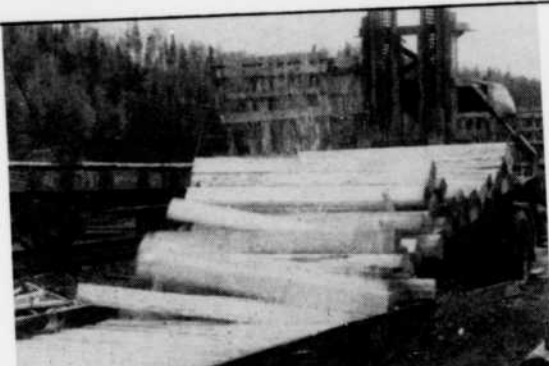
CCAB

VOS OUVRAGES EN BOIS DURERONT-ILS LONGTEMPS?

"Prolongez leur durée de 3 à 5 fois"

Si le bois que vous utilisez dans vos travaux est exposé à l'humidité, il peut s'altérer et pourrir. La peinture seule ne peut le protéger efficacement. Prolongez sa durée avec les préservatifs OSMOSE ou PENTOX. Conservez ce guide pratique pour vous y référer au besoin:

**Pour traiter
LE BOIS VERT
AU CHANTIER
exigez
OSMOSE**



Traitant des dormants avec "Osmose"

"OSMOSE" appliqué sur le bois vert, au chantier par trempage ou par badigeonnage a prouvé son efficacité pour la protection des poteaux, piquets, glissoirs, charpentes de pont, traverses, bacs, barages, etc.

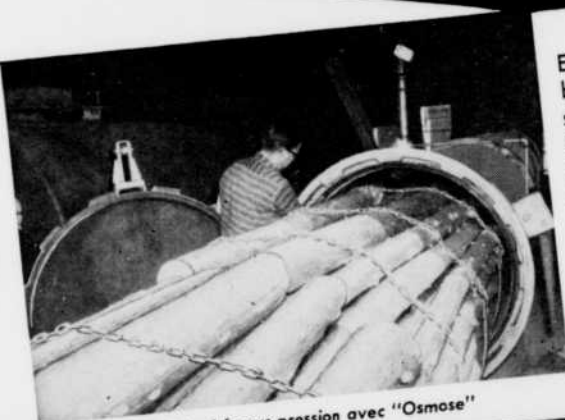
**Pour traiter
LE BOIS SEC
AU CHANTIER
OU À L'USINE
exigez
PENTOX**



Traitant des châssis avec "Pentox"

Préservatif toxique pénétrant et faisant bouche-pores pour bois sec. S'applique au pinceau ou par trempage; vous pouvez commander votre bois déjà traité à votre marchand. Idéal pour charpentes lamellées, revêtements extérieurs en bois, clôtures, quais, traverses de poteaux, travaux de menuiserie, etc. . . . , et tout ouvrage extérieur en bois. Répond aux normes CSA No 0132.1.

**Pour
les ouvrages en
BOIS TRAITÉS
SOUS PRESSION
exigez les bois
traités à
L'OSMOSE**



Bois traité sous pression avec "Osmose"

Exigez-les partout où du bois de construction traité sous pression est indiqué. De nombreux marchands ont en stock du bois de construction traité de dimensions ordinaires. Le bois traité sous pression à l'"OSMOSE" est propre et apte à recevoir la peinture; il est ignifuge. Répond aux normes CSA.

25 ANS D'EXPÉRIENCE DANS LA
PRÉSERVATION DU BOIS

OSMOSE
WOOD PRESERVING COMPANY
OF CANADA LTD.
1080 AVENUE PRATT, MONTRÉAL, P.Q.
TRURO • TORONTO • WINNIPEG • EDMONTON • VANCOUVER



DES CONDUITS EN TÔLE DE CUIVRE ANACONDA DANS UN ENTREPÔT DE DISTILLERIE

Pour contrôler la température dans l'atmosphère humide d'un entrepôt de porte-bouteilles à la distillerie Hiram Walker, Walkerville, l'ingénieur de la compagnie M. J.J. Magill, spécifia et dirigea l'installation des conduits en cuivre.

En plus de la haute résistance à la corrosion du cuivre, M. Magill savait que ce métal est aussi à l'épreuve de la rouille, propre d'aspect, facile à ouvrir, économique à poser et à entretenir et d'une durabilité exceptionnelle.

Le cuivre Anaconda fut spécifié pour le travail.

L'entrepreneur général était Eastern Construction Co. Ltd., Windsor, et le sous-traitant pour la pose était Bannon Sheet Metal Contracting Company, Windsor. Le cuivre a été fourni par J.T. Wing & Co. Limited, Windsor, Ontario.

Anaconda American Brass Limited, New Toronto (Toronto 14), Ontario. Bureaux de ventes: Québec, Montréal, Calgary et Vancouver.

C-6122F



Les produits Anaconda sont aussi canadiens que la feuille d'érable.

ANACONDA

L'INGÉNIEUR

AUTOMNE 1961 — 3

13 AVRIL:
Commencement des
travaux d'excavation

22 MAI:
Préfabrication du
premier élément

6 JUIN:
Mise en place de la
première membrure

28 JUILLET:
Construction des
gradins terminée

15 AOÛT:
Joute de football
inaugurale



STADE McMAHON — Architectes: Rule, Wynn & Rule. Entrepreneurs généraux: Burns & Dutton Concrete & Construction Co. Ltd.
Manufacturier et érecteur des éléments en béton préfabriqué et précontraint: Con-Force Products Ltd.

Quand le temps presse...employez du béton préfabriqué

Vitesse record de mise en place... utilisation plus efficace de la main-d'oeuvre... moins d'encombrement et de nettoyage... uniformité et haute qualité du béton garanties — tels sont les principaux avantages de la construction en béton préfabriqué. La préfabrication permet aussi une plus grande variété dans la conception des formes et le fini des surfaces, et se prête à de nouvelles formes architecturales — à moins de frais — dans la construction d'écoles, d'églises, d'arènes sportives, d'usines, etc. Le personnel technique des ventes de Canada Cement est à votre disposition pour vous fournir tous renseignements nécessaires concernant tout genre de construction en béton.

CANADA CEMENT COMPANY, LIMITED

IMMEUBLE CANADA CEMENT, SQUARE PHILLIPS, MONTRÉAL, P.Q.

BUREAUX DE VENTE: MONCTON • QUÉBEC • MONTRÉAL • OTTAWA • TORONTO • WINNIPEG
REGINA • SASKATOON • CALGARY • EDMONTON



Le stade McMahon de Calgary (20,000 sièges) a été construit en quatre mois. Con-Force Products Ltd. et Con-Force Construction Ltd. ont effectué la fabrication et la mise en place des divers éléments en béton préfabriqués des gradins, colonnes, entrails, poutres, sièges et supports de la cabine de reportage. Ce travail, terminé en moins de 10 semaines, exigea 2,000 verges cubes de béton; la majeure partie de la construction proprement dite fut exécutée par une équipe de 8 à 10 hommes.



fait de CIMENT CANADA

1. WILSON CONCRETE PRODUCTS (USINE DE BELLEVILLE)

Dessinée et construite par la
compagnie propriétaire

2. DOMINION PACKERS LIMITED ABATTOIR DES PORCS, MONTRÉAL

Conçu par: **Les ingénieurs de Burns & Co. Limited.** Entrepreneurs généraux: **Foundation Co. of Canada, Ltd.** Fabricant des éléments en béton préfabriqués: **Hochelaga Precast Structures Limited, Montréal.**

3. BISHOP RYAN HIGH SCHOOL HAMILTON, ONT.

Architecte: **Frank H. Burcher**
Ingénieurs en charpentes: **C. C. Parker & Associates**
Fabricants des éléments préfabriqués
Murray & Associates

4. ÉGLISE ST-EDMOND DE CANTERBURY BEACONSFIELD, P.Q.

Architecte: **Roger d'Astous**
Entrepreneurs généraux: **Pisapia Construction Inc.**
Toit en dalles de béton préfabriquées:
Siporex Ltd.

Veuillez m'adresser
la documentation
suivante: (en
anglais seulement)

1 ☐ PRECAST
CONCRETE
WALL PANELS

2 ☐ PRECAST BRIDGE
DECKS

3 ☐ PRECAST JOISTS

4 ☐ TILT-UP CONSTRUCTION

Découpez ce coin et adressez-le nous
joint à votre en-tête de lettre.

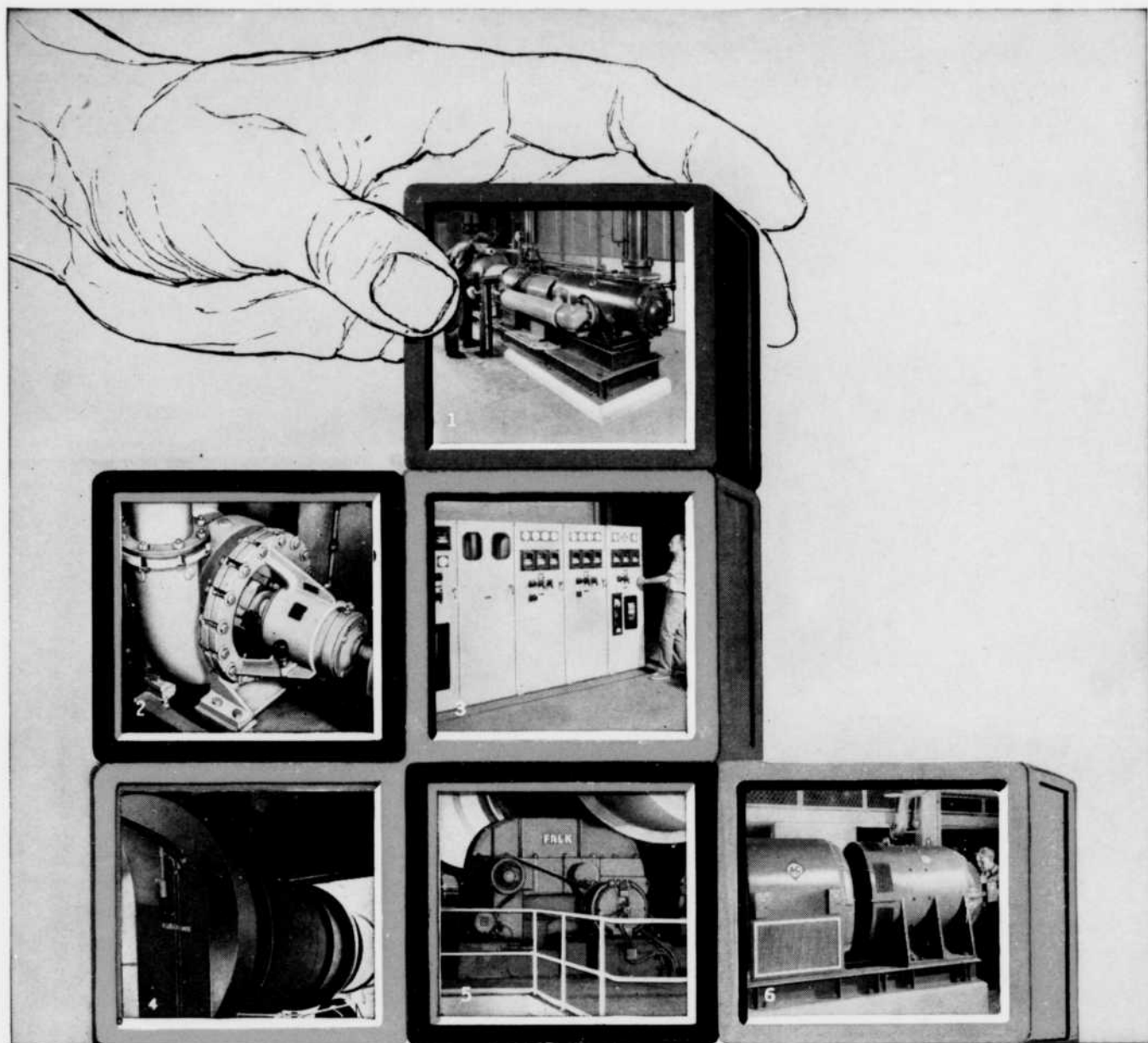


Sentinelle toujours vigilante! Une bouche d'incendie peut n'être jamais utilisée —et, c'est ce que nous espérons sincèrement—mais, si elle doit l'être, elle doit pouvoir fonctionner instantanément. C'est pourquoi une bouche d'incendie McAvity est le meilleur achat que puisse faire votre municipalité. L'efficacité en fait partie intégrante! Et les bouches d'incendie McAvity sont conçues pour résister aux extrêmes de la température du Canada. Le nombre s'accroît sans cesse des ingénieurs d'aqueducs municipaux qui exigent les bouches d'eau McAvity... ils en connaissent l'efficacité et c'est là, pour eux, raison suffisante pour s'en rapporter à McAvity d'abord!

McAvity

T. McAvity & Sons — Une Filiale de Crane Limitée

CANADIAN ALLIS-CHALMERS



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

Conception et réalisation supérieures

grâce à un équipement homogène fabriqué par une seule maison

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

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



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

Les beaux planchers



demeurent beaux
avec les boîtes encastrées T&B

Ajoutez la beauté du bronze satiné
aux planchers de tuile, de granito,
de linoléum ou de ciment.

Par leur construction exclusive, les boîtes encastrées
T&B ne laissent paraître qu'une plaque de
bronze poli. Étanchéité absolue... s'ajustent de
10° horizontalement et de 5/8" verticalement.

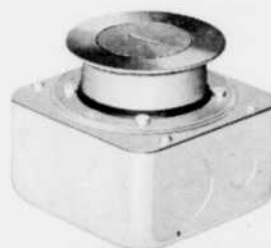
Conçues pour se poser facilement avec un grand choix
d'accessoires et de réceptacles interchangeables.

Vendues d'un océan à l'autre seulement par les
distributeurs autorisés T&B.



Brevet en instance

No 1753 DU CATALOGUE
BOÎTE ENCASTRÉE REDDY-TILT
COURTE ENCLORE



Brevet en instance

No 1754 DU CATALOGUE
BOÎTE ENCASTRÉE REDDY-TILT
ENCLORE NORMALE



THOMAS & BETTS
Limited

751 Victoria Square, Montreal, Que.

THOMAS & BETTS LIMITED

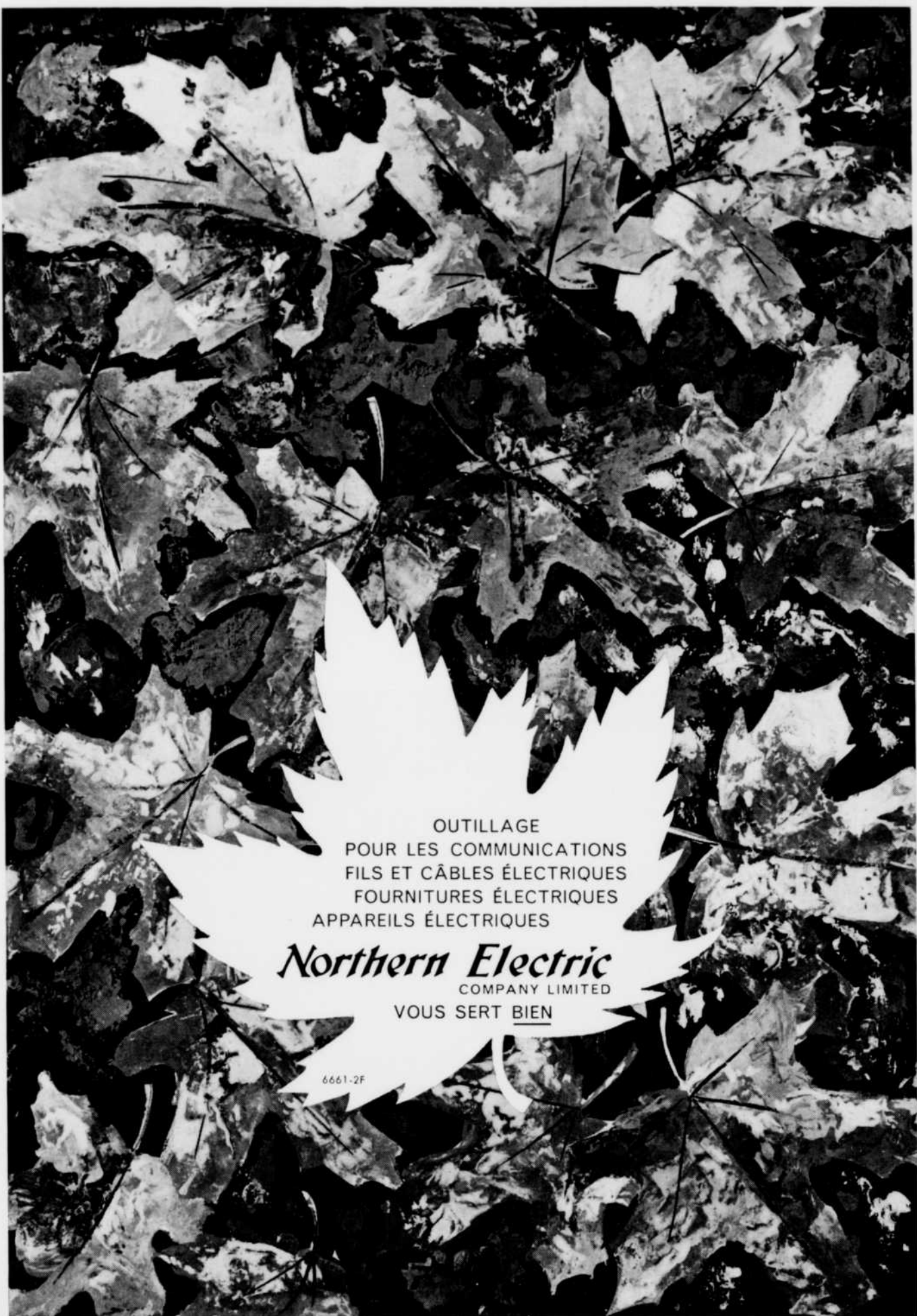
751 SQUARE VICTORIA, MONTRÉAL

MESSIEURS; VEUILLEZ M'ADRESSER VOTRE BULLETIN No CF 13-144

NOM

ADRESSE

VILLE PROVINCE



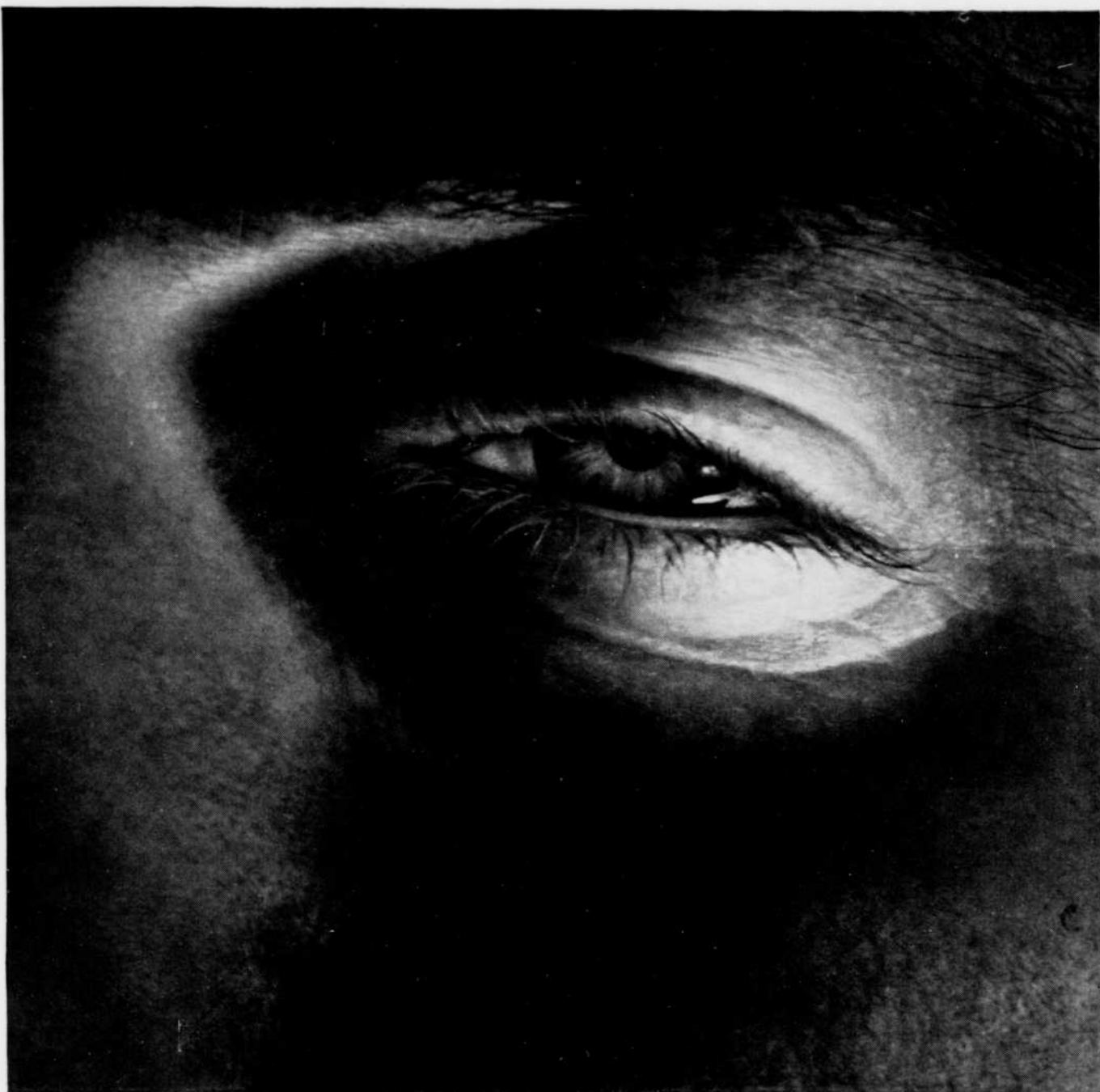
OUTILLAGE
POUR LES COMMUNICATIONS
FILS ET CÂBLES ÉLECTRIQUES
FOURNITURES ÉLECTRIQUES
APPAREILS ÉLECTRIQUES

Northern Electric

COMPANY LIMITED

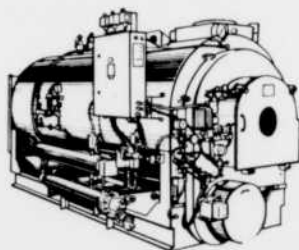
VOUS SERT BIEN

6661-2F



Pourquoi souffrir d'insomnie, spécifiez **NAPANEE**

Il n'y a pas de doute... de plus en plus d'ingénieurs accordent toute leur confiance aux chaudières compactes Napanee. Ils apprécient ses longs services sans ennui, la satisfaction assurée du client, l'efficacité inégalée et les caractéristiques exclusives incorporées à chaque chaudière Napanee. (Le système de combustion "Flamme Radiante" diminue les frais d'opération



et élimine le besoin de contre-portes ou cloisons réfractaires dispendieuses).

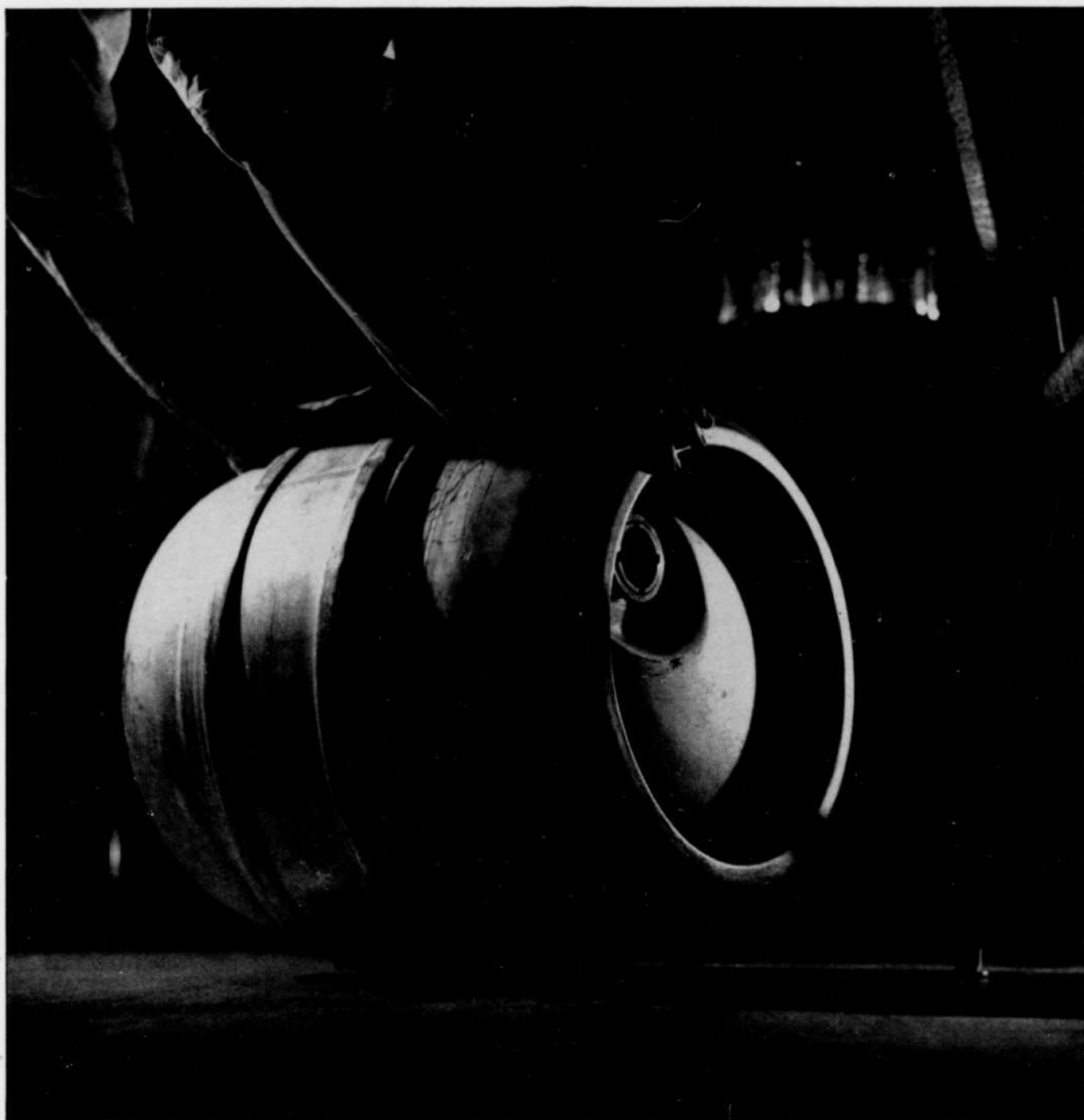
Si vous ajoutez tout ceci au temps d'installation remarquablement court (24 heures) vous pouvez être assuré qu'une chaudière Automatique Napanee représente ce dont sont faits les rêves. Pour renseignements complets écrire à :



Napanee **AUTOMATIC BOILERS**

FABRIQUÉES ET VENDUES AU CANADA PAR

INTERNATIONAL EQUIPMENT CO. LTD., NAPANEE, ONT.



De retour pour la mille et unième fois

Les barils à bière constituent un exemple parfait des améliorations que peut apporter dans nombre de domaines l'acier inoxydable Atlas. En dépit de voyages innombrables, d'un usage brutal et de lavages répétés, les barils d'acier inoxydable sont pratiquement indestructibles. Sur les trois millions de ces barils actuellement en service, seulement .5% ont nécessité des réparations. Nombre de grandes industries canadiennes ont résolu leurs problèmes de conception et de production grâce à l'acier inoxydable d'Atlas.

L'acier inoxydable est d'utilisation facile. Il n'est

pas besoin de laisser de jeu pour obvier à la corrosion, car la corrosion ne se produit pas. Et l'acier inoxydable ne requiert ni peinture ni placage. Nombre d'opérations peuvent être éliminées.

Au Canada, le plus grand producteur d'acier inoxydable et la compagnie la mieux outillée pour vous servir, c'est Atlas. Pour tous renseignements au sujet de l'acier inoxydable ou des aciers spéciaux, veuillez communiquer avec votre représentant Atlas.

**ATLAS
STEELS**



COMMENT ÉCONOMISER DU GRAVIER EN EMPLOYANT LE CHLORURE DE CALCIUM BRUNNER MOND

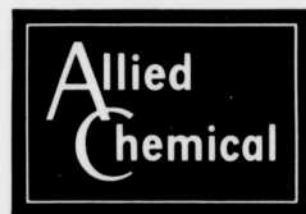
En épandant du chlorure de calcium Brunner Mond, on prévient le déplacement du gravier, on l'empêche d'être broyé en poussière ou projeté sur les côtés de la route. Son action contribue à consolider la surface qui durcit, devient unie et sans poussière. Il en résulte qu'on doit moins souvent regraveler. Souvent le gravier économisé et la réduction de l'entretien compensent le coût du chlorure de calcium Brunner Mond. Renseignez-vous auprès du représentant Brunner Mond Allied.

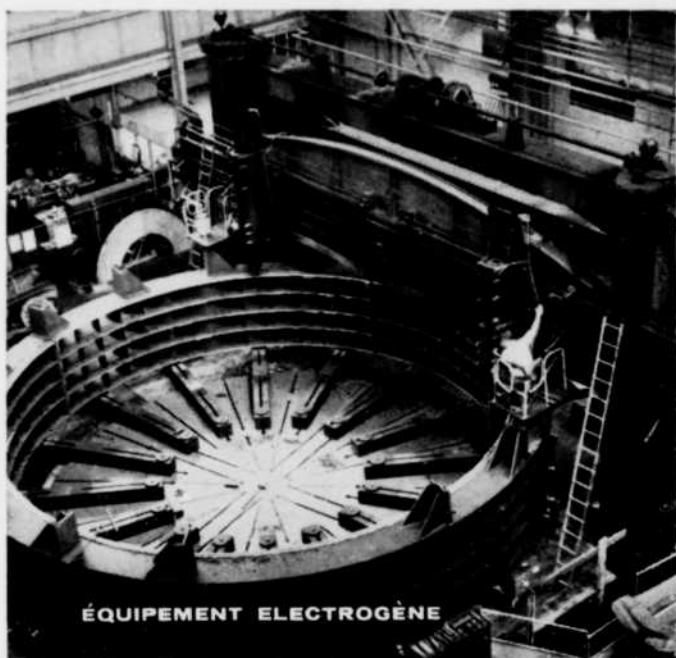
Le meilleur coagulant pour systèmes d'eau et d'égout: L'ALUN NICHOLS.
L'alun Nichols rend les eaux cristallines et prolonge la durée des filtres. Pour les usines d'épuration des eaux d'égout, l'alun est un produit propre et facile d'emploi qui donne des effluents clairs en exigeant un minimum de surveillance. Demandez des renseignements complets au représentant Nichols Allied.



ALLIED CHEMICAL CANADA, LTD.

SIÈGE SOCIAL: 1450, RUE CITY COUNCILLORS, MONTRÉAL 2, P.Q.





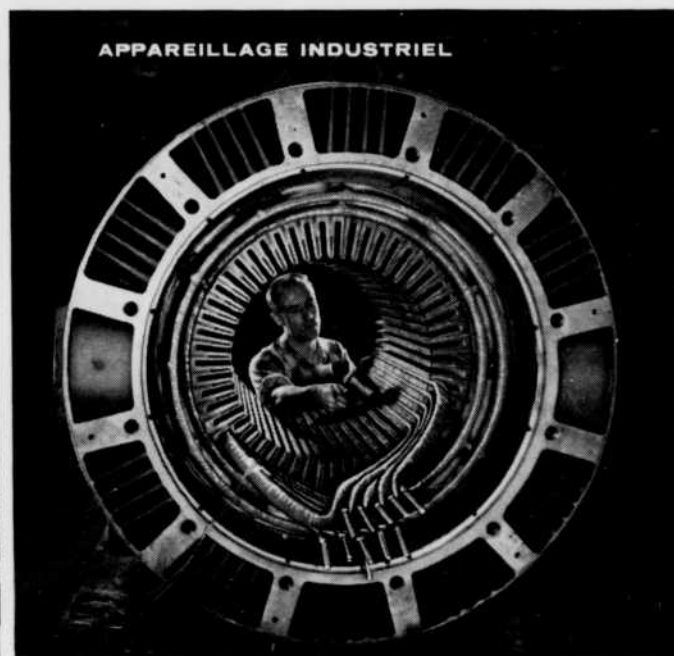
ÉQUIPEMENT ELECTROGÈNE



APPAREILLAGE DE DISTRIBUTION



APPAREILS ÉLECTRO-MÉNAGERS



APPAREILLAGE INDUSTRIEL

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



CANADIAN GENERAL ELECTRIC
COMPANY LIMITED

Le progrès est notre plus important produit

FAITS DIVERS FRANKI

CLIENT :
Steinberg's Limited, Montréal

LOCATION :
Centre d'Achats, Charlesbourg, Québec

TYPE DE STRUCTURE :
Supermarché

ARCHITECTES :
Eliasoph & Berkowitz, Montréal

INGÉNIEUR-CONSEIL :
F. M. Kraus, Montréal

ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX :
R. E. Stewart Construction Corporation
Sherbrooke, P.Q.

NOMBRE D'UNITÉS FRANKI :
247 empattements mis sous pression

CHARGES PORTANTES :
70 tonnes

PROFONDEUR DES CAISSONS :
12'3"



L'empattement Franki mis sous pression dans le sable offre d'importants avantages économiques

PROTOCOLE DE SONDAGE

DESCRIPTION DU SOL	PROFONDEUR		INDEX DE PÉNÉTRATION
SURFACE DU SOL	0'	NIVEAU D'ARASEMENT	
TERRE ARGILEUSE	1'		
GLAISE GRISE LÉGÈREMENT SILTEUSE ET SABLE FIN	6'	NAPPE AQUIFÈRE	N = 5
	8'		N = 26
SABLE BRUN COMPACT	10'		N = 12
	12'		N = 33
	14'		N = 28
SABLE GRIS FIN	15'		N = 20
GLAISE GRISE PLASTIQUE ET SILTEUSE			
ROC	60'		

Problème

Les caractéristiques du sol, établies par forages, essais de pénétration dynamiques, études en laboratoire et fouilles ont indiqué un sous-sol composé de sable fin brun saturé, d'une densité variable jusqu'à une profondeur de 15'.

L'index de pénétration $=N=$ variait d'un minimum de 5 jusqu'à un maximum de 33 coups par pied. La nappe aquifère fut trouvée à 6' de profondeur. Sous cette couche de sable s'étend une strate de glaise silteuse allant jusqu'au roc situé à environ 60' de profondeur.

Une certaine consolidation de la strate de glaise était à prévoir. Le problème, par conséquent, était de choisir le meilleur type de fondation assurant une distribution uniforme de ce tassement.

Solution

L'empattement Franki mis sous pression fut choisi parce qu'il offrait au client le maximum de stabilité ainsi que d'importants avantages économiques.

Quand l'empattement est forgé à une profondeur déterminée dans des sols granuleux de densité variable, seule l'application de la méthode Franki garantit une capacité portante uniforme. Celle-ci est contrôlée par l'énergie nécessaire à former la base au moyen de charges de 5 pieds-cubes de béton d'affaissement nul.

247 empattements Franki mis sous pression furent forgés dans le sable à 10' 3" sous la surface du sol, représentant une économie considérable pour le client, qui fit aussi appel à nous pour l'extension du Centre d'Achats de Charlesbourg.



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

Dynamitage contrôlé à une intersection où passent 7,000 autos à l'heure

Les équipes de l'Atlas Construction Company ont dynamité à deux pieds d'un mur d'hôpital centenaire, sans causer la moindre fissure.



UN DYNAMITAGE FRACTIONNÉ a produit ces résultats excellents en bordure du mur centenaire de l'hôpital Hôtel-Dieu.



POUR AMOINDRIR LE CHOC, on s'est servi dans tous les travaux d'excavation, de l'économique DYNAMEX 50% et de détonateurs C-I-L SHORT-PERIOD.



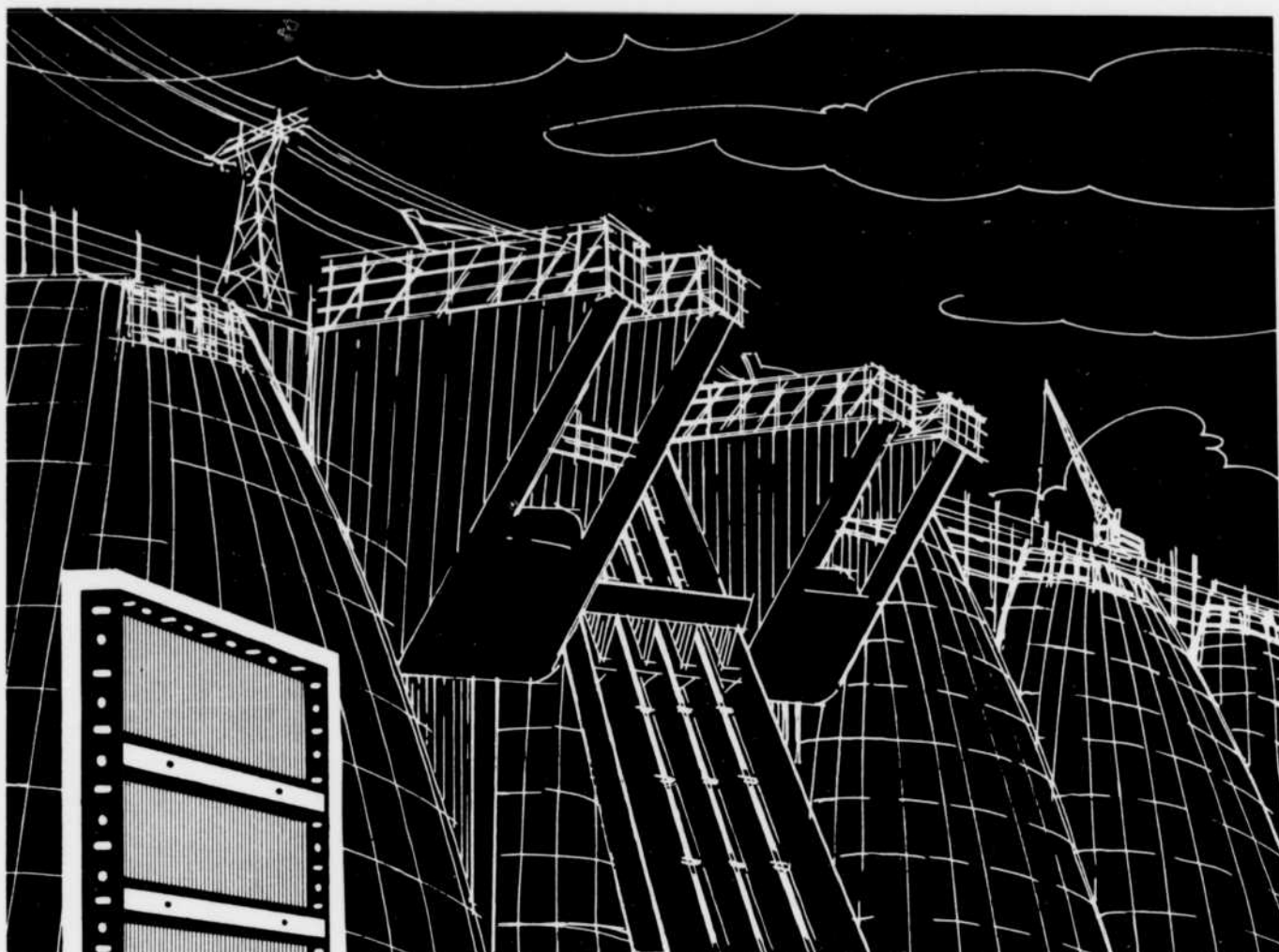
VOIE DE CROISEMENT À TROIS ÉTAGES, angle Parc et des Pins, une des intersections les plus congestionnées de Montréal.

Dans le but de dégager la circulation à une intersection congestionnée, Montréal a construit une voie de croisement à trois niveaux, comprenant quelque 16,000 pieds de route.

Le dynamitage et le déblaiement d'environ 120,000 verges de calcaire, à proximité d'un mur d'hôpital et de bâtisses commerciales et domiciliaires, et sans interruption de la circulation, a exigé des équipes de dynamitage et des explosifs C-I-L une précision hors de pair. Pour chaque sautage à retard fractionné, on s'est servi de DYNAMEX 50% et de détonateurs SHORT-PERIOD. Le résultat: un contrôle rigoureux et des parois tellement nettes qu'on aurait dit un mur empierré de main d'homme. Le roc dynamité fut concassé sur place pour donner les 80,000 verges de pierre de 2" requises comme remplissage. Canadian Industries Limited, Division des explosifs, C.P. 10, Montréal 10, Qué.

Explosifs **C-I-L**

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



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

FORM-LOK

Catalogue et liste de prix, disponible sur demande.

CANADIAN **FORMWORK** LIMITED

CONTRACTORS' ENGINEERS

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

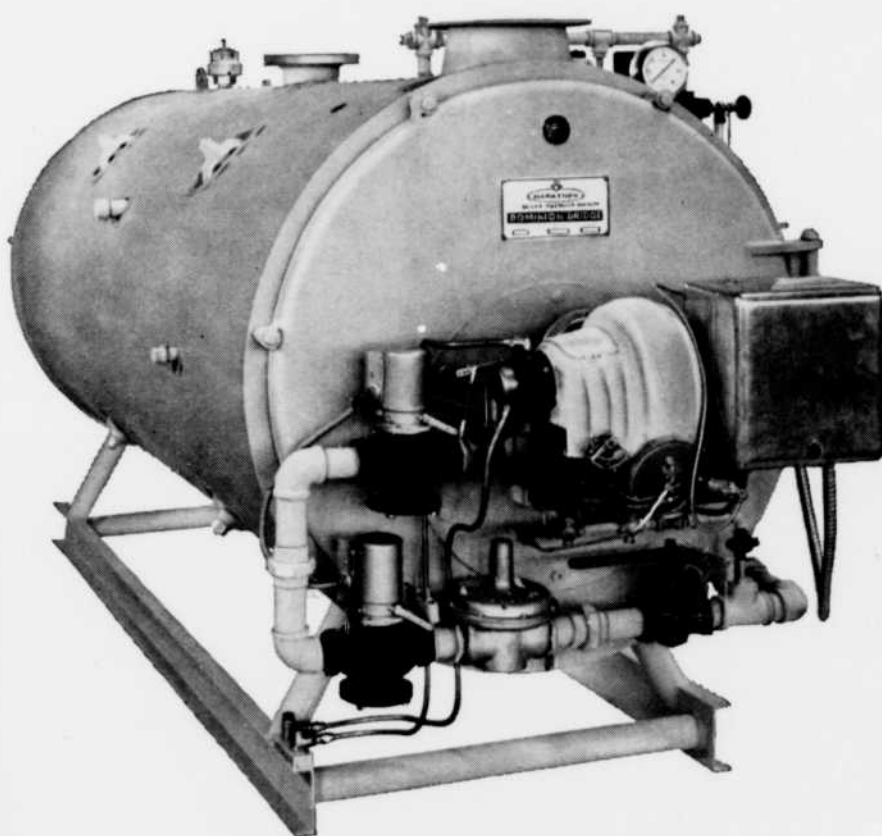
TOUTES REQUÊTES
SERONT CONSIDÉRÉES

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

VOICI LA NOUVELLE SÉRIE



(CHAUDIÈRES COMPLÈTES)



15-150 H.P. - GAZ, HUILE OU MIXTE
PRESSIONS: VAPEUR 15-150 LB./PO. CA.,
EAU 30-60 LB./PO. CA.

6 AVANTAGES IMPORTANTS!

1. Simplicité de conception. Modèle simple à deux passes, cinq pieds carrés de surface de chauffe (ASME) par H. P. Foyer surdimensionné assurant une combustion complète, un rendement élevé et un minimum d'entretien. L'absorption uniforme de la chaleur évite les efforts thermiques anormaux.

2. Facilité d'accès. Les portes avant et arrière s'ouvrent facilement pour découvrir les tubes, le foyer et les tuyères du brûleur. Pas de déflecteurs compliqués à enlever ou à réparer. Le ventilateur, la pompe, les commandes, etc. sont placés à des endroits qui rendent l'entretien facile. Les trous de visite sont commodément placés sur le corps cylindrique.

3. Rendement élevé. Les chaudières ont des rendements thermiques de 80% et plus en service continu.

4. Automaticité complète. La marche est entièrement automatique, les chaudières étant étudiées pour les salles sans surveillance. Dispositifs de protection les plus modernes. Essais en marche et contrôles complets avant le départ de l'usine.

5. Deux allures de chauffe. Les deux allures de chauffe donnent le maximum de rendement et assurent des démarrages progressifs et silencieux. Le brûleur démarre toujours à faible allure. Progressivité complète sur les gros appareils.

6. Changement de combustible. Sur le modèle mixte, le réglage du brûleur pour les changements de combustible se fait par simple déplacement d'un commutateur manuel monté sur le tableau de commande.

91F

Pour plus de détails, écrire à DOMINION BRIDGE COMPANY LIMITED, MONTRÉAL

Division des chaudières

DOMINION BRIDGE

QUINZE USINES D'UN OcéAN À L'AUTRE

L'INTÉRIEUR D'UNE CALCULATRICE NUMÉRIQUE

par

LOUIS COURVILLE, B.Sc.A., M.S., Ing.P.

Assistant professeur de physique à l'École Polytechnique de Montréal

Sommaire

Cet article débute par une analyse des diverses classes de fonctions qu'une machine doit réaliser pour effectuer un calcul numérique. L'auteur aborde le problème de la représentation des nombres dans une calculatrice et discute de propriétés principales de trois systèmes numériques : le système décimal, le système décimal codé avec des variables binaires et le système numérique binaire. Puis il passe en revue les éléments de mémoire les plus utilisés et examine brièvement l'organisation des grandes mémoires.

Dans la deuxième partie de cet article, qui sera publiée dans un numéro subséquent, il sera question des éléments de décision ou circuits combinatoires, de leur utilisation dans les circuits arithmétiques ainsi que de l'organisation générale d'une machine numérique.

Summary

This paper begins with a brief analysis of the different classes of functions that must be implemented in a digital computer. The problem of the representation of data in a computer is considered as well as the main features of three numeric systems: the decimal system, the binary coded decimal system and the binary numeric system. Then a review of the most frequently used memory elements is made and the methods by which they are used in a computer memory are discussed.

In the second part of this paper, to be published in a subsequent issue, the author will examine the logical elements, i.e. combinatorial circuits and the way they are utilized in the arithmetic unit. An outline of the general organisation of a digital machine will also be given.

Introduction

Commençons par un exemple très simple. Supposons, pour les besoins de la cause, que dans un laboratoire de résistance des matériaux, on ait à déterminer l'effort à la rupture d'un grand nombre d'éprouvettes. À chaque essai on a noté le diamètre à la rupture, d_i , et la forme de traction à la rupture : F_i . Imaginons qu'afin de libérer les spécialistes du laboratoire de ces calculs routiniers, l'on ait décidé d'entraîner quelqu'un qui ne connaît rien à la résistance des matériaux mais qui est capable d'effectuer une multiplication et une division. On lui donne des piles de feuilles divisées en quatre colonnes, tel qu'il lustré au tableau I.

Les gens du laboratoire savent que l'on obtient l'effort à la rupture à l'aide de la formule suivante :

$$\sigma_i = \frac{S_i}{r \text{ à la rupture}} = \frac{S_i}{\pi \frac{d_i^2}{4}} = \frac{S_i}{d_i^2 \left(\frac{\pi}{4}\right)} = \frac{S_i}{d_i^2 (1.27 \dots)}$$

où $i = 1, 2, 3 \dots n$

Ils donnent à cette personne un programme, i.e. on lui dit :

- 1° — Considérez d'abord la première rangée de données,
- 2° — prenez le nombre F dans la troisième colonne et divisez-le par le nombre d de la deuxième colonne,
- 3° — divisez le résultat de la division précédente par ce même nombre d,
- 4° — multipliez ce dernier résultat par la constante : $K = 1.27$,
- 5° — inscrivez le résultat de cette multiplication dans la quatrième colonne et dans la rangée qui contient les données d et F dont vous venez de vous servir,
- 6° — considérez la rangée suivante et répétez les étapes 2, 3, 4, 5, 6.

Maintenant laissons notre "automate" à ses calculs et analysons en grandes lignes ce qu'une machine devrait contenir pour effectuer ce travail.

Tableau I

No de l'éprouvette	Diamètre à la rupture en pouces	Force de traction à la rupture	effort à la rupture
1	d_1	F_1	T_1
2	d_2	F_2	T_2
3	d_3	F_3	T_3
i	d_i	F_i	T_i
n	d_n	F_n	T_n

Analyse des besoins

Langage : Le premier besoin est de présenter les données à cette machine sous une forme qui lui est "compréhensible". Nous utilisons le mot compréhensible faute d'une meilleure expression; mais par là nous ne supposons aucunement que la machine comprenne le problème dans le sens habituel du mot comprendre, et encore moins qu'elle soit consciente de ce qu'elle fait. Pour régler la question disons que les données seront compréhensibles à cette machine de la même manière que certaines combinaisons d'impulsions électriques le sont à un télécipteur, parce qu'elles provoquent des actions bien déterminées qui résultent en caractères imprimés. Cette forme, ou "langage", pourrait être la position de certains trous dans une carte ou autre chose; nous y reviendrons plus tard.

Mémoire : Deuxièmement, si nous espérons que cette machine puisse effectuer ce travail il est clair qu'elle doit enregistrer et d'une certaine manière "retenir" ces données. On appelle généralement l'appareillage qui donne cette capacité, la "mémoire" d'une machine. (parfois on utilise le terme magasin)

Pour effectuer un calcul sensé la machine ne devra pas multiplier ou diviser n'importe quel nombre par n'importe quel autre. Or cette machine ne connaît absolument rien à la résistance des matériaux; la seule façon par laquelle elle puisse identifier une donnée d'une autre, est par la position de cette donnée dans la mémoire; d'une manière analogue notre automate savait que tel nombre était un diamètre parce qu'il l'avait pris dans la deuxième colonne. On appelle la position d'un nombre dans une mémoire, l'adresse du nombre.

Unité arithmétique : Troisièmement, notre machine devra être capable d'effectuer une multiplication et une division. Cette capacité est sans doute le besoin le plus évident, et peut-être le seul qui nous frappe à première vue.

Unité de contrôle : Si nous avions une machine capable d'effectuer les trois classes d'opérations énumérées plus haut, elle pourrait faire notre travail, mais elle ne pourrait pas le faire seule.

Un opérateur devrait continuellement diriger son activité. Il devrait, par exemple, presser un bouton pour "lire" une rangée de données, en presser un autre pour qu'elle divise tel nombre par tel autre, etc. Une telle machine ne serait pas très utile ! Si nous voulons pousser l'automatisation plus loin, notre machine devra non seulement enregistrer les données mais aussi retenir en "mémoire" son programme; et être capable de l'interpréter, i.e. de diriger sa propre activité d'après ce programme. Les premiers calculateurs numériques qui ont été construits comportaient deux mémoires, une servant aux données, l'autre retenant le programme. Cependant ces machines ne pouvaient modifier elles-mêmes leur programme. On attribue à Von Newman l'idée d'enregistrer dans une même mémoire les données et le programme de façon à ce que la machine puisse non seulement effectuer des opérations arithmétiques, des transferts, des reclassements sur les nombres appelés données, mais aussi de semblables opérations sur les nombres qui, à l'aide d'un code approprié, représente le programme lui-même. C'est cette idée qui donne aux machines modernes leur remarquable puissance.

Notons en terminant cette analyse sommaire que, théoriquement, rien n'oblige à utiliser les techniques de l'électronique pour réaliser ces quatre classes de fonction. On relate qu'à la fin du

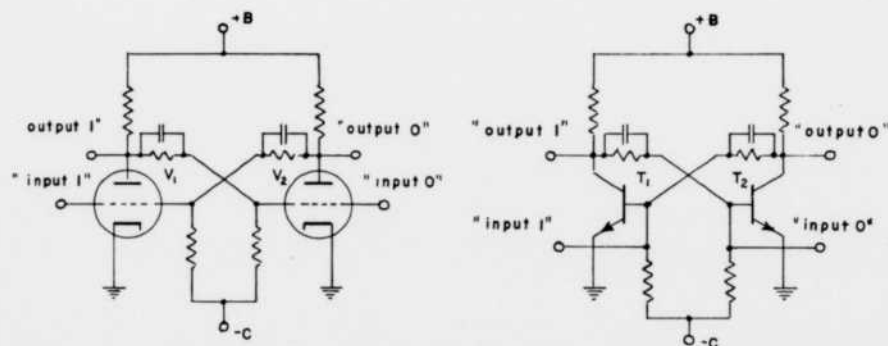


Fig. 1 — Schéma d'un circuit à bascule (à gauche) utilisant des tubes à vide, (à droite) des transistors.

siècle dernier un anglais nommé Babbage a imaginé et même partiellement construit un calculateur entièrement mécanique qui sous plusieurs aspects possédait ces fonctions. Cependant l'avènement de calculateurs rapides et fiables a dû attendre les progrès de l'électronique, et en particulier les perfectionnements de la technique des impulsions qui ont résulté des efforts pour la mise au point du radar lors du dernier conflit mondial.

Maintenant examinons de quelle façon les fonctions énumérées plus haut sont réalisées dans une calculatrice numérique.

Représentation des nombres

Une des premières décisions à prendre lors de la conception d'une calculatrice est la manière selon laquelle les nombres seront représentés dans la machine. Dans la vie quotidienne, dans les travaux de génie et dans l'activité scientifique en général le système décimal ou arabe est utilisé presque exclusivement. Ce système nous est tellement familier que bon nombre de gens ont de la difficulté à concevoir qu'il puisse en exister d'autres, exception faite peut-être du système romain. Mais, de même que le moindre calcul scientifique serait une entreprise considérable s'il fallait le faire dans le système romain, le système décimal n'est pas le plus commode à représenter directement à l'aide de circuit électronique. Un exemple éclaircira cette dernière affirmation. Supposons que l'on décide de représenter les symboles du système décimal par une échelle de voltages comme indiqué au Tableau II.

Nous spécifions une gamme de voltages pour chacun des chiffres car en pratique il est impossible de maintenir des valeurs rigoureusement exactes. Les circuits qui effectueront les opérations devront distinguer chacune des dix gammes possibles et devront pro-

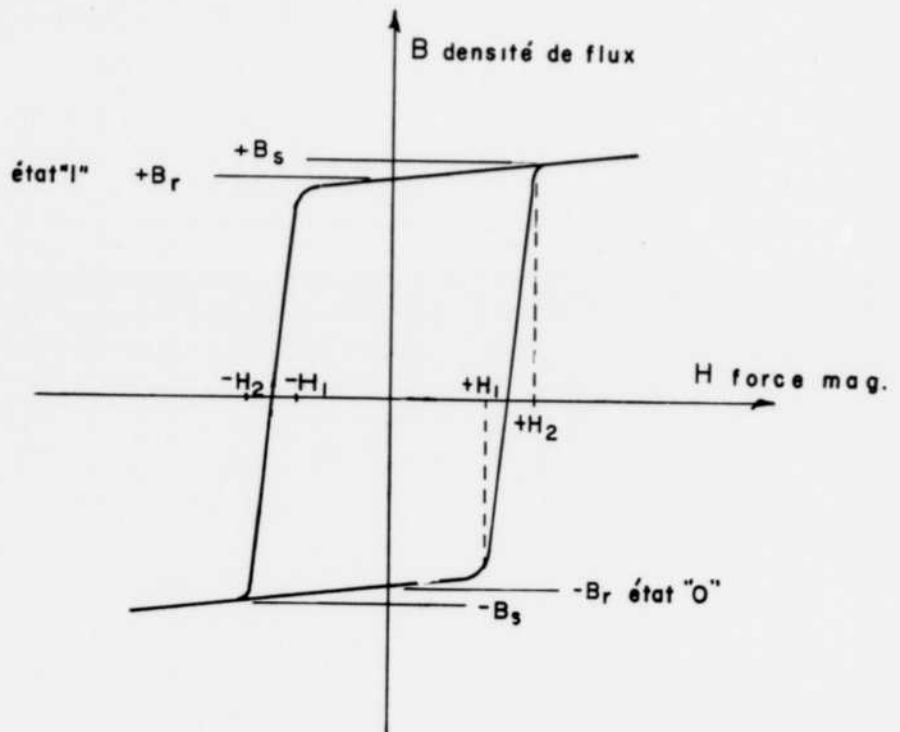


Fig. 2 — Diagramme d'hystérésis typique des substances utilisées comme mémoire magnétique.

duire des "outputs" compatibles avec cette convention. De même, les éléments de mémoire devront pouvoir retenir laquelle des dix valeurs a été enregistrée. Sans doute, de telles spécifications pourraient être satisfaites par des circuits ingénieux, cependant on désire un fonctionnement fiable durant de longues périodes alors que fatalement certaines composantes changeront de caractéristiques. Un changement de 6% dans le voltage de 85 volts qui représente un 8 ferait varier ce voltage de 79.9 à 90.1 volts, i.e. pourrait représenter un sept, ou huit, ou un neuf ! Si l'on considère que la caractéristique d'un tube à vide peut facilement varier du simple au double durant sa vie

utile, on voit immédiatement les difficultés ! Il faut donc chercher une représentation qui assure un bon fonctionnement sans trop dépendre de la valeur exacte des composantes; car le nombre de composantes est si grand dans une calculatrice que les probabilités de mauvais fonctionnement deviendraient intolérables.

La représentation binaire est plus tolérante à cet égard, car il suffit de distinguer entre deux états possibles : un tube qui porte un courant de saturation ou qui le bloque complètement, une région magnétique saturée dans une direction ou dans l'autre, la présence d'une impulsion ou son absence et non pas son ampli-

Tableau II

$0 \leq V < 10$ Volts	représente	0, valeur nominale	5 V
$10 \leq V < 20$ "	"	1, "	15 V
$20 \leq V < 30$ "	"	2, "	25 V
: : : : :	:	: : :	: :
: : : : :	:	: : :	: :
: : : : :	:	: : :	: :
$90 \leq V < 100$ "	"	9, "	95 V

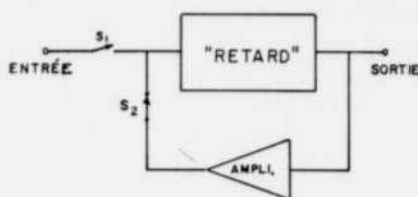


Fig. 3
Élément de mémoire "recirculant".

tude ou sa forme exacte, etc. La représentation binaire offre aussi quelques avantages plus subtils : elle permet facilement l'utilisation d'éléments non linéaires qui, tout en permettant un gain dans l'écart permisible, assure une atténuation importante aux extrêmes et ainsi facilite la maîtrise du bruit de fond, des interférences extérieures, des oscillations parasites etc. Dans la pratique ces considérations se sont révélées assez importantes pour que les constructeurs aient utilisé exclusivement des représentations à l'aide de variables binaires.

Cependant l'utilisation de variables binaires n'interdit pas nécessairement l'emploi du système décimal. En fait cette remarque permet de distinguer deux classes de machines. Dans l'une l'on conserve le système décimal, sauf que chacun des dix chiffres est représenté par un groupe de variables binaires. On voit facilement qu'au moins quatre variables seront nécessaires à chaque chiffre; car si une variable a deux états, deux variables peuvent former quatre combinaisons; trois variables, huit; quatre variables, seize, etc. Des seize codes permises seulement dix sont utilisés. Cette représentation facilite les communications de la machine avec le monde extérieur car la conversion se faisant chiffre par chiffre, est très simple; mais cette simplicité de communication s'acquiert au prix de complications dans la circuiterie et d'une utilisation moins efficace de la mémoire. Les machines de cette classe sont appelées parfois "dia-

dec" ou simplement décimale et trouvent leur champ d'utilisation naturel dans les problèmes où le nombre des données est très grand (évitant la conversion de tous ces nombres) mais où les calculs sont relativement restreints.

L'autre catégorie est formée de machines purement binaires, i.e. de machines qui utilisent les variables binaires pour représenter

directement les deux chiffres du système numérique binaire. Comme on le sait, dans les systèmes numériques à base uniforme, comme le système décimal et le système binaire, les différents chiffres qui forment un nombre ont des valeurs qui sont fonction de leur position par rapport au point. On peut représenter la structure d'un tel nombre par :

$$a_n a_{n-1} \dots a_1 \dots a_0 \cdot a_{-1} a_{-2} \dots = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + \dots + a_1 b^1 + \dots + a_0 b^0 + a_{-1} b^{-1} + a_{-2} b^{-2} + \dots$$

ou a_i = le chiffre à la $(i + 1)$ ème position par rapport au point et b = la base;

ainsi dans le système binaire, 23 décimal sera égal à 10111.
 $10111 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 4 + 2 + 1 = 23_{10}$
 et

$$37_{10} = 100101 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 32 + 4 + 1 = 37_{10}$$

Ce système est le plus efficace quant à l'utilisation de la mémoire et c'est aussi celui où les calculs sont le plus simples. Considérons par exemple la table d'addition; il n'y a que quatre combinaisons possibles :

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 10 \end{aligned}$$

ce qui signifie que le chiffre de la réponse, qui est du même ordre que les 1 à additionner, est égal à zéro et qu'il y a une retenue de 1 qui doit être ajoutée à la position suivante. Nous verrons plus tard de quelle façon l'on parvient à réaliser cette table d'addition avec des circuits électroniques.

Mémoires

Éléments de mémoire : On peut considérer comme élément de mémoire toute pièce ou assemblage qui peut demeurer dans un état parmi deux ou plusieurs possibles. Ainsi une position donnée dans une carte peut être considérée comme un élément de mémoire;

cette position peut être intacte ou être perforée; et elle gardera son état tant qu'on ne le changera pas. Cependant un élément de cette catégorie souffre d'un grave inconvénient : il est facile de changer l'état d'intact à l'état perforé mais il n'est pas commode de faire l'inverse ! Cette forme de mémoire est utilisée pour conserver en permanence un nombre ou un code représentant une information quelconque, mais cet élément ne peut servir qu'une fois.

Considérons quelques éléments de mémoire qui sont réversibles. Un des plus connus et utilisés est le circuit bascule Eccles - Jordan, fréquemment appelé : "flip-flop".

On peut le réaliser aussi bien avec des tubes à vide qu'avec des transistors (fig. 1). Il est essentiellement formé de deux amplificateurs non linéaires qui sont raccordés de telle façon que si l'un d'eux est dans l'état de conduction l'autre sera dans l'état de non conduction et inversement. L'état intermédiaire, i.e. où les deux étages conduisent partiellement est un état instable car il correspond à un amplificateur à

deux étages avec "feed-back" positif. Ainsi, si l'on examine la figure 1a, dans un état l'anode V_1 sera à un potentiel élevé et l'anode V_2 à un potentiel relativement bas et inversement. Par définition on peut appeler l'un de ces états l'état "1" et l'autre l'état "0". Une caractéristique importante d'un tel circuit est la valeur de la fréquence maximum à laquelle le circuit peut alterner d'un état à l'autre d'une manière fiable. Dans les petites machines cette fréquence est de l'ordre d'une centaine de kilocycles par seconde et elle atteint 25 mégacycles dans les machines géantes.

Un phénomène qui est extrêmement utilisé comme principe d'élément de mémoire est l'hystérésis magnétique. Comme on le sait, plusieurs substances possèdent un diagramme d'hystérésis semblable à celui indiqué à la figure 2.

Supposons que l'on ait un spécimen qui soit déjà magnétisé à $-Br$ et qu'on le soumette à une force magnéto-motrice $+H$ croissante. On noterait premièrement, qu'il y a très peu de variation dans la densité de flux magnétique tant que H est inférieur à H_1 . Deuxièmement si la force de magnéto-motrice dépasse la valeur H_2 le flux changera de direction pour atteindre la valeur $+Bs$, au delà de cette valeur l'augmentation du flux devient négligeable, la substance est saturée. Troisièmement, si l'on ramène H à zéro le flux reviendra à $+Br$. Ce spécimen a donc deux états magnétiques (saturés) stables.

Pour "lire", ou connaître l'état magnétique de cet élément, on applique habituellement* la loi de Faraday : i.e. un voltage d'induction est produit dans une boucle lorsque le flux magnétique interceptant cette boucle change; ce qui est exprimé dans la formule $E = n \frac{d\phi}{dt}$ où E est le voltage

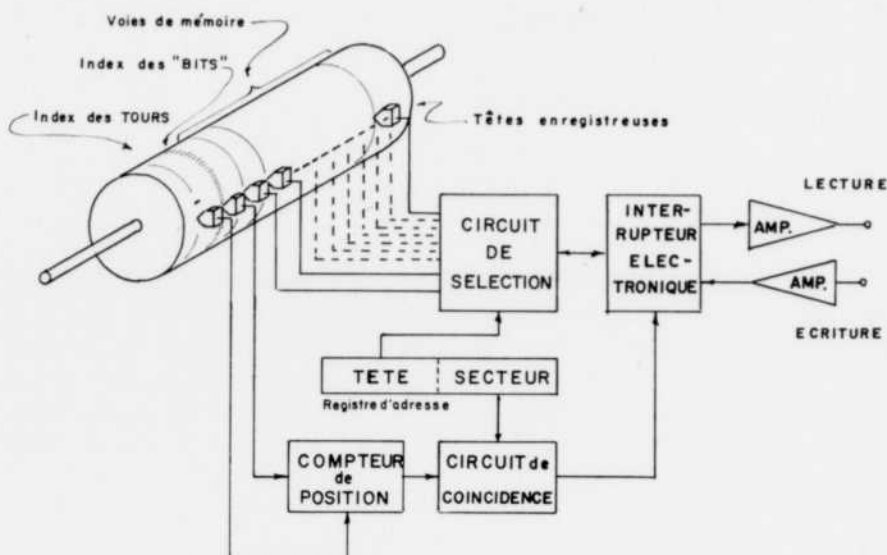


Fig. 4 — Organisation générale d'une mémoire à tambour magnétique.

induit, n le nombre de tours de fil dans la boucle et $\frac{d\phi}{dt}$ la vitesse de variation du flux magnétique.

Pour produire cette variation de flux on peut utiliser deux méthodes :

1° On peut déplacer mécaniquement la boucle, i.e. la tête de lecture, relativement à l'élément magnétique et noter la phase du voltage induit ou;

2° on peut forcer le flux dans une direction déterminée et noter s'il y a eu changement à l'aide d'une boucle témoin; si l'élément était déjà magnétisé dans cette direction le flux ne changera pas appréciablement et le voltage induit sera très faible, si le flux était originalement dans la direction inverse une impulsion sera produite.

On notera que cette méthode détruit l'état initial. Si l'on désire conserver l'information contenue dans cet élément, comme c'est habituellement le cas, on devra l'écrire de nouveau. Cette caractéristique est un inconvénient, ce-

pendant le gain de vitesse possible et l'élimination de tout déplacement mécanique rendent cette méthode très attrayante dans les grosses machines.

Les deux éléments que nous venons de considérer, le circuit bascule et l'élément magnétique, peuvent demeurer dans l'état où ils ont été forcés et par là retenir leur contenu d'information, aussi longtemps qu'on ne viendra pas volontairement les changer. Cependant pour fonctionner, le "flip-flop" doit constamment recevoir de l'énergie du circuit d'alimentation tandis que l'élément magnétique, une fois magnétisé, ne dissipe absolument rien. Cette propriété est un avantage très important dans la réalisation de grandes mémoires. On peut réaliser des éléments de mémoire en partant d'un autre principe. Au lieu d'utiliser un élément qui possède au moins deux états stables on en choisit un qui a un seul état stable mais qui peut être forcé dans un état transitoire. Un petit bout de ligne de transmission peut, par exemple, jouer ce rôle. Référons à la figure 3. Imaginons qu'initialement on ait appliqué une impulsion électrique à l'input de la ligne de transmission, cette ligne est représentée schématiquement

* D'autres mécanismes de lecture peuvent être envisagés : tel l'effet Hall ou encore la loi $F = q v \cdot B$, qui est utilisée par le tube LECTRON mis au point par M. J.-C. Bernier et son groupe à l'Ecole Polytechnique.

quement par le rectangle appelé "retard", au bout d'un intervalle de temps, t , l'impulsion apparaîtra à la sortie de la ligne. Si cette impulsion retardée est amplifiée de nouveau à l'entrée de la ligne, on aura un montage qui recirculera continuellement l'impulsion et qui pourra retenir un élément d'information, i.e. la présence ou l'absence d'une impulsion.

Pour "effacer" cette information on ouvrira la boucle de régénération à l'aide de l'interrupteur S_2 . Notons qu'il n'est pas nécessaire que la ligne de transmission soit électrique, il suffit de pouvoir retarder le signal par un moyen quelconque. Dans les grandes mémoires il est souvent attrayant d'utiliser un phénomène de propagation d'onde mécanique dans une tige métallique, une colonne de mercure ou encore dans un cristal; car la vitesse de propagation des ondes mécaniques étant beaucoup plus faible que celle d'une ligne électrique, on peut obtenir des retards importants avec des longueurs raisonnables. Il serait beaucoup trop long d'énumérer ici toutes les idées qui ont été proposées pour réaliser des éléments de mémoires. Qu'il suffise de mentionner les mémoires à condensateurs, qui sont utilisées avec succès dans la machine IBM 650; les tyatron, dans certains circuits spécialisés; les décades à gaz, dans des compteurs spéciaux, etc.

Les grandes mémoires

On désigne ordinairement par le mot "bit" la quantité d'information qui est retenue dans un élément de mémoire; cette quantité correspond à la mesure élémentaire en théorie de l'information. La quantité d'information qu'une machine peut retenir est une mesure importante de sa puissance. Cette quantité varie suivant les machines entre quelques milliers et quelques millions de "bits". La mémoire d'une cal-

culatrice est toujours divisée en groupes d'éléments qu'on appelle "mots" et la "longueur" de ces "mots" varie suivant la machine d'environ vingt à soixante-dix "bits". Ce sont ces mots qui représentent à l'aide d'un code les nombres qui forment les données et le programme.

On identifie chacun de ces mots par un nombre ou code appelé "adresse" qui permet de localiser ce mot dans la mémoire à l'aide d'un circuit de sélection analogue à ceux utilisés dans les réseaux téléphoniques. Le temps requis pour effectuer cette localisation se nomme "temps d'accès". Il n'est pas difficile de réaliser une grande mémoire si l'on est prêt à tolérer un temps d'accès relativement long. Un simple enregistreur à bande magnétique peut retenir quelques millions de "bits", cependant si le mot désiré est situé à la fin de la bande alors que c'est le début qui est sous la tête de lecture, on devra attendre un bon nombre de secondes avant d'atteindre ce mot. En moyenne, si le calcul nécessite des mots situés un peu partout dans la bande on devra attendre la moitié du déroulement complet; plusieurs secondes même avec un bon enregistreur. Il serait insensé de construire des circuits arithmétiques pouvant faire plusieurs milliers d'opérations par seconde s'ils devaient en attendre plusieurs pour atteindre chacune des données. Il est toujours plus difficile et dispendieux de construire une circuiterie d'accès rapide que de réaliser la mémoire elle-même; l'attrait d'une mémoire dépend en grande partie de l'élégance de la solution au problème de l'accès.

Il y a deux grandes classes de méthodes pour localiser un mot dans une mémoire. Dans une, la localisation est temporelle. On s'arrange pour faire défiler le contenu de la mémoire en séquence sous un poste de lecture, lorsque

le mot cherché passe on le lit. La lecture, ou l'écriture, se fait toujours au même endroit mais à des instants différents. Cette méthode est économique mais le temps d'accès est proportionnel à la grandeur de la mémoire. C'est le cas des bandes magnétiques. Afin de diminuer ce temps d'accès on pourrait utiliser plusieurs petites bandes et se servir d'interrupteur pour choisir entre elles.

C'est essentiellement ce qui est fait avec les tambours magnétiques (fig. 4). Comme son nom l'indique un tambour magnétique est un cylindre sur la surface duquel on a déposé une substance magnétique. Les têtes de lecture et d'enregistrement sont disposées axialement le long de la surface. La sélection s'accomplit en deux étapes. Une partie de l'adresse du mot désiré détermine une tête, puis une autre détermine le secteur angulaire sous lequel la lecture devra se faire. Ce tambour tournant à vitesse constante, ceci équivaut à définir à quel instant le circuit de lecture doit être actionné. Il est évident que pour effectuer cette sélection temporelle la calculatrice doit être constamment informée de la position angulaire du tambour. On se sert d'un système d'index pour définir uniquement chaque secteur. Sous sa forme la plus simple ce système utilise deux voies ou bandes circulaires du tambour. Sur l'une on grave un petit trait axial qui produit une variation locale de flux. Une impulsion est ainsi détectée par la tête de lecture de cette bande à chaque tour qui sert à définir l'angle zéro, i.e. la fin du dernier secteur et le commencement du premier. La deuxième voie comporte toute une série de traits semblables, répartis sur toute la circonférence. On en grave un pour chaque "bit" ou secteur élémentaire et les impulsions qui sont ainsi produites sont envoyées à un circuit compteur. L'index des tours remet le compteur à zéro

puis les secteurs élémentaires sont comptés en séquence. Ainsi, si l'on veut atteindre le mot qui est écrit dans le secteur qui va du secteur élémentaire 64 au secteur élémentaire 95 inclusivement, il suffira d'actionner l'amplificateur attaché à cette tête durant la période pendant laquelle le contenu du compteur sera entre 64 et 95. La vitesse angulaire de rotation des tambours magnétiques varie suivant les machines et se situe ordinairement entre 1000 et 12000 tours par minute.

Un grand nombre de calculatrices modernes utilisent des mémoires formées de noyaux magnétiques. Des noyaux sont formés de ferrite moulée sous pression et ont la forme de petits tores dont le diamètre extérieur est de l'ordre du dixième de pouce. On choisit pour les fabriquer, une ferrite qui possède un diagramme d'hystérésis rectangulaire. Ces noyaux sont groupés en matrices et la sélection d'un noyau se fait habituellement en envoyant une impulsion de courant sur une rangée et une colonne (Fig. 5).

Le noyau qui est situé à l'inter-

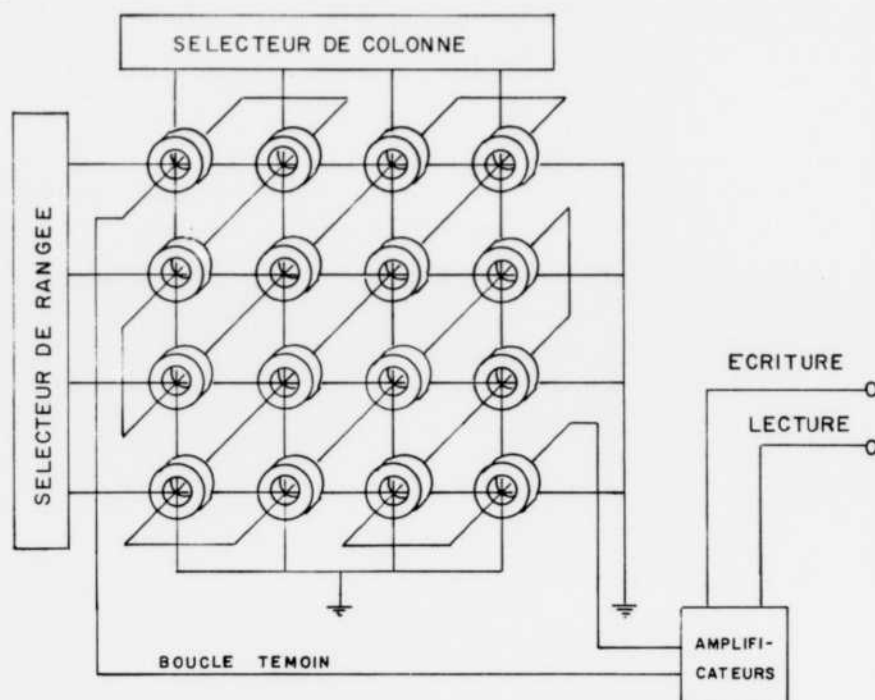


Fig. 5 — Schéma d'une mémoire à tores magnétiques.

section de ces deux conducteurs sera soumis à une force magnétomotrice double et on peut contrôler l'amplitude de chacune des impulsions pour qu'individuellement elles ne puissent renverser la direction du flux mais que leur somme soit suffisante. Un troisième conducteur passant dans tous les

tors sert de boucle témoin et est relié à un amplificateur.

Cette forme de mémoire permet un accès très rapide de l'ordre de quelques millièmes de seconde. Elle est utilisée comme mémoire principale dans la plupart des grosses machines.



L'INDUSTRIE DES PÂTES ET PAPIERS DANS L'ÉCONOMIE CANADIENNE

par

HUET MASSUE, D.Sc.

Gérant général, Association pour le

Progrès du Golfe et du Bas St-Laurent, Montréal

Au Canada, l'industrie des pâtes et papiers joue un rôle économique de toute première importance. Elle se place au premier rang des grandes industries en raison des faits suivants :

- Les immobilisations qu'elle requiert;
- La valeur marchande de ses produits;
- La valeur ajoutée par la fabrication;
- Le nombre d'employés;
- Les salaires et gages payés;
- La valeur des exportations;
- L'électricité qu'elle requiert.

C'est une industrie qui emploie un grand nombre d'ingénieurs de toutes catégories : dans l'exploration des forêts et leur exploitation rationnelle; dans la construction de routes, ponts, écluses régulatrices, dalles de transport du bois et de plusieurs ouvrages. Dans l'usine, on emploie des ingénieurs en électricité, en mécanique, en chimie, en travaux publics. Au laboratoire, on trouve un nombre croissant d'ingénieurs se consacrant à des recherches importantes, en particulier à la conservation et à l'utilisation maximum des ressources forestières.

Pour ces raisons, une étude de l'industrie canadienne des pâtes et papiers devrait intéresser les lecteurs de *L'Ingénieur*. Cette étude statistique est divisée en trois parties, comme suit :

- A — Les ressources et leur utilisation.
- B — L'importance de l'industrie des pâtes et papiers.
- C — L'industrie du papier-journal.

A — LES RESSOURCES ET LEUR UTILISATION

1 — Ressources forestières

Le Canada est particulièrement bien doté de ressources forestières réparties sur tout son territoire. Dans l'ensemble, il s'y trouve quelque 1,600,000 milles carrés de forêts représentant environ 42% de la superficie totale du pays. De cette superficie, environ un million de milles carrés représente la superficie des forêts considérées comme productrices, dont quelque 635,000 milles carrés sont présentement accessibles. C'est en Colombie Britannique semble-t-il que se trouve la plus grande superficie de forêts accessibles; l'Ontario se place au second rang et Québec au troisième.

Selon la Canadian Pulp and Paper Association l'industrie des pâtes et papiers au Canada obtient sa matière première d'une superficie de quelque 200,000 milles carrés dont 182,000 milles carrés sont sous baux emphytéotiques, et quelque 18,000 milles carrés de forêts sous régie privée.

Durant les cinq dernières années, la production de bois à pâte au Canada fut en moyenne de 15

millions de cordes par année ce qui est l'équivalent de 75 cordes au mille carré, ou soit à raison de 85 pieds cubes à la corde, environ 9.0 pieds cubes à l'acre. La Division des Produits Forestiers du Gouvernement Fédéral a enregistré une moyenne annuelle de croissance du bois au Canada de 25 à 40 pieds cubes à l'acre. C'est là, plus du double de la coupe moyenne par acre des derniers cinq ans. Ainsi, il appert que les forêts canadiennes peuvent facilement répondre aux besoins actuels de l'industrie des pâtes et papiers et permettre son expansion.

2 — Récolte du bois à pâte

La première étape dans la production du papier-journal consiste dans la récolte du bois à pâte. En 1959, cette récolte s'élevait au Canada à 14.6 millions de cordes ce qui représente plus de trois fois la récolte de 1924 et le double de celle de 1939. Toutefois, la récolte de 1959 n'était que de 83.5% de la récolte maximum de 17.5 millions de cordes de 1956.

Il est intéressant de noter qu'en général au Canada, 78% du bois de pulpe provient de l'épinette et du sapin, 9% du pin gris, 7% de la pruche et 6% d'autres essences, dont environ 2% de bois durs.

C'est au Québec et dans les provinces de l'Atlantique qu'on

utilise la plus forte proportion (90.0%) d'épinette et de sapin. C'est en Ontario qu'on utilise le plus de pin gris (18.0%) et de bois durs (5.0%). D'autre part, c'est en Colombie Britannique qu'on utilise la plus forte proportion de pruche (36.0%) et de déchets de bois (41.4%).

Des 13.8 millions de cordes de bois produites au Canada en 1958, 6.0 millions (43.5%) furent produites au Québec; 3.6 millions (26.1%) en Ontario; 1.4 million (10.1%) en Colombie Britannique; et 2.8 millions (20.3%) ailleurs au Canada.

L'importation de 146,835 cordes de bois porta cette même année l'approvisionnement canadien à 13,910,479 cordes. L'exportation de 1,286,314 cordes laissa disponible, pour les besoins locaux, un total de 12,624,165 cordes. L'utilisation annuelle de 1,243,108 cordes d'autres bois porta l'utilisation totale au Canada durant 1958, à 13,867,273 cordes de bois.

3 — Production de pâte de bois

Au Canada il y avait en 1958, 128 fabriques de pâtes et papiers. Il s'en trouvait 55 ou 43.0% au Québec, 41 ou 32.0% en Ontario, 14 ou 11.0% en Colombie Britannique et 18 ou 14.6% dans les autres provinces.

Des 13.9 millions de cordes de bois utilisées au Canada en 1958, on produisit 10.1 millions de tonnes de pâte de bois dont: 5.4 millions de tonnes de pâte mécanique, 4.4 millions de tonnes de pâte chimique, et 0.3 million de tonnes d'autres pâtes.

Selon l'Annuaire Statistique de Québec, la production au Canada d'une tonne de pâte à papier en 1957 a requis l'utilisation de 1.39 cordes de bois. Apparemment, c'est au Québec que le rendement est le plus élevé; il s'établit à environ 1.30 corde de bois par tonne de pâte, alors qu'il est de 1.35 en Ontario, 1.61 en Colombie Britannique et 1.46 ailleurs au Canada.

TABLEAU I

PRODUIT	TONNES	VALEUR	%
Pâte à papier	2,595,771	\$325,586,922	23.3%
Papier-journal	5,982,223	694,067,041	49.8
Cartons et planches	1,117,752	153,802,564	11.0
Autres papiers	758,554	172,486,982	12.4
Autres produits	—	48,735,671	3.5
Total :	10,454,300	\$1,394,679,180	100.0%

TABLEAU II

INDUSTRIE	IMMOBILISATIONS	\$ MILLIONS RÉPARATIONS	TOTAL
Papier	\$1,438	\$836	\$2,274
Fer et acier primaires	1,173	887	2,060
Aliments, boissons	993	537	1,530
Métaux non-ferreux	773	599	1,372
Pétrole	959	250	1,209
Produits chimiques	971	371	1,342
Matériel de transport	581	387	968
Minéraux non-métalliques	488	285	773
Produits du bois	358	312	670

TABLEAU III

RÉGIONS	IMMOBILISATIONS	\$ MILLIONS RÉPARATIONS	TOTAL
QUÉBEC	\$238.7	\$183.5	\$422.2
ONTARIO	261.3	131.4	392.7
COLOMBIE BRITANNIQUE	258.6	56.0	324.6
ATLANTIQUE	—	non-disponible	—

De 1930 à 1959, la production de pâte au Canada s'accrût de 200%; la production de pâte mécanique s'étant accrue de 147% et celle de la pâte chimique de 277%.

D'après le Bureau fédéral de la Statistique, le volume de pâte de bois exporté et converti en papier de toutes sortes en 1958 fut de 10,654,326 tonnes dont :

10,137,454 tonnes produites durant l'année;
53,769 tonnes importées;
492,854 tonnes autres matières fibreuses utilisées.
10,684,077 tonnes total
29,751 tonnes surplus d'inventaire
10,654,326 tonnes utilisées et exportées.

Toujours selon le Bureau fédéral de la Statistique, de ce total 2,595,771 tonnes furent utilisées ailleurs que dans les fabriques canadiennes, 2,133,650 ayant été exportées et 462,000 vendues à d'autres clients canadiens. L'excédent (8,520,676 tonnes), fut utilisé dans la production de papier-journal, de cartons et d'autres papiers. Dans l'ensemble, la valeur

marchande des expéditions de la fabrique s'établit à \$1,394,679,180 répartie telle qu'indiquée au Tableau I.

B — IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE

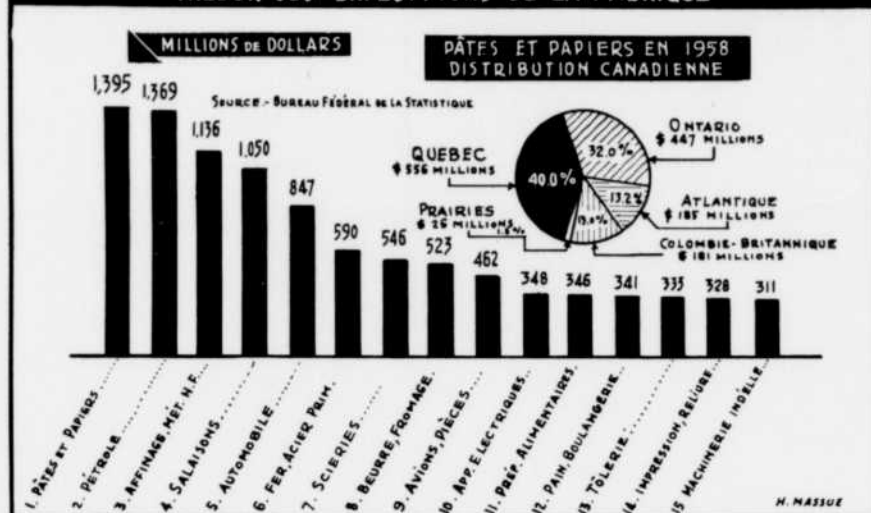
1 — Immobilisations

D'après le Bureau fédéral de la Statistique, durant la décennie 1950-60 les immobilisations dans l'industrie canadienne des pâtes et papiers s'élevèrent à \$1,438 millions, soit, à un chiffre bien supérieur aux immobilisations dans toutes les autres industries; c'est ce que fait voir le Tableau II.

Nous y voyons de plus que le coût des réparations durant cette décade ne fut que de quelques millions de dollars inférieur aux sommes dépensées aux mêmes fins dans l'industrie des produits de fer et acier primaires. Dans l'ensemble, les immobilisations et le coût des réparations dans l'industrie des pâtes et papiers, \$2,274 millions, furent les plus élevés.

Les immobilisations dans l'industrie des pâtes et papiers dans les principales régions productrices du Canada, durant les cinq dernières années, sont indiquées au Tableau III.

PRINCIPALES INDUSTRIES CANADIENNES EN 1958 VALEUR DES EXPÉDITIONS DE LA FABRIQUE



Par ses immobilisations, l'Ontario se plaça au premier rang; la Colombie Britannique suivit et Québec, avec quelque \$22 millions de moins que l'Ontario, se plaça au troisième rang. Le coût des réparations fut de beaucoup le plus élevé au Québec et le plus bas en Colombie Britannique. Dans l'ensemble, l'industrie déboursa \$422 millions au Québec, \$393 millions en Ontario et \$325 millions en Colombie Britannique.

2 — Valeur marchande des produits de fabrication

L'industrie des pâtes et papiers se place au premier rang en ce qui concerne la valeur des expéditions de fabrique de Terre-Neuve, du Nouveau-Brunswick et du Québec. Pour le Canada, la valeur des expéditions de 1958 (voir fig. 1) des dix principales industries s'établissait tel qu'indiqué au tableau IV.

Pour chacune des régions économiques du pays, la valeur des expéditions de l'industrie des pâtes et papiers en 1958 est indiquée au Tableau V.

Il est intéressant de noter que les expéditions de papier-journal du Québec ont une valeur de quelque \$200 millions plus élevée qu'en Ontario. D'autre part, la valeur des expéditions d'autres papiers et cartons de l'Ontario ont une valeur de près de \$70

millions supérieure à celle du Québec. Le Tableau VI illustre les différences dans la production des papiers dans ces deux provinces.

Alors que le Québec produit 1,500,000 tonnes de plus de papier-journal et plus de papier d'emballage et d'autres papiers qu'en Ontario, dans cette dernière province la production de papier d'édition et de papier à écrire est

trois fois plus élevée, et la production de cartons et de papier de soie plus grande.

3 — Valeur de la production nette

La valeur de la production nette dans l'industrie des pâtes et papiers en 1958 est la plus élevée des valeurs enregistrées de la production nette de toutes les autres industries. A \$703 millions, cette valeur dépasse par plus de \$200 millions la valeur de la production nette dans n'importe quelle autre industrie (Tableau VII).

Par employé, la valeur de la production nette est la plus élevée dans l'industrie du pétrole, celle de la fonte et l'affinage des métaux non-ferreux se place au deuxième rang et l'industrie des pâtes et papiers suit avec \$11,000.

Pour l'année 1958, la valeur de la production nette dans l'industrie des pâtes et papiers dans chacune des régions économiques du pays est indiquée au Tableau VIII.

Dans l'ensemble, la valeur de la production nette représente envi-

TABLEAU IV
INDUSTRIE

INDUSTRIE	\$ MILLIONS VALEUR
Pâtes et papiers	1395
Pétrole	1369
Fonte et affinage (métaux non-ferreux)	1136
Abattoirs, salaisons	1050
Véhicules-moteurs	847
Fer et acier bruts	590
Scieries	546
Beurre, fromage	523
Avions et pièces	462
Appareils et fourniture électriques	348

TABLEAU V
RÉGIONS

RÉGIONS	\$ MILLIONS
QUÉBEC	556
ONTARIO	447
ATLANTIQUE	195
COLOMBIE BRITANNIQUE	181
PRAIRIES	15
CANADA :	1395

TABLEAU VI

NATURE DU PAPIER	QUÉBEC	ONTARIO
Papier-journal	2,974,357	1,465,264
Papier d'édition et papier à écrire	83,145	233,919
Papier d'emballage	173,407	71,389
Cartons	363,607	515,843
Papier de soie	39,026	53,050
Tous autres papiers	54,643	15,756

TABLEAU VII

INDUSTRIE	TOTAL \$ MILLIONS	\$ PAR EMPLOYÉ
Pâtes et papiers	\$703	\$11,000
Pétrole	488	35,600
Fonte et affinage des métaux non-ferreux	378	14,000
Fer et acier bruts	305	10,100
Avions et pièces	281	7,000
Automobiles	253	9,600
Impression et éditeurs	239	7,800
Scieries	237	4,950
Salaisons	196	7,600
Appareils et fournitures électriques	176	7,000

TABLEAU VIII

RÉGIONS	\$ MILLIONS
QUÉBEC	\$281
ONTARIO	216
COLOMBIE BRITANNIQUE	102
ATLANTIQUE	94
PRAIRIES	10
CANADA :	\$703

TABLEAU IX

INDUSTRIES	EMPLOYÉS	% EMPLOI TOTAL
Pâtes et papiers	64,084	4.97
Scieries	47,763	3.70
Avions et pièces	39,932	3.09
Pain et gâteaux	35,618	2.76
Meubles	31,505	2.44
Impression, édition	30,557	2.37
Fer et acier bruts	30,261	2.35
Confection hommes	29,969	2.33
Fonte et affinage (métaux non-ferreux)	26,959	2.09
Véhicules moteurs	26,396	2.05

TABLEAU X

RÉGIONS	EMPLOYÉS	% EMPLOI TOTAL
QUÉBEC	27,100	6.3%
ONTARIO	20,218	3.3
ATLANTIQUE	8,850	14.8
COLOMBIE BRITANNIQUE	7,315	7.3
PRAIRIES	601	6.5
CANADA :	64,084	4.97%

TABLEAU XI

INDUSTRIES	TOTAL \$ MILLIONS	\$ PAR EMPLOYÉ
Pâtes et papiers	\$307	\$4,800
Avions et pièces	183	4,550
Fer et acier bruts	148	4,900
Scieries	143	3,000
Fonte et appinage (métaux non-ferreux)	131	4,850
Véhicules-moteurs	130	4,900
Impression, édition	128	4,170
Pains et autres produits	107	3,000
Abattoirs, salaisons	103	4,000
Appareils et fournitures électriques	101	4,050

TABLEAU XII

RÉGIONS	\$ MILLIONS	% RÉMUNÉRATION TOTALE
QUÉBEC	\$126	8.7%
ONTARIO	98	4.1
ATLANTIQUE	41	22.8
COLOMBIE BRITANNIQUE	39	9.6
PRAIRIES	3	
CANADA :	\$307	6.4%

ron 50% de la valeur marchande des expéditions de la fabrique.

4 — Nombre d'employés

L'industrie des pâtes et papiers est celle qui emploie le plus de personnes au Canada. Le Tableau IX indique, pour 1958, la répartition des employés dans les dix industries canadiennes qui emploient le plus de personnes.

Les 64,084 employés de l'industrie des pâtes et papiers comprenaient : 11,594 employés de bureau et d'administration et 52,490 au service de la production.

Le chiffre de 64,084 personnes représente près de 5.0% de l'emploi dans toutes les industries au Canada.

Si le nombre absolu d'employés dans l'industrie des pâtes et papiers est le plus élevé au Québec, d'autre part, il est plus élevé dans les provinces de l'Atlantique par rapport à l'emploi dans l'ensemble des industries.

Le Tableau X indique, pour l'année 1958, le nombre d'employés dans l'industrie des pâtes et papiers, dans chacune des diverses régions du pays.

5 — Salaires et gages payés

Le total des salaires et gages payés dans l'industrie des pâtes et papiers est de beaucoup le plus élevé de celui de n'importe quelle industrie au Canada. Le Tableau XI donne le total des salaires payés dans les dix premières industries au Canada et le salaire moyen par employé.

Nous trouvons que la rémunération annuelle moyenne dans l'industrie de la pulpe et du papier se compare favorablement avec celle payée par les industries des produits du fer et de l'acier, de la fonte et de l'affinage des métaux non-ferreux, et de celle des véhicules-moteurs.

Les salaires et gages payés par l'industrie des pâtes et papiers dans les diverses régions du pays, en 1958, sont indiqués au Tableau XII.

TABLEAU XIII		
PRODUITS	\$ MILLIONS	% TOTAL
Papier-journal	\$722	65.6%
Pâtes	311	28.2
Autres papiers	35	3.2
Bois à pâte	32	3.0

TABLEAU XIV		
PRODUITS	\$ MILLIONS	% EXPORTATIONS CANADIENNES
Papier-journal	\$722	14.3%
Blé	442	8.8
Bois d'oeuvre	324	6.4
Uranium	312	6.2
Pâte de bois	311	6.2
Aluminium	233	4.6
Nickel	227	4.5
Autres produits: animal et végétal	176	3.5
Cuivre	166	3.3
Minerai de fer	159	3.2

TABLEAU XV			
GROUPES	MILLIONS DE KWH	KWH PAR \$ DE PRODUIT	c PAR KWH ACHETÉ
Pâtes et papiers	16,240	8.70	0.40
Métaux non-ferreux	15,013	8.93	0.25
Produits chimiques	4,832	4.04	0.42
Fer et acier	3,439	1.18	0.72
Minéraux non-métalliques	2,356	3.92	0.60
Aliments, boissons	1,431	0.35	1.19
Matériel de transport	923	0.41	0.95
Pétrole, charbon	904	0.61	0.70
Textiles	787	1.05	0.88
Produits du bois	762	0.57	1.57
Toutes les industries	48,058	2.17	0.42

C'est au Québec que le total de la rémunération est le plus élevé; il est de près de \$30 millions supérieur à celle de l'Ontario. D'autre part, c'est dans les provinces de l'Atlantique que la rémunération dans l'industrie des pâtes et papiers est la plus élevée par rapport au total des salaires et gages payés. Le chiffre de 22.8% se compare avec 8.7% pour le Québec et 4.1% pour l'Ontario.

Dans l'ensemble du Canada, les employés d'administration et de bureaux gagnent en moyenne \$6,400 par année. D'autre part, les employés à la production gagnent une moyenne de \$4,450. La moyenne de rémunération annuelle pour tous les employés est de \$4,800.

6 — Valeur des exportations

En 1959, la valeur des exportations des produits de l'industrie canadienne des pâtes et papiers s'éleva à quelque \$1,100 millions, répartie comme il est indiqué au Tableau XIII.

A elle seule, la valeur des exportations de papier-journal s'éleva à plus de 14% de la valeur totale des exportations de produits canadiens, dépassant de beaucoup la valeur d'exportation de tout autre produit. C'est ce qu'indique le Tableau XIV.

Nous en déduisons que durant 1959, la valeur des exportations de papier-journal fut de 63% plus élevée que la valeur des exportations de blé, 224% plus importante que les exportations d'aluminium et de ses produits et 350% plus élevée que les exportations de minerai de fer. En fait, la valeur des exportations de papier-journal fut aussi considérable que la valeur combinée des exportations d'uranium, d'aluminium et de minerai de fer.

7 — Électricité requise

L'industrie des pâtes et papiers est celle qui emploie le plus d'électricité au Canada. D'après le Bureau fédéral de la Statistique,

la consommation d'électricité des dix groupes d'industries consommant le plus d'électricité en 1959 est indiquée au Tableau XV.

Les 16.3 milliards de kWh employés dans l'industrie des produits du papier, se comparent avec 15.0 milliards dans l'industrie des produits de métaux non-ferreux, 4.8 dans la production chimique, 3.4 dans les produits non-métalliques.

Il est intéressant de noter que, dans l'ensemble de l'industrie canadienne, seulement 2.17 kWh sont requis par dollar de la valeur marchande des expéditions de fabriques et que le coût moyen de l'électricité achetée par l'industrie est en général de 0.42 cent.

C — INDUSTRIE DU PAPIER-JOURNAL

1 — Capacité

L'Amérique du Nord occupe un rang primordial pour ses fabriques de papier-journal. Les 10,000,000 tonnes de capacité qu'on y trouve en 1960, représentent 62% des 16,200,000 tonnes de capacité installées de par le monde libre. En comparaison, la capacité totale des fabriques des pays du monde communiste n'est que de 1,300,000 tonnes, soit 13%.

L'installation de 4,725,000 tonnes de capacité en Europe représente 29.2% du total; les 1,071,000 tonnes en Asie 6.6%; et les quelque 100,000 tonnes respectivement en Amérique du Sud et en Océanie, 2.2% du total.

Avec ses fabriques d'une capacité de production annuelle de 7.6 millions de tonnes, le Canada est d'emblée au premier rang de tous les pays producteurs de papier-journal au monde. En comparaison, la capacité des fabriques des États-Unis n'est que de 2.4 millions de tonnes, de la Grande Bretagne et du Japon chacun environ 1.0 million de tonnes, de la Finlande 900,000 tonnes, de la Suède, 732,000 tonnes et de la France 525,000 tonnes.

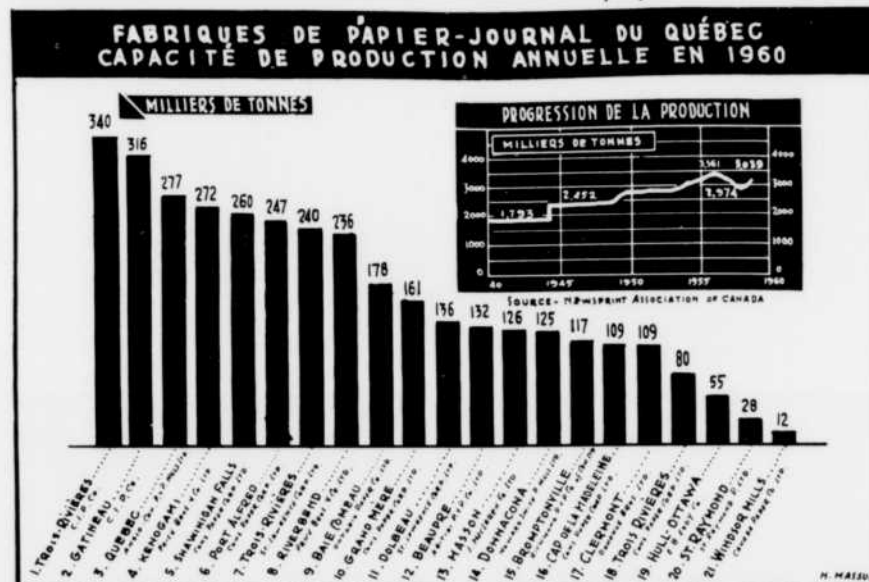
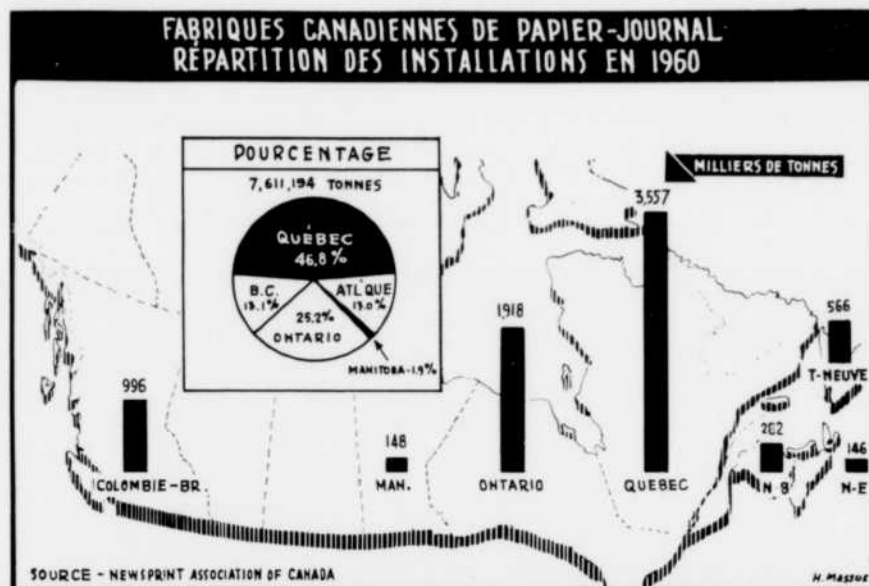
Au Canada, la capacité de production des fabriques de papier-journal est particulièrement concentrée dans la province de Québec, (Fig. 2). Les 3.6 millions de tonnes de capacité qu'on y trouve représente 46.8% de la capacité totale du pays et 22% de la capacité totale du monde libre. L'Ontario n'en possède que 1.9 million de tonnes (25.2%), la Colombie Britannique et les provinces de l'Atlantique, chacune environ 1.0 million de tonne (26.1%).

La fig. 3 indique la capacité de production annuelle des 21 fabriques de pâtes et papiers du Québec. On y remarque que les deux fabriques de Canadian International Paper Co. à Trois-Rivières et à Gatineau se placent à l'avant avec leurs capacités respectives de 340,000 et 316,000 tonnes par année. Anglo-Canadian Pulp and Paper Co. Ltd., avec son usine de 277,000 tonnes à Québec est au troisième rang. Price Brothers and Co. Ltd. a deux usines d'une capacité totale de 508,000 tonnes et Consolidated Paper Corporation Ltd. en a quatre d'une capacité totale de 857,475 tonnes. En plus de ses fabriques, Quebec North Shore Paper Co. exploite une usine d'une capacité annuelle de 178,000 tonnes à Baie Comeau.

Dix fabriques de pâtes et papiers d'une capacité de 2.2 millions de tonnes fonctionnent dans la région du Bas St-Laurent entre Québec et le détroit de Cabot. En plus des fabriques indiquées à la Fig. 2, il y a l'usine de 323,000 tonnes de Bowater's Pulp and Paper Mills Ltd. à Corner Brook, Nfld., et celle de 282,000 tonnes, de New Brunswick International Paper Co. à Dalhousie, au Nouveau-Brunswick.

2 — Production

Selon "Newsprint Data 1960", revue de la Newsprint Association of Canada, la production de papier-journal dans le monde libre



en 1960 a été de quelque 14.2 millions de tonnes, dont 8.8 millions en Amérique du Nord (61.6%), 4.2 millions en Europe (29.4%), 0.9 million en Asie (6.4%), et seulement 360,000 tonnes (2.6%) conjointement en Amérique du Sud et en Océanie.

De tous les pays du monde, le Canada est de beaucoup le plus grand producteur de papier-journal. Les quelque 6.7 millions de tonnes produites en 1960 sont plus que le triple des 2.0 millions de tonnes produites aux États-Unis. En comparaison, la Grande-Bretagne n'en produit que 837,000 tonnes, le Japon 820,000 tonnes, la Finlande 740,000 tonnes, la France 490,000 tonnes et l'Italie 305,000 tonnes.

D'après le Bureau fédéral de la Statistique, des 6.03 millions de tonnes de papier-journal produites au Canada en 1958, 2.97 millions de tonnes (49.2%) provenaient des usines du Québec, 1.47 million de tonnes (24.4%) de l'Ontario, 0.83 millions de tonnes (13.7%) de la Colombie Britannique et 1.21 million de tonnes des autres provinces.

Le dernier bulletin mensuel de la Newsprint Association of Canada indique une production record de 6,738,611 tonnes au Canada en 1960.

3 — Pays exportateurs

Dans le monde libre, les exportations de papier-journal en 1960 s'élevèrent à environ 8.0 millions

TABLEAU XVI

PAYS	TONNES	LBS	PER CAPITA
			LBS ACC. DEPUIS 1950
ÉTATS-UNIS	7,375,000	83	11
GRANDE-BRETAGNE	1,447,000	55	29
JAPON	815,000	19	15
ALLEMAGNE (OUEST)	595,000	23	13
FRANCE	545,000	24	9
CANADA	490,000	56	4
U.R.S.S.	375,000	4	1
AUSTRALIE	340,000	68	22
ITALIE	303,000	12	8
BRÉSIL	215,000	7	3
SUÈDE	208,000	55	15
ARGENTINE	182,000	17	4

de tonnes auxquelles le Canada contribua 6.3 millions de tonnes soit près de 77%. En comparaison, la Finlande n'en exporta que 660,000; la Suède 442,000; la Norvège 195,000; et les États-Unis 122,000 tonnes.

Alors que dans les derniers dix ans les exportations de papier-journal du Canada s'accrurent de quelque 1,300,000 tonnes, les exportations de la Finlande progressèrent de 280,000; celles de la Suède de 240,000; et celles des États-Unis de 100,000 tonnes.

4 — Pays importateurs

D'après la même source d'information "Newsprint Data 1960", quelque 90 pays du monde libre importent l'ensemble ou une partie de leurs approvisionnements de papier-journal des 20 pays exportateurs du monde libre et des six pays exportateurs du Bloc communiste.

Par ordre d'importance, les principaux pays importateurs de papier sont les suivants : États-Unis, 5.4 millions de tonnes, soit 73% de ses approvisionnements; Grande-Bretagne, 664,000 tonnes (46%); République Allemande, 340,000 tonnes (57%); Australie, 240,000 tonnes (71%); Argentine, 155,000 tonnes (85%); Brésil, 150,000 tonnes (70%) et Danemark, 99,000 tonnes (100%).

Dans la décennie 1950-60, l'importation du papier-journal s'est accrue de quelque 2.0 millions de tonnes auxquelles l'Amérique a contribué 900,000 tonnes; l'Europe

quelque 850,000 tonnes; et les autres continents, l'Afrique, l'Asie et l'Océanie, un total de 250,000 tonnes.

5 — Consommation

Le Tableau XVI indique les plus importants consommateurs de papier-journal à travers le monde en 1960.

La consommation est de beaucoup la plus élevée aux États-Unis où elle correspond à quelque 83 livres per capita. Au total de 1.5 million de tonnes en Grande-Bretagne, la consommation est de 55 lbs per capita. Des 12 pays mentionnés au tableau c'est en U.R.S.S. que la consommation moyenne est la plus basse. D'après les chiffres obtenus de "Newsprint Data 1960", ce serait aussi en Russie que l'accroissement de la consommation du papier-journal per capita depuis 1950 aurait été la plus basse. L'augmentation d'une livre seulement en U.R.S.S. se compare avec 29 lbs en Grande-Bretagne, 22 lbs en Australie, 15 lbs en Suède et au Japon, et 13 lbs en Allemagne de l'Ouest.

CONCLUSIONS

Selon le rapport de la Commission royale d'Enquête sur les Perspectives économiques du Canada, soumis en 1957, la consommation de bois de l'industrie canadienne des pâtes et papiers et l'exportation du bois à pâte s'élèveront en 1980 à quelque 30 millions de cordes de bois. Ce chif-

fre représente environ le double de la récolte de bois en 1959.

Une telle production de bois à pâte nécessitera la coupe annuelle de 150 cordes de bois sur chacun des 200,000 milles carrés de la forêt fournissant actuellement les besoins de l'industrie canadienne des pâtes et papiers. Cela représente quelque 20 pieds cubes de bois par acre par année; chiffre assez élevé lorsqu'on le compare à la croissance annuelle moyenne de 28 p.c. de bois des forêts de la Scandinavie. La moyenne de la croissance annuelle des forêts canadiennes, quoique connue dans certaines régions, n'a pas encore été déterminée scientifiquement dans son ensemble.

Il appert que, pour que l'industrie canadienne des pâtes et papiers puisse trouver ses approvisionnements futurs de bois, il lui faudra :

- 1 — Accroître l'accessibilité des forêts par des chemins de pénétration.
- 2 — Accélérer le reboisement des parties de forêts récemment exploitées.
- 3 — Continuer d'améliorer les méthodes de protection contre les incendies.
- 4 — Poursuivre ses campagnes contre les dégâts causés à la forêt par les insectes et les maladies.
- 5 — Améliorer constamment ses méthodes d'exploitation.
- 6 — Accroître ses travaux de recherche concernant l'exploitation de la forêt, l'utilisation des bois, la nature des marchés, etc.

De plus, il faudra, par des campagnes publicitaires appropriées, convaincre la population de l'importance, non seulement de préserver les forêts mais d'accroître leur productivité.

Dans ce domaine, l'ingénieur aura sans aucun doute sa large part de responsabilité.

LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DE L'HYDROGÈNE

par

ROGER BRAIS⁽¹⁾ et GEORGES GANTCHEFF⁽²⁾

Résumé : Les méthodes industrielles de production de l'hydrogène sont revues d'une manière critique avec un court exposé des bases théoriques suivi d'une description sommaire de l'installation de production. L'article est complété de quelques considérations économiques et d'une liste des principales usines de production d'hydrogène du Canada.

L'hydrogène, le plus léger des éléments, a une importance industrielle assez grande et il est classé aujourd'hui parmi les produits de la grande industrie chimique.

La production commerciale de l'hydrogène a commencé vers la fin du 19^e siècle mais c'est la découverte de la synthèse de l'ammoniac par le procédé Haber-Bosch qui a fait augmenter sa production et qui a amené le développement et la mise au point des procédés de fabrication qui sont maintenant utilisés.

La majorité de l'hydrogène produit sert à la fabrication de l'am-

moniac mais une bonne proportion est utilisée pour l'hydrogénation des huiles comestibles et lubrifiantes, pour la synthèse de l'alcool méthylique ou pour la production, par réduction, de certains métaux.

La production estimée de l'hydrogène pour l'année 1959 a été la suivante :

Production mondiale	4,000,000 tonnes/an
Production des États-Unis	600,000 tonnes/an
Production du Canada	60,000 tonnes/an

Ces chiffres, bien qu'approximatifs, donnent une idée de l'importance industrielle de l'hydrogène et montrent que cet élément n'est pas simplement une curiosité de laboratoire.

Les procédés de fabrication massive de l'hydrogène peuvent être divisés en cinq groupes qui sont les suivants :

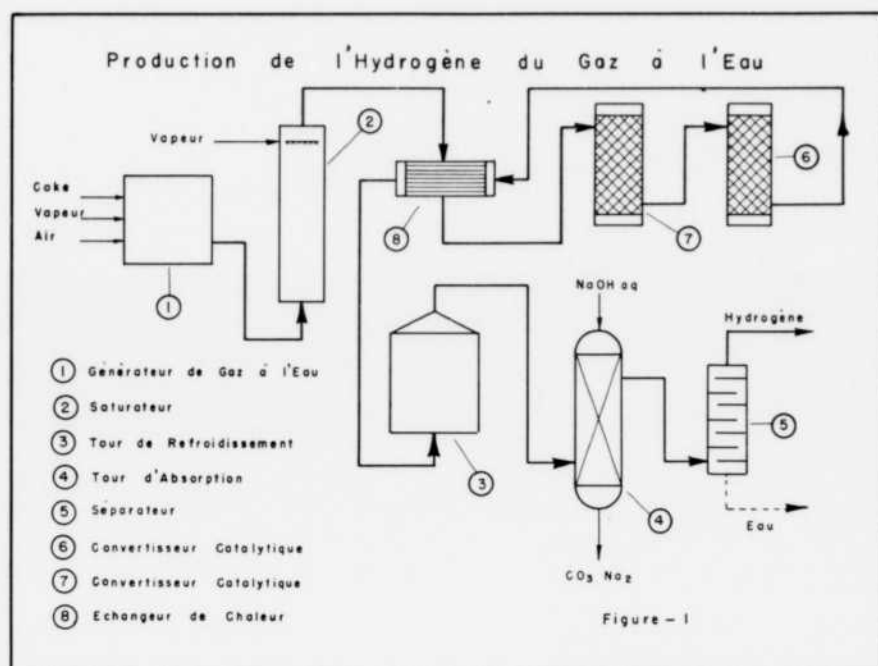
1. Gas à l'eau
2. Fer et vapeur d'eau
3. Electrolyse de l'eau
4. Gas des cokeries et gaz similaires
5. Hydrocarbures.

Les méthodes de préparation démodées ou de laboratoire, comme l'action des acides sur les métaux ou de la dissociation de l'ammoniac, ne sont plus utilisées dans l'industrie et elles ne seront pas décrites. D'autres méthodes, qui pourraient être intéressantes pour l'avenir ou pour des cas spéciaux, seront aussi ignorées.

Les cinq grands procédés de fabrication de l'hydrogène sont utilisés et le choix de l'un plutôt que de l'autre résulte de considérations économiques qui peuvent dépendre, jusqu'à un certain point du marché, de la localité, de la facilité d'obtenir la matière première ou de la proximité de sources d'énergie. Souvent on utilise à la fois deux ou plusieurs de ces procédés pour obtenir la meilleure combinaison économique possible ou pour satisfaire à des facteurs variables de production ou de demande. La supériorité apparente d'un des procédés de production d'hydrogène à cause de sa nouveauté ou de sa nouvelle technique peut avoir un certain attrait mais, encore, c'est le point de vue économique qui devra déterminer le choix final.

(1) Roger Brais, Ph.D., Ing.P., Chef du département de Génie-chimique, Ecole Polytechnique de Montréal.

(2) Georges Gantcheff, M.Sc.A., Ing.P., Assistant-professeur, Département de Génie-chimique, Ecole Polytechnique de Montréal.



I — Procédé du gaz à l'eau et de la vapeur d'eau

La fabrication industrielle de l'hydrogène à partir du gaz à l'eau est considérée comme un procédé classique de production de cet élément. En effet il suffit de rappeler que le procédé original de synthèse de l'ammoniac, ou procédé Haber-Bosch, utilisait de l'hydrogène obtenu d'un générateur de gaz à l'eau converti.

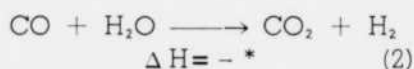
Ce procédé, représenté par le schéma de la fig. 1, peut être résumé ainsi: Du gaz à l'eau est d'abord obtenu par le passage de vapeur d'eau sur du coke incandescent à des températures voisines de 2000°F suivant l'équation chimique (1). Cette réaction est endothermique.



et elle produit un abaissement de température dans le coke. Il faut donc que la production du gaz à l'eau se fasse par cycles, soit une période de production suivie d'une période de régénération ou de chauffage. Le gaz ainsi obtenu a une composition approximative de

Hydrogène	50%
Monoxyde de carbone	40%
Gas carbonique	5%
Azote et méthane	5%

Le gaz à l'eau obtenu de cette première réaction est ensuite mélangé à de la vapeur d'eau dans des proportions variant de 1:3 à 1:4 puis envoyé dans un convertisseur dans lequel le monoxyde de carbone réduit la vapeur d'eau à l'aide d'un catalyseur suivant la réaction



* $\Delta H = -$ indique qu'il y a dégagement de chaleur.

Le catalyseur utilisé est de l'oxyde de fer activé à l'oxyde de chrome et la composition du mélange gazeux produit est de:

Hydrogène	64%
Gas carbonique	31%
Azote et méthane	4%
Monoxyde de carbone	1%

Ce mélange gazeux est refroidi puis traité dans une tour d'absorption pour éliminer le gaz carbonique et les impuretés et produire de l'hydrogène relativement pur. La

purification est obtenue d'après le procédé Girbotol qui consiste à faire un lavage du gaz à la pression atmosphérique à l'aide d'éthanolamines. Ce lavage élimine totalement le gaz carbonique et les traces de composés sulfurés qui se trouvent toujours dans le gaz à l'eau. Après ce traitement, le gaz aurait la composition suivante:

Hydrogène	97.2%
Monoxyde de carbone	1.2%
Azote	1.2%
Méthane	0.3%
Gas carbonique	0.1%

Le traitement par le procédé Girbotol est souvent remplacé par un simple lavage du gaz à l'eau froide mais réalisé sous des pressions variant de 25 à 3000 livres si l'hydrogène doit servir pour la synthèse de l'ammoniac. Dans ce cas, il y a une certaine perte car aux hautes pressions l'hydrogène devient légèrement soluble dans l'eau. Le gaz qui sort de ce lavage contient au moins 90% d'hydrogène mais le reste des impuretés doit être éliminé à l'aide d'un deuxième lavage par des solutions appropriées ou par l'emploi de tamis moléculaires. Dans ce dernier cas la pureté de l'hydrogène qui est obtenu est de l'ordre de 99.8%.

Quand l'hydrogène est fabriqué pour produire de l'ammoniac, il est d'usage de suivre la méthode préconisée par Haber-Bosch dans leur procédé original. Celle-ci consiste à mélanger du gaz pauvre à du gaz à l'eau dans des proportions telles que le mélange final, après oxydation catalytique, contienne des quantités stoechiométriques d'azote et d'hydrogène pour donner de l'ammoniac. La composition des deux gaz et celle du gaz final qui résultera de leurs mélanges serait telle qu'indiquée au Tableau I à peu près la suivante:

TABLEAU I

	Gaz pauvre	Gaz à l'eau	Mélange
CO ₂	14%	6%	8%
Co	10%	42%	32%
H ₂	0%	51%	37%
N ₂	75%	1%	22%
Autres	1%	—	1%

Le mélange de gaz pauvre et de gaz à l'eau est ensuite envoyé dans le convertisseur catalytique avec de la vapeur d'eau pour transformer l'oxyde de carbone en gaz carbonique d'après la réaction déjà expliquée (2). Celui-ci sera ensuite éliminé par absorption suivant le procédé général. D'après la réaction (2), le CO donne une molécule d'H₂ et la composition du mélange final sera de 69% d'hydrogène et de 22% d'azote. L'excès d'hydrogène sera perdu pendant l'absorption et il restera finalement une proportion de 3 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'azote, soit la proportion stoechiométrique des composants de l'ammoniac, NH₃.

Le procédé de fabrication d'hydrogène qui vient d'être décrit a été simplifié en ce sens qu'on a donné simplement la suite des transformations telles que représentées par la fig. 1 sans tenir compte du mécanisme ou de la cinétique des réactions et des effets thermiques relatifs à chaque étape de la production. En réalité chaque étape de la production doit être étudiée pour déterminer les meilleures conditions de rendement tout en tenant compte du coût d'opération pour en arriver finalement à la production maximum pour le coût minimum.

2 — Procédé du fer et de la vapeur d'eau

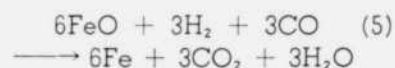
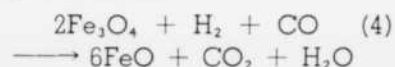
La préparation d'hydrogène à partir de la vapeur d'eau et de fer est une des plus vieilles méthodes de production industrielle de ce gaz, mais aujourd'hui ce procédé est d'importance secondaire. Le premier brevet sur ce procédé date de 1861 mais c'est seulement vers la fin du 19^e siècle qu'on a commencé à l'utiliser à l'échelle commerciale. Le procédé fut graduellement amélioré par la mise au point de divers appareils qui furent brevetés et qu'on utilise encore aujourd'hui.

La production d'hydrogène par ce procédé peut être représentée par l'équation chimique suivante:

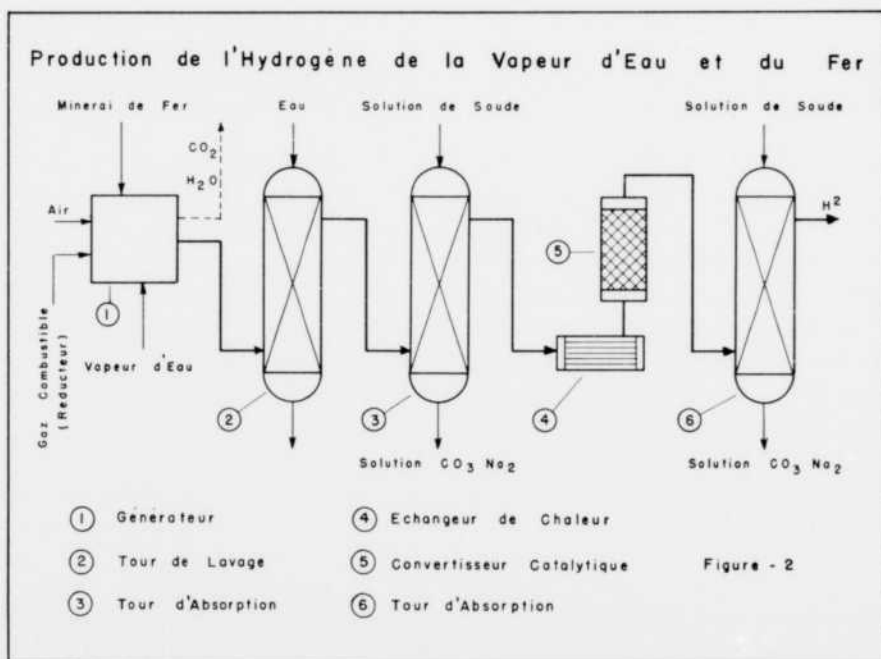
$$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \quad (3)$$

L'hydrogène obtenu est généralement très pur (99%) et pour cette raison on l'utilise surtout pour l'hydrogénation des huiles végétales. Cette méthode n'est pas généralement utilisée pour fournir de l'hydrogène pour la synthèse de l'ammoniac excepté à titre accessoire ou secondaire pour compléter la production principale obtenue par un autre procédé.

La production d'hydrogène donne dans ce cas un résidu d'oxyde de fer et celui-ci doit être réduit pour être ré-utilisé. La réduction est obtenue avec un réducteur à bon marché, soit généralement le gaz à l'eau, et celle-ci se fait d'après les réactions chimiques suivantes :



Les gaz de cette réduction sont simplement éliminés à l'air.



Ce procédé de fabrication d'hydrogène opérera par cycles, une production d'hydrogène suivie d'une régénération de fer. Il demandera en plus un générateur secondaire pour préparer le gaz réducteur à moins que celui-ci soit un sous-produit d'un autre procédé.

Le diagramme d'évolution de la production d'hydrogène à partir du fer et de la vapeur d'eau est donné par la fig. 2. L'appareil principal est constitué par le générateur d'hydrogène qui est un four à réverbère du type Lane, Messerschmitt ou Bamag. Le minerai de fer est d'abord introduit dans le four puis celui-ci est chauffé par la combustion de gaz à l'eau et d'air. Durant ce chauffage il y a réduction du minerai de fer et l'admission des gaz est contrôlée de telle façon que la température s'élève graduellement vers 1500 - 1800°F tout en produisant la réduction du minerai. Cette opération peut durer quelques jours mais, une fois terminée, l'admission d'air et de gaz à l'eau est arrêtée. Le générateur est ensuite purgé, puis de la vapeur d'eau est injectée pour donner une première production d'hydrogène. Celui-ci à ce stage est très impur et il contient généralement du soufre sous forme d'hydrogène sulfuré (SH_2). Cette première production d'hydrogène est généralement évacuée à l'atmosphère ou brûlée puis le générateur est purgé par de l'air pour éliminer le soufre qui reste sous forme de gaz sulfureux.

A ce point le générateur est prêt et les cycles alternatifs d'injection de gaz à l'eau et de vapeur d'eau peuvent commencer avec de courtes périodes de purges entre chaque cycle. La durée de chaque cycle varie de 5 à 20 minutes suivant la conception de l'usine et les périodes des purges intermédiaires ne dépassent jamais 20 secondes. L'hydrogène

qui est produit contient comme impuretés de petites quantités de gaz carbonique, d'hydrogène sulfuré et d'oxyde de carbone. Ces impuretés sont éliminées par un lavage à l'eau dans une première tour d'absorption et ensuite par une solution aqueuse de soude dans une deuxième colonne d'absorption. L'oxyde de carbone est finalement éliminé par oxydation catalytique avec de la vapeur d'eau d'après la réaction chimique (2) suivie d'une absorption dans des solutions aqueuses de soude. Ces traitements nous permettent d'obtenir de l'hydrogène très pur.

Le taux de production par ce procédé est d'environ 1000 pieds cubes par tonne de minerai et la production maximum que peut fournir chaque tonne de minerai est de 3 millions de pieds cubes d'hydrogène. Passée cette quantité, le rendement du générateur devient trop faible par suite d'accumulation d'impuretés et on préfère remplacer le minerai sale par du minerai neuf.

Les quantités respectives de gaz à l'eau et de vapeur d'eau utilisées dans ce procédé ne correspondent pas aux proportions

stoechiométriques des équations chimiques. Ainsi on utilise de 1.5 à 2.0 volume de gaz à l'eau par volume d'hydrogène produit et la proportion de vapeur utilisée est approximativement de trois volumes par volume d'hydrogène.

Ce procédé de fabrication d'hydrogène, comme le procédé basé sur le gaz à l'eau et sur la vapeur d'eau, a été décrit d'une façon simplifiée sans tenir compte de la complexité de certaines réactions chimiques, des conditions d'opération et des pertes thermiques qu'il faut compenser.

3 — Hydrogène par électrolyse

Le procédé d'électrolyse de l'eau pour produire de l'hydrogène est utilisé seulement dans de petites installations ou dans les localités où l'énergie électrique est bon marché. La production de chlore et de soude par l'électrolyse du chlorure de sodium permet d'obtenir de l'hydrogène comme sous-produit et quelquefois les quantités obtenues sont assez importantes.

L'hydrogène électrolytique est obtenu par la décomposition de l'eau par l'intermédiaire d'un électrolyte soluble qui rend la

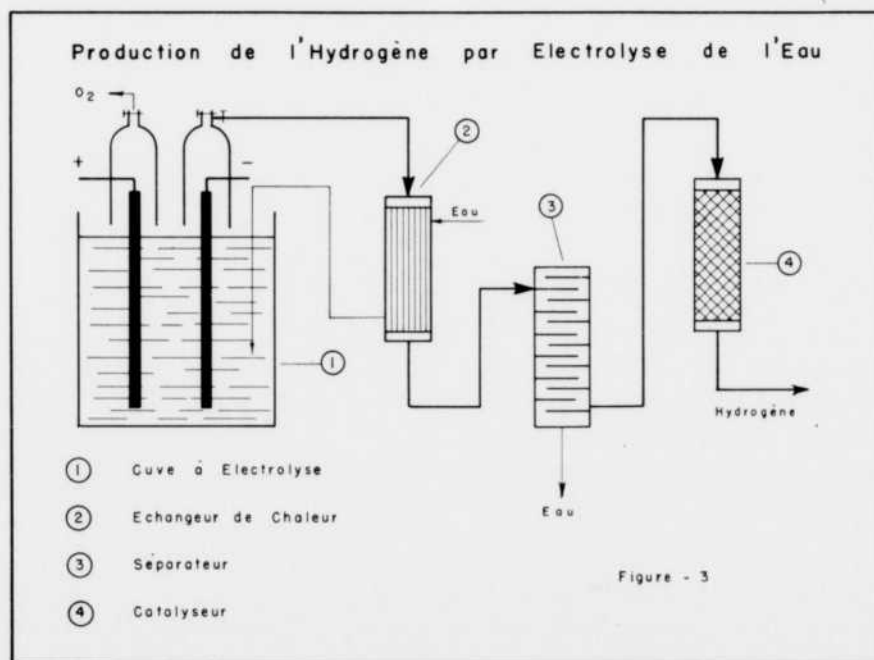
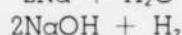
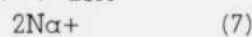
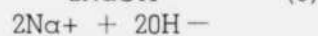


Figure - 3

solution conductrice du courant électrique. Généralement une solution de soude de 15 à 20% ou son équivalent en potasse est utilisée et la décomposition se fait d'après les réactions suivantes :



Ces réactions montrent que la soude est régénérée et qu'en réalité, seulement l'eau est décomposée en ses éléments. Ce procédé permet d'obtenir en même temps que l'hydrogène, de l'oxygène qui peut être récupéré et utilisé.

Un diagramme de production est donné dans la fig. 3. L'installation comprend une cellule d'électrolyse qui contient les électrodes et la solution de soude. Les gaz produits sont chauds et ils sont récupérés séparément; l'hydrogène qui sort à basse pression est d'abord refroidi dans un échangeur thermique, séché, puis débarrassé des traces d'oxygène qu'il contient par passage sur un catalyseur. Ce procédé donne de l'hydrogène très pur.

Les cellules pour l'électrolyse sont de différents genres mais dans tous les cas elles contiennent plusieurs électrodes, qui sont séparées par des diaphragmes, pour pouvoir obtenir la capacité désirée tout en empêchant les gaz de se mélanger entre eux. Les cathodes sont en fer tandis que les anodes sont en nickel ou en fer plaquées de nickel. Il existe plusieurs types de cellules d'électrolyse sur le marché et elles sont connues par leur nom de commerce comme Levine International Oxygen Co., Stuart, Consolidated Mining and Smelting Co., etc.

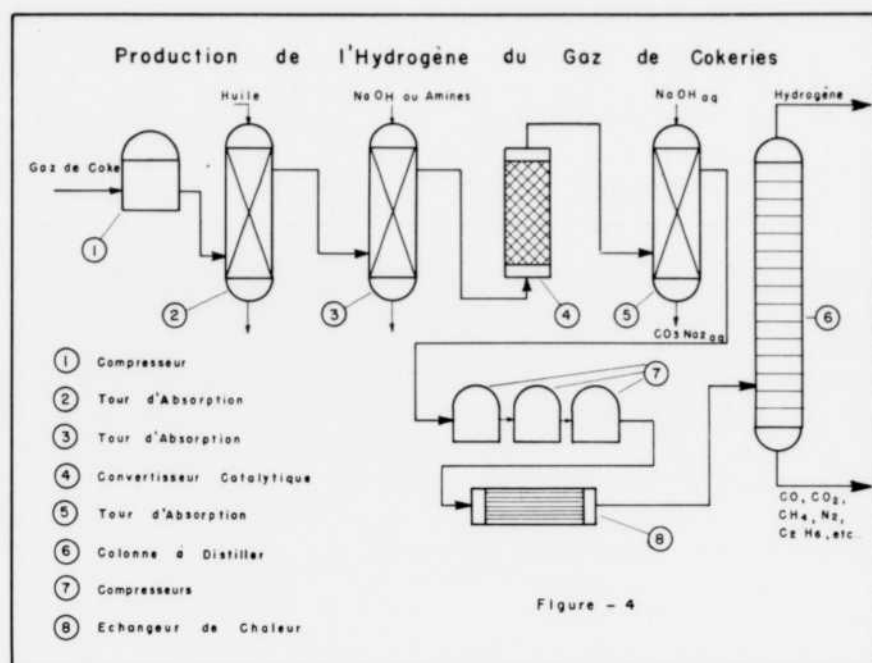


Figure - 4

Le procédé d'électrolyse est extrêmement simple et son rendement est fonction du type de la cellule d'électrolyse, de la nature de l'électrolyte et de la température.

4 — Hydrogène du gaz de coke ou de produits similaires

Le gaz des cokeries, le gaz des raffineries de pétrole et autres gaz de ce genre contiennent des quantités appréciables d'hydrogène qui, dans certains cas, peuvent être récupérées à profit. Les détails du procédé de récupération utilisé peuvent varier suivant la composition du gaz mais le principe reste toujours le même. Le gaz est d'abord débarrassé de ses composés organiques, lavé, traité pour éliminer le gaz carbonique, l'hydrogène sulfuré et l'eau puis il est liquéfié et distillé à basse température.

Il y a quelques années le gaz de coke était assez utilisé comme source d'hydrogène mais il a été graduellement remplacé par les gaz des raffineries de pétrole qui sont produits en quantités de plus en plus grandes.

Le procédé de production d'hydrogène à partir du gaz de coke est représenté schématiquement dans la fig. 4. Ce gaz de composition moyenne de

Hydrogène	50.0%
Méthane	37.5%
Gaz carbonique	2.5%
Oxyde de carbone	8.0%
Azote	2.0%

est d'abord comprimé à 200-300 psig, lavé à l'huile lourde pour éliminer le benzène et les produits semblables qui restent comme impuretés, puis traité par une solution de soude ou d'amines (procédé Girbotol) pour éliminer le gaz carbonique et l'acide sulfhydrique.

A ce moment le procédé peut varier suivant que l'oxyde de carbone contenu sera éliminé avec les hydrocarbures ou transformé catalytiquement en hydrogène et en gaz carbonique d'après le processus donné dans le cas du gaz à l'eau. S'il y a lieu le gaz carbonique est éliminé par une solution de soude, puis le gaz résiduaire est lavé à l'eau, séché et liquéfié d'après le procédé Linde ou Georges Claude.

Le gaz liquéfié est ensuite distillé pour obtenir d'une part de l'hydrogène ayant un degré de pureté d'au moins 97% et un résidu constitué d'azote, de méthane, d'hydrocarbures légers et, suivant le procédé choisi, d'oxyde de carbone.

La liquéfaction des gaz pour leur séparation par distillation est intéressante si elle est alliée à un autre procédé industriel qui opère aussi à basse température ou si un des composants du gaz d'alimentation est recherché.

Les gaz des raffineries de pétrole sont aussi utilisés pour la production d'hydrogène par un processus semblable à celui qui vient d'être décrit. Ces gaz de raffineries peuvent fournir, en plus d'hydrogène, des gaz résiduaires qui ont une valeur marchande appréciable.

5 — Hydrogène à partir des hydrocarbures

Le gaz naturel et tous les autres gaz qui contiennent des hydrocarbures peuvent être utilisés comme matière première pour la préparation de l'hydrogène. Cette méthode de production est devenue la plus importante de toutes celles qui ont été données et maintenant presque toutes les nouvelles usines qui sont construites sont conçues de façon à utiliser le gaz naturel pour produire l'hydrogène. Aujourd'hui, aux États-Unis, 90% de l'hydrogène qui est produit utilise ce nouveau procédé et même dans certains cas, des usines fonctionnant au gaz à l'eau ont été transformées pour utiliser le gaz naturel.

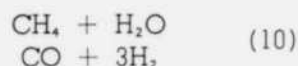
Le gaz naturel ou les hydrocarbures sont utilisés avec des procédés différents pour produire l'hydrogène.

- a) Procédé à la vapeur d'eau
- b) Procédé Texaco ou oxydation partielle
- c) Décomposition thermique du méthane

a) Procédé à la vapeur d'eau

Le premier procédé utilise du gaz naturel ou des hydrocarbures légers (méthane, éthane, propane et butane) seulement, tandis que le second peut utiliser, en plus du gaz naturel, des huiles dérivées du pétrole et du charbon même si ceux-ci contiennent des dérivés sulfurés.

Le procédé à la vapeur d'eau (steam reforming), est basé sur la réaction chimique suivante réalisée avec catalyseur

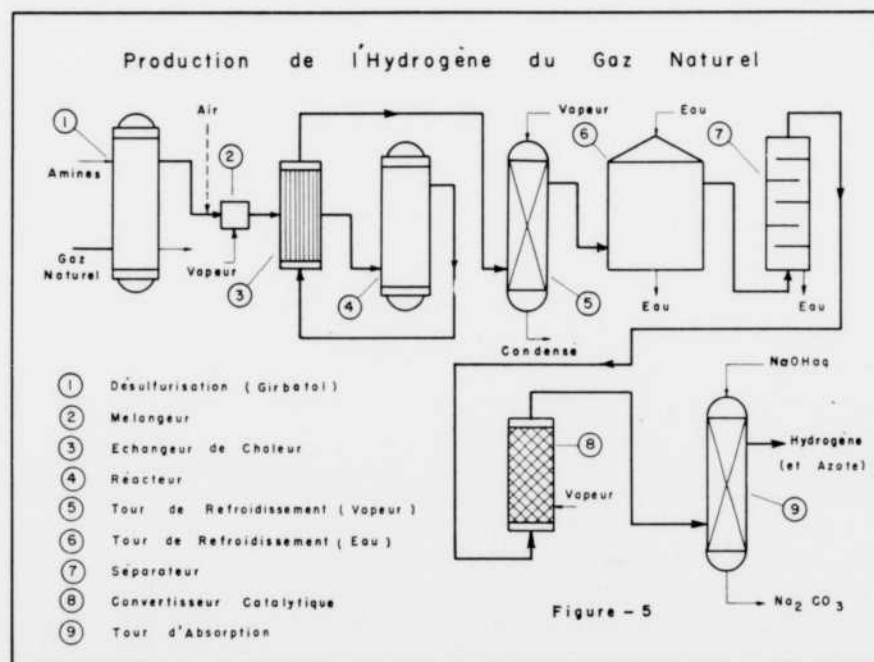


Les hydrocarbures supérieurs qui peuvent être contenus dans le gaz d'alimentation sont progressivement décomposés en méthane et l'hydrogène serait produit d'après la réaction chimique (10).

La suite des opérations de ce procédé, représentée schématiquement dans la fig. 5, peut se résumer ainsi: Le gaz naturel constitué surtout d'hydrocarbures légers est passé dans une tour d'absorption pour éliminer les composés sulfurés à l'aide d'une solution d'amines (procédé Girbotol) puis dans une chambre de mélange dans laquelle on envoie

de la vapeur d'eau en quantité requise pour avoir la réaction (10). Le mélange, hydrocarbures-vapeur d'eau, passe dans un échangeur thermique pour être chauffé puis il est envoyé dans le convertisseur qui contient un catalyseur à base de nickel dans lequel la réaction qui donne l'hydrogène et l'oxyde de carbone a lieu. Cette réaction est endothermique et il faut munir le convertisseur de brûleurs pour compenser la chaleur prise par la réaction. Si l'hydrogène produit doit servir à fabriquer de l'ammoniac, l'air est introduit dans le circuit avant l'échangeur thermique de façon à obtenir à la fin du procédé un mélange d'hydrogène et d'azote dans les proportions stoechiométriques pour donner de l'ammoniac. L'oxygène de l'air utilisera une quantité équivalente d'hydrocarbures pour produire du CO et du CO₂ et fournir de la chaleur.

Les gaz qui sortent du réacteur sont très chauds (1800°F) et ils doivent être d'abord refroidis à 700°F par un échangeur thermique, puis ensuite, refroidis de nouveau par de la vapeur d'eau et finalement par de l'eau froide. Le



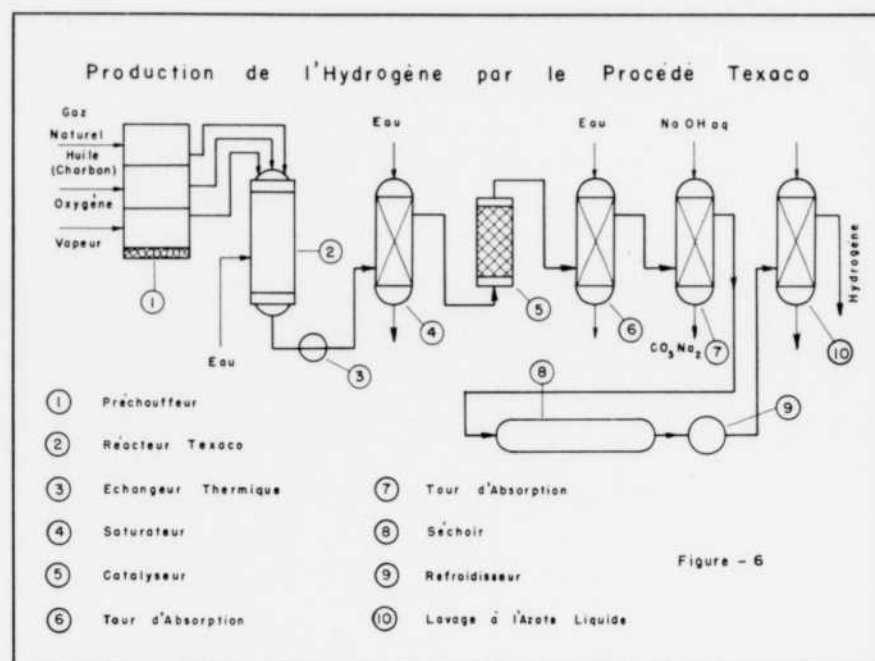
gaz est enfin débarrassé de l'eau entraînée puis soumis à l'oxydation catalytique pour transformer le CO en CO₂ par un procédé analogue à celui déjà décrit dans le cas du gaz à l'eau (réaction 2). Le gaz est finalement débarrassé du CO₂ par un traitement à la soude et on obtient de l'hydrogène et d'azote si de l'air a été introduit à l'entrée du convertisseur. Normalement ce procédé donne de l'hydrogène assez pur (98%) avec environ 2% de méthane.

Ce procédé qui était populaire il y a quelques années, est presque totalement remplacé par le procédé "Texaco".

b) Procédé Texaco

Le procédé Texaco ou d'oxydation partielle pour produire de l'hydrogène est relativement récent mais il a été très rapidement adopté et aujourd'hui il est employé dans 37 usines situées dans 15 pays différents. Ce procédé peut utiliser comme matière première plusieurs produits différents comme des hydrocarbures légers, des huiles même s'ils contiennent des dérivés sulfurés et du charbon.

Le procédé Texaco, au lieu de se servir de la réaction endothermique entre le méthane (hydrocarbure) et l'eau, est basé sur une oxydation contrôlée des hydrocarbures pour produire, par une réaction globale exothermique avec la vapeur d'eau et l'oxygène, de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone. Le schéma d'opération de ce procédé est représenté à la fig. 6. La matière première, le gaz naturel ou l'huile, ainsi que l'oxygène et la vapeur d'eau sont d'abord préchauffés séparément puis envoyés dans le réacteur Texaco où le mélange d'hydrocarbures et d'oxygène est enflammé, provoquant presque simultanément la réaction avec la vapeur d'eau, pour produire l'hydrogène et l'oxyde de carbone.



La réaction est réalisée à des pressions assez élevées (environ 400 psig) et à des températures de plus de 2000°F. Le réacteur Texaco doit être muni d'appareils de contrôle appropriés car autrement la température peut atteindre jusqu'à 5000°F en certains points et causer des dommages sérieux.

Les produits de la réaction sont ensuite refroidis par lavage à l'eau ce qui permet en même temps de récupérer une partie de la chaleur et d'éliminer le carbone qui aurait été formé. Si la matière première contenait des dérivés sulfurés il faudrait installer, après cette première tour de lavage et de refroidissement, une colonne d'absorption pour éliminer ceux-ci. Le mélange de gaz refroidi et purifié passe ensuite dans le convertisseur catalytique pour transformer le CO en CO₂ à l'aide de vapeur d'eau. Le gaz carbonique formé est ensuite éliminé par lavages successifs à l'eau et à la soude pour donner un hydrogène assez pur.

Dans ce procédé, surtout si on utilise des huiles, il peut rester un peu de méthane mélangé à l'hydrogène et celui-ci est éliminé

par un lavage à l'aide d'azote liquide en ayant au préalable séché et refroidi le gaz. Ce dernier traitement demande un générateur accessoire de liquéfaction de l'air mais celui-ci est nécessaire pour fournir de l'oxygène au procédé et préparer d'autre part de l'azote pour la fabrication d'ammoniac.

Ce procédé Texaco ou d'oxydation partielle a été décrit d'une façon simplifiée sans tenir compte des facteurs qui peuvent influencer son opération ou son rendement. Par exemple, la composition de l'alimentation peut faire varier la proportion de la vapeur d'eau et de l'oxygène qui sont nécessaires pour la réaction d'oxydation partielle dans le réacteur Texaco et d'autre part influencer les conditions de la réaction.

c) Décomposition thermique du méthane

Le troisième procédé qui est donné dans cette série, produit de l'hydrogène par la décomposition thermique du méthane d'après l'équation chimique

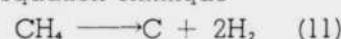


TABLEAU II

PRODUCTION D'HYDROGÈNE AU CANADA			
USINE	PROCÉDÉ	Capacité tn d'H ₂ par année	Années d'opé- ration
Canadian Industries Ltd. Millhaven, Ont.	Texaco — huile de chauffage	12,000	3
Brockville Chemicals Maitland, Ont.	Texaco — gaz natu- rel (en construction)	12,000	0
Cons. Mining & Smelting Trail, B.C.	Electrolyse — gaz naturel et vapeur d'eau	16,000	30
Cons. Mining & Smelting Calgary, Alta.	Gaz naturel et va- peur d'eau	20,000	20
Cyanamid Corp. Niagara Falls, Ont.	Gaz naturel et va- peur d'eau	13,000	20
Cyanamid Corp. Hamilton, Ont.	Gaz de coke	20,000	3
Sheritt Gordon Mines Ltd. Fort Saskatchewan, Alta.	Gaz naturel et va- peur d'eau	10,000	7
Dow Chemicals Ltd. Sarnia, Ont.	Gaz de raffineries et électrolyse	6,500	7
North West Nitro Chemicals Medicine Hat, Alta.	Gaz naturel et va- peur d'eau	5,500	5
	Capacité totale par année :	115,000	

Cette réaction pourrait servir à produire de l'hydrogène mais à date on l'a surtout utilisée pour obtenir du carbone (noir de carbone) pour l'industrie des peintures, du caoutchouc, etc... L'hydrogène dans ce cas est considéré comme sous-produit mais il peut être récupéré et constituer une autre source industrielle de ce gaz.

La production de l'hydrogène, comme il a été déjà mentionné, fait partie de la grande industrie chimique et les usines de production seront presque toujours de

grosses installations, assez complexes, demandant une mise de fonds assez forte. Dans ces conditions il est assez difficile d'évaluer le coût de l'hydrogène car celui-ci dépend de plusieurs facteurs. Ainsi, le coût de construction d'une usine, de la main-d'oeuvre pour le fonctionnement, des matières premières etc. sont tous susceptibles de varier non seulement dans le temps mais aussi d'un endroit à un autre. Ce coût dépend aussi de la capacité de l'usine qui est fonction du marché, de la qualité de la matière première utilisée et du degré de

pureté de l'hydrogène produit. Par conséquent il serait futile d'essayer d'estimer un coût réel de production car il n'aura de validité que pour un endroit donné et pendant une période de temps limitée.

Les principaux producteurs d'hydrogène au Canada sont donnés dans le Tableau II. Il existe d'autres producteurs mais ils sont d'importance très secondaire soit parce que leur production est faible soit parce que l'hydrogène est considéré comme un sous-produit.

La capacité totale de production d'hydrogène au Canada, prévue pour les années 1961, 1962, sera de 115,000 tonnes par an soit le double de la consommation rapportée pour 1959. Il y a lieu ici de spécifier que les capacités rapportées sont des valeurs maximales et que les usines ne marchent pas toujours à pleine capacité. Trois des usines mentionnées dans le Tableau II sont récentes et il y a lieu de croire qu'elles ont été construites pour une demande prévue, ce qui veut dire que la consommation d'hydrogène au Canada augmentera.

La fabrication industrielle de l'hydrogène est bien différente de celle de laboratoire et elle est une illustration typique des réalisations de l'industrie chimique. Divers procédés sont utilisés, chacun avec ses avantages et ses inconvénients, mais ils montrent un développement graduel par l'amélioration de la technique employée et par une meilleure adaptabilité à diverses sources de matières premières.

LA GÉOLOGIE DES ALPES

par le Dr ALEC BAER,

Boursier post-doctorat du Conseil National des Recherches
à l'École Polytechnique

Avant-propos

Cet article est extrait d'un cours élémentaire de géologie des Alpes donné au département de Génie Géologique durant le semestre d'hiver 1960-1961. Les exigences de l'impression ont limité le présent travail à quelques extraits portant sur certains secteurs-types des Alpes suisses. A de très rares exceptions près, toutes les explications et hypothèses émises ici sont "classiques" depuis longtemps. Le désir de ne pas compliquer encore une description suffisamment dense, de même que l'inaccessibilité de la littérature spécialisée expliquent l'apparente méconnaissance des recherches récentes, l'inexistence de références bibliographiques et la rareté de l'illustration.

Généralités

Les Alpes représentent un phénomène absolument unique dans la géologie, non pas tant par leur formation, il y a d'autres chaînes tertiaires analogues, à commencer par les Rocheuses, pas non plus par leur ampleur ou par le volume de roche mis en mouvement, mais par le fait des géologues eux-mêmes qui, depuis plus de 150 ans, se sont acharnés à les décrire, à les étudier et à les débrouiller. Dès ses débuts, la science géologique (qui est bien jeune encore) a été appliquée aux Alpes. Actuellement, l'exploration est loin d'en être terminée, mais les résultats acquis à ce jour per-

mettent de se faire une bonne idée de l'ensemble. Les détails ne sont pas tous au point, mais le plan général est bien connu. A la fin du siècle dernier déjà, en 1887, toutes les Alpes suisses étaient cartographiées à l'échelle du 1/100,000^e (1"/1 1/2 m.). Actuellement, dans de très nombreux secteurs, les relevés se font au 1/10,000^e (1"/800') et aucune carte (à l'exception de cartes spéciales ou de compilation) ne se lève à une échelle inférieure au 1/25,000^e (1"/2000'). On voit donc que l'étude en a été très poussée. Les raisons en sont nombreuses. Ce sont, par exemple, l'étonnement des hommes devant de si hautes montagnes, ou aussi le découpage profond de nombreuses vallées qui offrent des coupes naturelles de plus de 4,000 pieds de haut et dans lesquelles on voit les replis des couches. Dès 1880, l'attrait touristique et sportif vient encore s'y ajouter. D'autres raisons, finalement, sont la présence d'une école géologique très importante à Zürich, puis d'autres à Lausanne et à Berne, écoles dont les élèves ont contribué à débrouiller la masse de ces montagnes.

Bref, aujourd'hui, notre conception générale des Alpes est fixée et c'est là, à mon avis, la raison la plus importante d'en parler. Toutes les chaînes de montagnes du monde, tous les orogènes ont certains points communs. Je ne dis pas qu'ils sont forcément identiques, mais ils possèdent des points de comparaison. Que ce

soient les vieilles chaînes des boucliers (canadien ou scandinave, par exemple), que ce soient les grandes chaînes du Primaire (les Appalaches, les Calédonides d'Europe septentrionale et les Hercynides d'Europe centrale et occidentale), que ce soient, enfin, les structures encore si jeunes du Tertiaire (Alpes, Rocheuses, Himalayas), toutes ont des rapports les unes avec les autres. Il serait absurde de croire qu'une chaîne s'étudie pour elle-même et seulement pour elle-même. Il est évident qu'un problème qui paraît insoluble, par exemple, dans une chaîne archéenne, peut avoir été résolu dans une chaîne plus jeune. Si l'on connaît la solution appliquée là-bas, on peut essayer de l'utiliser ici, souvent avec succès. Or, les Alpes sont là pour ça. C'est un modèle dont il s'agit de s'inspirer, qu'il ne saurait être question de copier servilement, mais qui peut rendre d'immenses services.

Il existe d'ailleurs des précédents. Il y a, par exemple, le cas de Wegmann appliquant au bouclier scandinave (particulièrement en Finlande) les méthodes alpines, aux environs des années 1930. Le succès qu'il a eu sera confirmé par toute l'école scandinave de géologie, et les méthodes employées par celle-ci sont directement dérivées de celles utilisées dans les Alpes. Ce qui s'applique au bouclier scandinave pourrait vraisemblablement aussi s'appliquer au bouclier canadien.

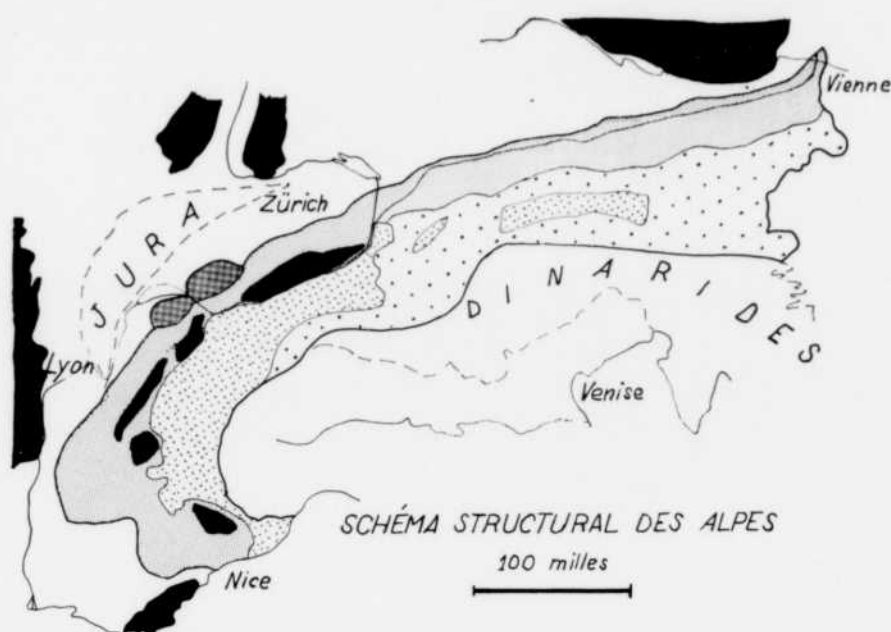


Fig. 1 — Schéma structural des Alpes. En pointillé large, les nappes austro-alpines; en pointillé serré, les nappes penniques; en gris clair, les nappes helvétiques et les chaînes sub-alpines françaises; en gris sombre, les Alpes calcaires septentrionales; en gris très sombre, les Préalpes; en noir, les massifs hercyniens. D'après R. Staub.

La découverte géologique

Pour l'instant, revenons aux Alpes et à l'histoire de leur découverte géologique. Le premier à s'y intéresser fut un célèbre savant de la Genève du XVIII^e siècle, Horace Bénédict de Saussure. Son titre de gloire le plus connu est d'avoir été le premier à escalader le sommet du Mont Blanc (la plus haute sommité d'Europe, près de 14,500 pieds), mais c'était également un savant, un naturaliste au sens du XVIII^e siècle, dont l'ascension si célèbre s'est accompagnée d'une série de mesures barométriques, botaniques et géologiques, entièrement nouvelles pour l'époque. Ces résultats sont consignés dans les trois gros volumes des "Voyages dans les Alpes", publiés à Genève en 1796. Le ton de cet ouvrage détonne curieusement dans le langage scientifique d'aujourd'hui. Les roches sont appelées des pierres. Toutes les roches métamorphiques : gneiss, schistes cristallins et granites, y sont groupées sous le vocable de "pierres primitives" (dans l'idée que c'étaient les plus anciennes du globe), mais les qua-

lités d'observation sont remarquables. Les descriptions sont si minutieuses que, malgré le langage employé, le lecteur moderne sait très facilement reconnaître de quoi il s'agit. Cette expédition au Mont Blanc, et plusieurs autres qui suivirent dans toute la région avoisinante, marquent le début des recherches géologiques dans les Alpes.

Dès la première moitié du XIX^e siècle, Arnold Escher de la Linth, à Zurich, et Bernard Studer, à Berne, amorcent un examen systématique des Alpes suisses et, en 1835 déjà, publient une carte géologique du pays. La deuxième moitié du siècle voit les Alpes attirer toujours plus de chercheurs et les noms d'Albert Heim, Hans Schardt, Maurice Lugeon, en Suisse, Pierre Termier, Marcel Bertrand, Emile Haug, Charles et Pierre Lory, en France, marquent les étapes du progrès où Schardt, le premier, propose la théorie si féconde des nappes de charriage. Appliquée d'abord aux Préalpes, puis aux Alpes helvétiques, enfin, dès 1902, par Emile Argand, aux nappes penniques, cette théorie

est à l'origine de l'explication des Alpes dans leur ensemble. Une autre date encore, 1922, parution du deuxième volume de la "Geologie der Schweiz", par Albert Heim, traité qui représente l'état de nos connaissances à cette époque, et qui, dans ses grandes lignes, est toujours parfaitement valable. L'histoire plus récente de la géologie des Alpes est trop fraîche encore pour qu'on s'y arrête ici.

Genèse

Avant de pousser plus loin l'examen de la chaîne alpine, il convient d'abord de la placer dans le temps et dans l'espace. Dans le temps, c'est vite fait. Le paroxysme du soulèvement alpin est tertiaire, plus exactement oligocène (on sait que le Tertiaire se divise de bas en haut en Paléocène, Eocène, Oligocène, Miocène et Pliocène, l'Oligocène se situant il y a environ cinquante millions d'années). Dans l'espace, suivant le sens plus ou moins large qu'on donne au mot Alpes, elles s'étendent plus ou moins loin. Si l'on entend par plissements alpins tous les orogènes à peu près contemporains du Tertiaire inférieur et moyen, on groupera alors, d'ouest en est, les Pyrénées, les Alpes s.s., les Dinarides, les chaînes balkaniques, puis le Caucase et les Himalayas, bref, toute la ceinture de la Méditerranée mésozoïque.

Par contre, les Alpes proprement dites, celles dont il va être question ici, sont une chaîne arquée qui va de Nice, en France, à Vienne, en Autriche, sur une longueur d'environ 600 milles et avec une largeur maximum, dans le tronçon occidental, d'environ 120 milles (Fig. 1). Les points les plus élevés se rencontrent dans la partie centrale et avoisinent 14,500 pieds. On a dit que les Alpes suisses étaient le château d'eau de l'Europe et c'est assez vrai, car la plupart des grands fleuves européens y ont leur source. Ce sont : le Rhône, qui forme à peu

près (très à peu près) la limite sud-ouest des Alpes et qui va se jeter dans la Méditerranée; le Rhin, qui part droit au nord pour s'incurver ensuite à l'ouest et se jeter dans la mer du Nord, en Hollande; l'Inn, affluent principal du Danube qui, lui-même, naît au pied immédiat des Alpes et les coupe à Vienne; de Vienne, il se dirige à l'est, en arrosant la Hongrie, et se jette finalement dans la Mer Noire. Enfin, au sud, le Pô prend sa source dans les Alpes françaises et draine tout le versant alpin méridional par plusieurs affluents torrentueux, la Doire Baltée, le Ticino et l'Adda. Le Pô se jette dans l'Adriatique, à Venise.

Politiquement parlant, les Alpes se répartissent sur quatre pays: la France, l'Italie, la Suisse et l'Autriche. En superficie, c'est l'Italie qui en compte la plus grande partie, mais, du point de vue de l'intérêt géologique, c'est le versant nord (franco-suisse) qui est le plus important.

Si nous cherchons à placer les grandes unités géographiques alpines, nous nous apercevons que c'est relativement facile. Comme il s'agit d'une chaîne assez jeune, la morphologie et la structure correspondent assez bien l'une avec l'autre. Le versant ouest et nord-ouest des Alpes est occupé tout entier par ce qu'on appelle la dépression molassique périalpine. C'est un bassin très étroit, plus jeune que le soulèvement de la chaîne (Tertiaire moyen), et qui, à l'est, disparaît en bordure du massif cristallin plus ancien de Bohême. Il est rempli de sédiments provenant de l'usure et de l'érosion des Alpes. Au versant sud, la plaine du Pô est une espèce de symétrique à la dépression molassique. C'est un bassin de subsidence à sédiments jeunes.

À l'est, la chaîne alpine disparaît brusquement. Elle plonge fortement sous les sédiments récents de la plaine hongroise. Au sud-

Helvétides Préalpes Pennides

Austra-alpin



Fig. 2 — Schéma du géosynclinal alpin au Crétacé supérieur (d'après De Sitter). P. Permien; T. Trias; J.-Cr., Jurassique et Crétacé. Le faciès flysch est en pointillé; le faciès des schistes lustrés n'existe que sous le flysch du secteur pennique.

est, par contre, la limite est plus difficile à voir. Il y a en effet juxtaposition de deux chaînes importantes, les Alpes et les Dinarides. Ces dernières forment le versant oriental de l'Adriatique et s'étendent, par la Yougoslavie et l'Albanie, jusqu'en Grèce. À leur extrémité nord, elles s'appuient sur le bord alpin, le long d'une ligne est-nord-est allant d'Ivréa, dans la plaine du Pô, au cours de la Drave, à son débouché dans la plaine hongroise. Ces deux chaînes, Alpes et Dinarides, ne diffèrent pas seulement par leur direction, mais aussi bien par leur sédimentation, et leur distinction ne procède pas d'une fantaisie de géologues, mais provient au contraire d'une profonde dissemblance de formation.

Constitution géologique

Maintenant que les grandes unités périalpines sont en place, voyons plus en détail de quoi se compose la chaîne elle-même. Avant d'en distinguer les unités, il importe de rappeler un fait très important. La chaîne alpine, bien que formée dans un géosynclinal selon la schéma classique de Dana, a repris, dans son plissement, des morceaux du tréfonds hercynien. La chaîne hercynienne, d'âge approximativement carbonifère, est très importante en Europe, et ses débris visibles (massif central français, massif armoricain, bloc Vosges-Forêt-Noire, massif bohémien) affleurent encore en de nombreux endroits, à l'extérieur des Alpes. Ils n'y ont plus subi de déformations importantes, depuis le Carbonifère et ils ont été recouverts en discordance par les

sédiments mésozoïques et tertiaires.

Par contre, les segments de cette chaîne qui occupaient l'emplacement actuel des Alpes ont eu à souffrir une nouvelle déformation, au Tertiaire, lors du plissement alpin. Ils ont été repris et, suivant la position qu'ils occupent, ils ont été brisés ou remétamorphisés et font maintenant partie intégrante des Alpes. Ces dernières comprennent, par conséquent, deux sortes de matériel: des roches plus anciennes, déformées deux fois et qui, après la première déformation hercynienne, étaient déjà, dans certains cas, des gneiss, des granites et des schistes cristallins très métamorphiques, et un autre groupe de roches plus jeunes, déformées une fois seulement et déposées durant la fin du Primaire, tout le Secondaire et le début du Tertiaire. Cette dualité est très importante, dans l'étude de la déformation, car il est bien évident qu'un granite et un calcaire ou une argile, placés dans les mêmes conditions, réagiront différemment. C'est une des raisons de la complexité de la chaîne alpine.

Indépendamment de notions d'âge tectonique relatif, et pour bien préciser les choses, on doit distinguer l'âge stratigraphique de l'âge du plissement. Stratigraphiquement, les couches les plus anciennes que l'on ait daté des fossiles remontent à l'Ordovicien. On a, dans les Alpes autrichiennes méridionales, des schistes et des calcaires qui ont plus ou moins échappé aux métamorphismes alpin et hercynien et qui ont permis cette détermination. L'âge des ro-

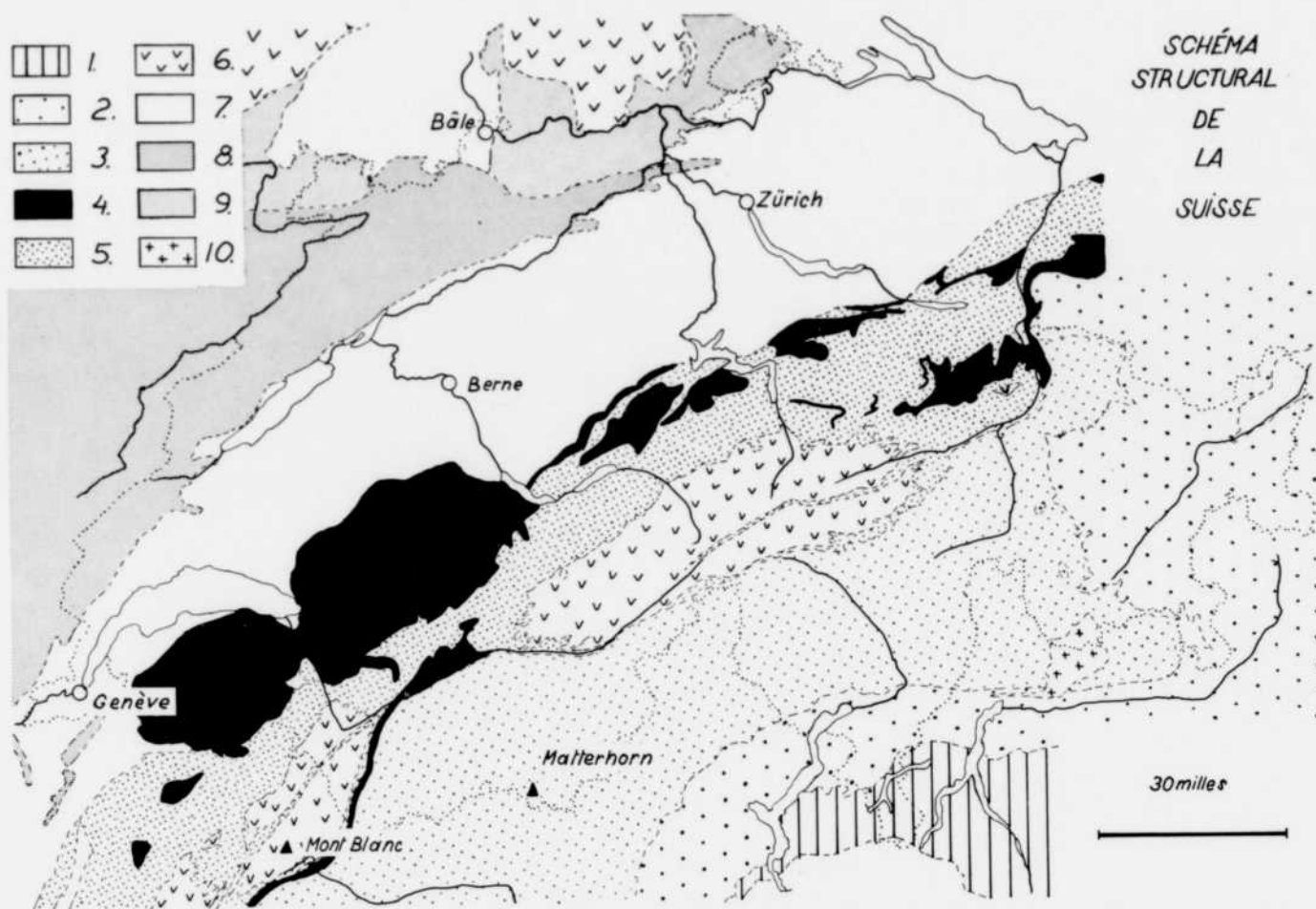


Fig. 3 — Carte géologique schématique de la Suisse (d'après Arbenz). 1 — Dinarides. 2 — Nappes austro-alpines au sens large. 3 — Nappes penniques. 4 — Nappes préalpines (y compris les nappes ultrahelvétiques). 5 — Nappes helvétiques et Autochtone. 6 — Massifs hercyniens. 7 — Bassins tertiaires. 8 — Jura plissé. 9 — Jura tabulaire. 10 — Eruptif post-alpin (Bergell).

ches les plus anciennes est totalement inconnu en raison même de ces métamorphismes, et, si certains auteurs parlent volontiers du Jotien des Alpes (donc du Précambrien jeune), dans l'état actuel de nos connaissances, c'est une hypothèse toute gratuite.

La formation des Alpes est analogue à celle de toute autre chaîne géosynclinale. Comme le type original a été pris sur ce continent (par Dana, dans les Appalaches), je suppose que le schéma en est bien connu et je ne reviendrai pas sur le mécanisme de son évolution. Je n'entrerais pas, non plus, dans les questions de géologie "universelle" ou cosmique, ni dans tout ce qui relève des hypothèses et de l'imagination sur les grandes forces qui poussent les continents les uns sur les autres, sur le ser-

rage de l'Afrique contre l'Europe dont seraient résultées les Alpes, etc.

Il est assez difficile de présenter une image du géosynclinal alpin avant son plissement, car la position originelle de certaines unités n'est pas encore absolument certaine. En se confinant aux généralités, on peut pourtant reconstituer une coupe transversale approximative où on reconnaît trois grands domaines qui sont, du nord-est au sud-est, le domaine helvétique, le domaine pennique et le domaine austro-alpin. La limite sud-est du géosynclinal n'est pas très précise et le passage de l'Austro-alpin aux Dinarides proprement dites est délicat à préciser. L'importance de ces trois domaines alpins varie suivant la transversale sur laquelle on les

observe. Si on examine une carte, on s'aperçoit qu'il s'agit maintenant de trois festons qui se relaient au bord actuel des Alpes. (Fig. 1 et 2)

La zone helvétique (issue du domaine géosynclinal du même nom) constitue le bord alpin dans tout le secteur français et suisse. Elle s'effile jusqu'à n'être plus qu'un mince liséré frontal dans le secteur autrichien. Elle connaît son maximum de largeur dans le secteur suisse, où elle atteint 35 milles. (Fig. 3 et 4)

La zone pennique lui succède, par l'intérieur de l'arc alpin, et s'y appuie, mais sans vraiment la recouvrir. Cette zone est beaucoup plus importante et sa largeur visible est également la plus grande en Suisse qui est, pour cette rai-



PROFIL À TRAVERS LES ALPES SUISSES

Fig. 4

son, un terrain d'étude de la chaîne par excellence. Elle y a environ 45 milles de large. A l'est, approximativement sur le cours du Rhin supérieur, les nappes penniques s'enfoncent et disparaissent sous le troisième grand feston, le feston austro-alpin, qui, comme son nom l'indique, forme la majeure partie des Alpes autrichiennes. Sur la transversale de Graz, ce feston a peut-être 110 milles de large. Il est beaucoup plus large que les deux autres, et sa structure est aussi plus difficile à débrouiller.

Dans les Alpes autrichiennes, deux fenêtres⁽¹⁾ importantes permettent de voir les nappes penniques qui sont enfouies dessous. La plus petite et la plus occidentale est dite fenêtre de Basse Engadine. Elle mesure une trentaine de milles de long et moins de 10 milles de large. Elle est due à l'érosion profonde du cours de la rivière Inn. L'autre fenêtre, beaucoup plus importante, est celle des Hohe Tauern (ou plus simplement, fenêtre des Tauern). Elle a une centaine de milles de long sur environ 20 milles de large et comporte de nombreux sommets très élevés des Alpes autrichiennes. Ce n'est pas l'érosion d'une rivière, mais une importante culmination axiale, qui a permis aux nappes penniques de réapparaître à travers les nappes austro-alpines⁽²⁾.

Avant d'examiner séparément et plus en détail chacun de ces fes-

tons, il faut mettre en place la masse des Préalpes. Etymologiquement, c'est facile; elles sont devant les Alpes. Géographiquement, c'est bien le cas; c'est une masse de roches diverses, occupant le bord alpin dans la partie occidentale du secteur suisse, sur environ 25 milles de long et 12 à 18 milles de large. Géologiquement, les choses se compliquent.

Par leur faciès et par les conditions de leur technique, elles se distinguent nettement des nappes helvétiques sur lesquelles elles reposent. Les problèmes que posent leur sédimentation et leur stratigraphie sont très complexes et n'ont fait de grands progrès que depuis une vingtaine d'années. Dans l'état actuel de nos connaissances, elles représentaient, dans le géosynclinal alpin primitif, un segment intermédiaire entre le domaine helvétique et le domaine pennique. Comme elles sont actuellement entièrement coupées de leurs racines, seules des considérations de faciès permettent de tenter des raccords.

Ainsi donc, une coupe idéale du géosynclinal montrerait, du nord-ouest au sud-est, le domaine des Helvétides ou nappes helvétiques, celui des nappes préalpines, celui des Pennides et, enfin, celui des nappes austro-alpines ou Autrides. Si je parle de coupe idéale, c'est parce que la disposition en festons empêche de trouver, actuellement, une seule transversale sur laquelle toutes ces unités soient assemblées. Si l'on voulait superposer à cette subdivision la nomenclature nord-américaine des géosynclinaux, on pourrait dire que l'avant-pays est le craton, les Helvétides sont le miogéosynclinal

et les Pennides, la zone eugéosynclinale. Dans la pratique, cette classification n'est jamais appliquée, car les choses sont trop complexes pour pouvoir superposer un tel schéma sans de nombreuses modifications.

Au Tertiaire, la déformation s'est propagée du sud au nord, ou du sud-est au nord-est, comme s'il s'agissait d'une masse méridionale mobile venant buter contre un môle septentrional immobile. Les nappes austro-alpines et penniques ont été plissées les premières et déplacées vers le nord, où elles ont tout d'abord écrasé le domaine préalpin en y formant des nappes, qu'elles ont chassées sur le domaine helvétique à son tour en voie de plissement, de telle sorte que, quand les nappes helvétiques supérieures ont avancé au nord et au nord-ouest, elles portaient sur leur dos la masse des Préalpes, en équilibre instable. La fin du paroxysme alpin a été marquée, dans la zone helvétique, par un soulèvement de vieux blocs cristallins hercyniens, restés jusque-là cachés dans la profondeur. Ce soulèvement a provoqué la dégringolade des Préalpes vers le nord, vers l'extérieur de l'arc alpin dont elles forment maintenant le front. Si l'on schématise grossièrement, on a donc :

- 1) plissement et déversement vers l'avant (nord ou nord-ouest) des unités internes penniques et austro-alpines;
- 2) plissement des Préalpes qui sont bousculées sur le domaine helvétique;
- 3) plissement des Helvétides qui, avec les Préalpes sur le dos, se déplacent au nord et nord-ouest;

(1) fenêtre: ouverture, due souvent à l'érosion, qui, à travers une nappe, permet de voir son substratum.

(2) Cette fenêtre est très discutée et son existence n'est pas admise par tous les géologues.

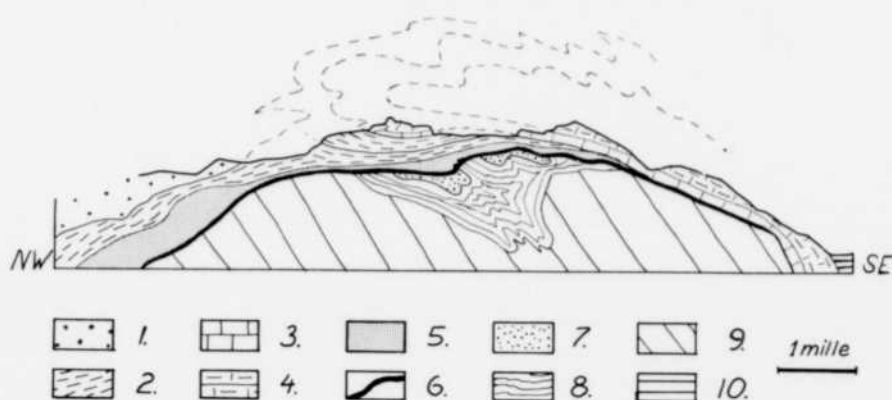


Fig. 5 — Coupe transversale de la nappe de Morcles (d'après Lugeon). 1 — Nappes préalpines. 2 — Flysch. 3 — Crétacé inférieur. 4 — Jurassique supérieur. 5 — Jurassique et Crétacé autochtones. 6 — Trias. 7 — Permien. 8 — Carbonifère. 9 — Cristallin. 10 — Nappe du Wildhorn.

4) réajustements en profondeur qui font monter de vieux massifs cristallins hercyniens sous les nappes helvétiques; ce mouvement provoque un basculement des nappes helvétiques vers l'extérieur et le glissement des Préalpes jusqu'au front alpin.

La réalité est malheureusement loin d'être aussi schématique que cela. Tous ces stades de déformation se suivent et se superposent en partie, donnant une déformation continue, d'intensité variable dans le temps et dans l'espace.

Les nappes helvétiques

Elles ne constituent, en volume, qu'une mince frange, au bord alpin, mais l'absence de métamorphisme de leurs sédiments a permis d'y débrouiller une stratigraphie très fine et, par conséquent, de suivre le moindre lit avec beaucoup de précision. Aussi, la structure de toutes ces unités a-t-elle été étudiée dans les moindres détails. Par ailleurs, c'est un secteur helvétique qui a servi à une des premières démonstrations de la disposition en nappes et, historiquement parlant, l'helvétique a donc aussi beaucoup d'importance.

Les nappes helvétiques sont, en première approximation, au nombre de trois, qui sont superposées, actuellement, dans l'ordre nor-

mal, c'est-à-dire que l'unité supérieure est celle venue de la région la plus méridionale. Dans la plupart des régions, la nappe 3, étant la plus haute, a pu le plus facilement glisser vers le bas et vers l'avant, suivie, à un moindre degré, par la nappe 2. Nous avons donc aujourd'hui, et presque partout, successivement du nord au sud, les nappes 3, 2 et 1, dans l'ordre exactement inverse de leur dépôt.

Nous allons voir très rapidement la stratigraphie de ces trois unités avant de nous attarder plus longtemps à leur structure, infiniment plus complexe. Nous garderons, pour l'instant, cette subdivision en trois, malgré son caractère schématique, car elle nous simplifiera la tâche. On se rappelle que, dans l'ensemble du géosynclinal

alpin, les dépôts helvétiques correspondent à l'extrême bord Nord de la fosse, passant au Nord à une zone épicontinentale cratonique et, au Sud, au pays des nappes préalpines, puis penniques. Par conséquent, la profondeur marine va aller croissant du Nord au Sud, du pays helvétique au pays pennique. Dans la zone helvétique elle-même, on va retrouver cet approfondissement et les faciès rencontrés vont en apporter la preuve. Dans son ensemble, donc, une unité plus méridionale présentera des faciès plus profonds qu'une unité située plus au nord.

La stratigraphie de détail des nappes helvétiques est compliquée par plusieurs faits. Le premier, c'est que les limites de faciès, qui sont donc approximativement des limites de profondeur, ne sont pas parallèles aux limites tectoniques des nappes. Cela revient à dire qu'un faciès qui, par exemple, à l'Est, est représenté dans la partie arrière du flanc supérieur d'une nappe peut parfaitement passer à l'Ouest, dans le flanc inférieur de l'unité immédiatement sus-jacente.

Une autre difficulté est créée par les transgressions, régressions et émergences durant la sédimentation. Tous les problèmes habituels dans une région non plissée, la question de savoir si un faciès

TABLEAU I

Tableau stratigraphique du Mésozoïque		
Crétacé	Supérieur	Sénonien
	Moyen	Gault
	Inférieur	Néocomien
Jurassique	Supérieur	Malm
	Moyen	Dogger
	Inférieur	Lias
Trias	Supérieur	Keuper
	Moyen	Muschelkalk
	Inférieur	Buntsandstein

à partout le même âge ou s'il est transgressif, par exemple; celle de supputer si une lacune sédimentaire est due à une absence de dépôt ou à une érosion plus récente, bref, tout ce qui fait la vie du stratigraphe se retrouve ici, infiniment compliqué par l'empilement en nappes. On ne peut pas aborder un problème sans toucher à la structure. Il n'est pas question d'étudier systématiquement chaque étage; nous allons simplement les passer en revue, pour nous attarder un peu plus sur le Crétacé.

Le Trias est gréseux à la base, puis dolomitique et finalement schisteux.

Le Lias est absent dans une bonne partie de la nappe 1 ou, en tout cas, très lacuneux. Vers le sud, il augmente rapidement d'épaisseur, sans que le faciès s'éloigne beaucoup du type néritico-clastique (grès, calcaires sableux, brèches, etc.).

Le Dogger débute par une grande transgression de schistes argileux micacés, très monotones, dont l'épaisseur va croissant du Nord-Ouest au Sud-Est (de quelques dizaines de pieds, jusqu'à 1,800 pieds). La suite de l'étage est calcaire, avec un dépôt d'oolithe ferrugineuse caractéristique.

L'arrivée du Malm correspond à une transgression généralisée et les dépôts sont de grandes masses calcaires, plus ou moins marneuses, sans grande variété. Il faut noter, que, contrairement à tous les autres étages, l'épaisseur des dépôts croît ici du Sud au Nord, passant de 300 pieds au Sud, à 2,400 pieds au Nord. Il y a probablement là une sorte de grand mouvement de bascule du sous-bassement.

Sautons le Crétacé auquel nous allons revenir tout à l'heure. Il est suivi du Tertiaire, où on distingue, du Nord au Sud, cinq faciès qui sont, tout au Nord, dans l'actuelle nappe 1, un faciès continental et, dans la même nappe, un faciès saumâtre, puis,

plus au Sud, un faciès franchement marin à marnes micacées et, finalement, deux flysch différents qui proviennent de l'amorce du plissement des nappes helvétiques elles-mêmes.

Le Crétacé inférieur et moyen offre d'excellents exemples de variation de faciès, transversalement au bassin. On a toujours (comme dans presque tout l'Helvétique, lorsque le cas se présente) un faciès néritique au Nord ou au Nord-Ouest, qui passe au Sud ou au Sud-Est à un faciès bathyal. Comme ce passage, au Crétacé, se fait dans un milieu essentiellement calcaire, on a, en définitive, trois faciès types.

Le premier est celui dit urgônien. C'est un faciès calcaire néritique pur, fait de calcaires clairs, zoogènes, parfois oolithiques. C'est un dépôt en eau claire, agitée, près des rivages.

Le deuxième est celui des calcaires bathyaux, c'est-à-dire des calcaires déposés à plus grande profondeur, souvent un peu bitumineux, donc dans une eau mal aérée et, par cela même, plus sombres.

Le troisième est celui des marnes qui sont, elles aussi, de grande profondeur et équivalentes des calcaires bathyaux, mais avec une moins grande richesse en carbonate de calcium. Ce faciès-là sert parfois aussi de transition entre le faciès néritique typique et le faciès bathyal typique.

Ainsi, à chaque étage du Crétacé inférieur, correspondent deux, parfois trois faciès différents que l'on rencontre toujours dans le même ordre, quand on se déplace du Nord au Sud. Dans le Néocomien, par exemple, on peut dresser un petit tableau des faciès. (Tableau II).

Voilà donc pour les sédiments des nappes helvétiques, qui sont essentiellement des marnes et des calcaires, dont l'épaisseur croît du Nord au Sud. Avant de passer à l'étude plus strictement structurale, il faut mettre encore ici à part les niveaux suivants:

- 1) les cargneules et dolomies du Trias;
- 2) les schistes argileux micacés du Dogger inférieur;
- 3) les marnes du Crétacé inférieur;
- 4) le flysch helvétique et surtout ses niveaux schisteux.

Ces quatre niveaux, et singulièrement les trois derniers ont une importance capitale dans la mise en place des nappes helvétiques. Ils représentent, en effet, tous, des surfaces de décollement virtuelles, c'est-à-dire des surfaces sur lesquelles peuvent glisser d'énormes masses rocheuses. Nous aurons l'occasion de voir plusieurs exemples de tels mouvements.

Avant de nous attarder à la stratigraphie, nous avons parlé de trois nappes helvétiques. C'est maintenant le moment d'y revenir. Tout d'abord, une question

TABLEAU II

	NNO néritique	Intermédiaire	SSE bathyal
Hauterivien supérieur	Brèche échinodermique	Calcaire silicieux	Marnes
Hauterivien inférieur	—	Calcaire silicieux	Marnes siliceuses
Valanginien supérieur	Brèche échinodermique calcaire	—	Calcaire (bathyal)
Valanginien inférieur	Calcaire	Marnes	Marnes

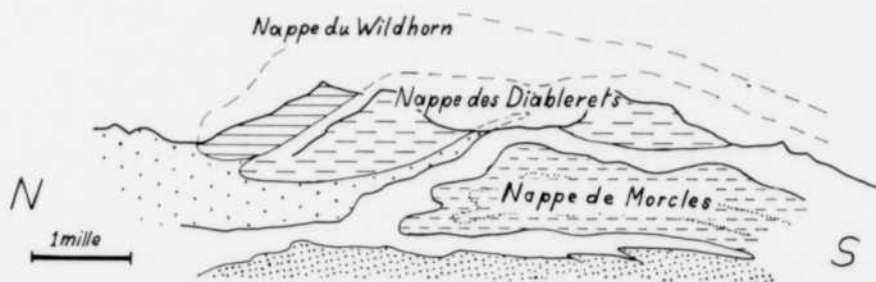


Fig. 6 — Les trois nappes helvétiques de Suisse occidentale (d'après Lugeon). En pointillé large, éléments préalpins; en pointillé serré, l'Autochtone; en blanc, le Tertiaire.

apparemment stupide : une nappe est un pli couché exagéré et il est enfantin de se la représenter en coupe, mais vue en plan, latéralement, comment se poursuit-elle et comment finit-elle ? On prend souvent l'habitude de ne plus envisager que la coupe verticale et on finit par oublier qu'il s'agit d'un volume et non d'un plan. C'est une déformation tout à fait analogue à celle qui consiste à croire comme à un axiome que toutes les failles sont nécessairement rectilignes et verticales. Pour en rester aux nappes, on peut envisager plusieurs mécanismes. Quand on voit disparaître une nappe, c'est généralement par une diminution progressive de l'ampleur du charriage. On passe d'un pli couché de plusieurs milles à un pli simplement déversé qui finit par disparaître entièrement. Souvent, il s'agit d'un relai, c'est-à-dire qu'une autre unité, ou deux autres prennent alors naissance, à mesure que la première diminue, la valeur totale de raccourcissement restant ainsi la même. Enfin, le cas malheureusement le plus fréquent, est celui d'une nappe qui échappe soudain à l'observation. À la suite, le plus souvent, d'une inflexion axiale, elle s'enfonce sous la surface du sol, ou, au contraire, elle a été entièrement victime de l'érosion et n'apparaît plus.

Il serait vain de croire que sur tout le front alpin, ou même seulement sur les 120 milles du secteur suisse, chaque nappe se poursuit régulièrement comme un pli cylindrique. C'est ainsi que

suivant la transversale choisie, on a une, deux, ou trois nappes, sans compter tous les festons, digitations et autres replis mineurs.

Si nous examinons une carte géologique des nappes helvétiques, nous voyons qu'à part un feston bordier, elles sont coupées, sur plusieurs milles, par le soulèvement du massif hernycien cristallin de l'Aar. Par conséquent, les successions reconnues, à l'Est et à l'Ouest de ce massif, ne peuvent être raccordées que par interpolation. Sur tout le parcours actuel du massif, nous ignorons toujours quelle était la prolongation réelle de chaque nappe et comment elles se raccordaient les unes aux autres.

Commençons, par la Suisse occidentale. (Fig. 5) Nous avons là, dans la vallée transversale du Rhône, une coupe naturelle d'environ 6,000 pieds qu'il vaut la peine d'examiner. On y voit, à la base, le bâti hernycien, l'ancien craton de géosynclinal. Il est recouvert de sédiments mésozoïques, épicontinentaux, qui en sont la couverture normale et très peu dérangée. Par-dessus cet ensemble, nous trouvons alors un grand pli couché, déversé au Nord; c'est la **nappe de Morcles**.

C'est la première et la plus basse des nappes helvétiques. On la voit, dans son ensemble, depuis sa racine très redressée et écrasée dans la vallée du Rhône jusqu'à son front qui flotte sur le flysch, du versant Nord. Le flanc supérieur a été entièrement enlevé par l'érosion, dans la coupe même du Rhône, mais on le

retrouve plus loin, grâce au plongement axial. Nous avons donc là une "nappe modèle". Son flanc renversé passe à la couverture normale du vieux cristallin dans la région des racines, et nous avons, sur une même coupe verticale (et dans le cas idéal), trois fois les mêmes sédiments : une première fois, sur le socle en position normale, une deuxième fois, en position renversée, et une troisième fois, en position normale.

Dans un tel cas, il est facile de calculer exactement le déplacement subi par chaque point, lors du plissement, et, en quelque sorte, de dérouler la nappe par la pensée. Il est évident que la série normale inférieure n'a pratiquement pas été dérangée lors de la déformation; elle est **autochtone**. Les séries autochtones, ou plus simplement l'autochtone, se voient en de nombreux points et, en particulier, sur le pourtour des massifs hernyciens (eux aussi sont autochtones, évidemment).

Dans le cas de la nappe de Morcles, on voit exactement comment l'ancien craton (autochtone actuel) passait au géosynclinal (nappe de Morcles). Il s'agit bien là de la nappe anciennement la plus septentrionale. Sur celle-ci, et en se déplaçant légèrement à l'Est, dans la direction axiale, on voit la suite du bâti helvétique actuel, grâce au plongement axial.

C'est tout d'abord une nouvelle unité, la **nappe des Diablerets**. Elle n'a pas l'importance de la première, mais forme quand même une nappe bien distincte qui, en particulier, possède son flysch propre, flysch assez spécial, très riche en débris volcaniques. Là aussi, on peut suivre la nappe depuis son front jusqu'à sa racine qui se rattache, elle, à celle de la nappe de Morcles.

Sur cette unité repose, à son tour, une nappe très importante, c'est la **nappe du Wildhorn**. Elle s'étend beaucoup plus loin que les deux précédentes et les recou-

vre entièrement sur une partie de leur parcours. Cette troisième unité est formée des mêmes terrains que les précédentes, aux différences de faciès et d'épaisseur près que nous avons déjà mentionnées. Les racines de la nappe ne sont visibles que dans une petite région car, ailleurs, elles disparaissent sous des unités encore supérieures. Chacune de ces trois nappes possède son flysch et c'est en bonne partie grâce à eux qu'elles gardent leur individualité. Elles sont en quelque sorte emballées dans ces roches tendres, prêtes à glisser et à s'écraser, et qui jouent un rôle considérable comme lubrifiant.

Dans cette coupe synthétique de Suisse romande (ou occidentale), nous avons donc les trois nappes dont nous avons déjà parlé: le No 1, c'est Morcles; le No 2, c'est Diablerets; le No 3, c'est Wildhorn. (Fig. 6) Quand on se déplace vers l'Est, les choses se compliquent sérieusement. Si on se réfère au schéma vu maintenant, les principaux changements sont les suivants.

La nappe de Morcles, après une inflexion axiale sous celle du Wildhorn, réapparaît, puis disparaît tout à fait, à l'extrémité occidentale du massif de l'Aar qui en constitue la racine. A l'autre extrémité du massif, elle n'a, à première vue, aucun équivalent. La nappe des Diablerets (qui, dès le départ, a moins d'ampleur) suit le mouvement général et plonge sous celle du Wildhorn. Quand elle en ressort, à l'Est, ce n'est plus qu'une très mince bande sédimentaire, partiellement coupée de ses racines et qui disparaît très vite. Elle non plus n'a pas d'équivalent structural à l'autre extrémité du massif de l'Aar.

La nappe du Wildhorn, par contre, prend un développement toujours plus considérable dans cette même direction. Elle est coupée de ses racines qui, fort probablement, étaient au flanc Sud du massif de l'Aar et sur

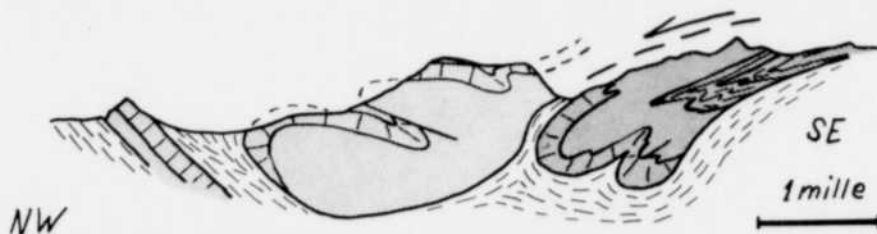


Fig. 7 — Mise en place par gravité de la nappe du Wildhorn (d'après Arbenz et Alb. Hein). En gris clair, au NW, l'écaille du Saentis; au centre, la nappe du Drusberg; en gris sombre, la nappe de l'Axen; le flysch sépare ces diverses unités.

toute la longueur du front helvétique (en Suisse) on peut la suivre pas à pas. C'est elle qui forme les célèbres paysages entourant le lac de Thun et celui des Quatre-Cantons et c'est encore elle qui constitue la masse du Saentis, cette célèbre montagne calcaire de Suisse orientale. Par son volume autant que par la surface qu'elle occupe, elle représente donc une unité beaucoup plus importante que les deux premières.

Ceci explique qu'en Suisse orientale surtout, on appelle "nappe helvétique" la seule nappe du Wildhorn, réservant à l'ensemble de festons pris en dessous le terme de **parautochtone**, c'est-à-dire autochtone faiblement déplacé mais pas assez pour former de vraies nappes. Les géologues s'en sont donné à cœur joie pour tenter, entre ce parautochtone et les nappes de Morcles et des Diablerets, tous les parallèles possibles. Nous ne nous y attarderons pas, mais nous noterons, en passant, l'existence des **nappes glaronnaises** qui sont de vraies nappes, prises sous celle du Wildhorn. Elles se distinguent par de très importants conglomerats permien qui manquent plus à l'Ouest et l'on pense que leur apparition provient d'un élargissement sensible de la zone des racines. Autrement dit, la distance (transversalement aux futurs plis) par laquelle les nappes se sont amorcées a été ici sensiblement plus grande. Plus à l'Est encore, approximativement sur le cours supérieur du Rhin, l'ensemble des nappes helvétiques plonge fortement à l'Est et dis-

paraît sous les unités penniques et austro-alpines, à l'exception d'une mince frange qui suit le front alpin.

La nappe de Wildhorn offre, en Suisse centrale, d'intéressantes particularités structurales. La plus importante, c'est d'être faite de deux "digitations" nettement individualisées. Or l'étonnant, c'est qu'il ne s'agit nullement de deux plis qui évolueraient latéralement, à partir d'un pli "nourricier" unique. Dans l'énorme épaisseur de sédiments que représente la nappe du Wildhorn (plusieurs milles) existe, avec beaucoup de continuité, un de ces niveaux lubrifiants mentionnés tout à l'heure; c'est le Valanginien marneux donc la base du Crétacé.

À la fin du plissement alpin, quand les unités étaient presque en place, les massifs hercyniens ont commencé à se soulever. Ils ont déséquilibré tout l'édifice et il s'est produit un formidable décollement à la surface de ce Crétacé inférieur. Alors que le Jurassique restait en arrière, le Crétacé, et le Tertiaire avec lui, glissaient vers l'aval (donc le Nord) et venaient, en grandes écailles, s'écraser au bord alpin, de sorte que les deux "sous-nappes" sont en réalité les deux moitiés de la même, mais situées maintenant l'une derrière l'autre. Le mouvement ne s'est, bien sûr, pas fait sans casse et, en glissant, la série crétacée et tertiaire s'est plissée, brisée et emballée dans des masses de flysch (un autre lubrifiant). Elle est finalement venue prendre place au front alpin, sous forme de petits festons. (Fig. 7).

COUP D'OEIL

SUR L'INDUSTRIE ET SUR LA TECHNOLOGIE

Un film canadien remporte les honneurs au Festival américain de 1961

Un film fixe sur l'URANIUM, préparé par l'Office national du film, a décroché le premier prix de sa catégorie, soit celle des procédés industriels et techniques, au Festival américain.

Ce film présente tout autant d'intérêt pour l'homme de science que pour le profane. Il décrit les propriétés de l'uranium et indique, à l'aide de schémas et de photos, comment et où l'uranium est repéré, extrait du sol, traité et utilisé comme combustible des réacteurs pour produire de l'énergie.

Il décrit les propriétés de l'uranium; représente, à l'aide d'illustrations, la structure de l'atome, la fission nucléaire et les réactions en chaîne; explique de quelle façon l'énergie atomique produit l'électricité; et présente les applications de l'énergie atomique à des fins pacifiques, de même que les divers emplois que trouvent les produits qui découlent du fonctionnement des réacteurs, dont, entre autres, les isotopes radioactifs. Il illustre, par ailleurs, comment l'énorme quantité d'énergie libérée par un atome minuscule peut servir à la propulsion des sous-marins.

On peut obtenir ce film fixe en s'adressant à l'Office national du film, à Ottawa.

Bourses de l'International Nickel

Le vaste programme d'aide à l'éducation que poursuit l'International Nickel Company of Canada comporte l'octroi de dix bourses d'études post-universitaires à des étudiants canadiens.

Cette compagnie annonçait en juin les noms des récipiendaires pour cette année, dont cinq sont de nouveaux boursiers et cinq bénéficient de renouvellements. Parmi les nouveaux boursiers on remarque A. Galibois, de

Québec, qui fréquente l'Université Laval, et M. D. Sopko, de Rosemont, étudiant à McGill. Trois étudiants du Québec bénéficient en outre de renouvellements: ce sont F.-P. Gagnon, de Québec, qui est inscrit à l'Université de Montréal, R. S. Tilbury, de Londres, et G. W. Mannard, de Montréal, qui fréquentent McGill.

Les bourses Inco ont une durée maximum de trois ans et prévoient des versements annuels de \$2,000 à l'étudiant et de \$500 à l'université. Leurs bénéficiaires font des études avancées dans plusieurs matières: métallurgie, mathématiques, physique, géologie, géophysique et chimie.

Nouveau solvant industriel

La société Dow Chemical of Canada a mis sur le marché un nouveau solvant d'usage général, le chlorothène, qui trouve de nombreuses applications dans l'industrie. Les consommateurs l'ont accepté d'emblée à cause de ses qualités de solubilisation et de sécurité, qui se rencontrent rarement ensemble à un tel degré.

On n'a pas pu déterminer, par les méthodes ordinaires, le point de combustion du chlorothène. De tous les solvants chlorés, il est le moins toxique. Il est stable et peut même servir sans danger au nettoyage des métaux sensibles à la corrosion. Il est aussi très efficace dans l'enlèvement des graisses, huiles, goudrons, encres et de la plupart des cires.

Le chlorothène est largement utilisé par les industries du métal, de l'imprimerie et du textile. On s'en sert aussi pour dégraisser le matériel électrique — moteurs, appareils de commutation, dispositifs électroniques, enroulements de moteurs et génératrices, panneaux de commande, appareillage de télécommunication, etc.

Ce produit se prête au nettoyage au vaporisateur, par immersion ou par essuyage, et il ne dépose pas.

Usine d'asphalte aux Sept-Iles

La Compagnie Shell du Canada vient d'ouvrir aux Sept-Iles une usine d'asphalte de \$350,000. Elle entend ainsi donner suite à son désir de remplacer le service de livraison de bitume routier en fûts qu'elle avait établi dans cette région par un service permettant à ses clients de se procurer un produit de haute qualité à meilleur prix. Les entrepreneurs pourront maintenant se procurer en grosse quantité les revêtements bitumineux dont ils ont besoin à des températures comparables à celles qu'on obtient en centrale dans les raffineries de pétrole.

L'équipement de la nouvelle usine Shell comprend des réservoirs de stockage entièrement isolés, des réchauffeurs et des appareils chargeurs pour wagons et camions citernes. Il y a de plus, pour les livraisons dans les bateaux, un pipeline de 1460 pieds qui relie les réservoirs de l'usine au port de chargement.

Les constructeurs de routes de la région peuvent donc maintenant se procurer le bitume routier liquide dont ils ont besoin à plus bas prix.

Notre commerce extérieur

Le Ministère canadien du Commerce a réuni en une brochure les rapports que lui ont faits les délégués commerciaux à l'étranger sur les débouchés qui s'offrent aux produits canadiens. Cette brochure, intitulée "Occasions de vendre à l'étranger offertes aux hommes d'affaires canadiens", énumère les produits qui peuvent intéresser les divers marchés et indique le moyen d'obtenir tous les détails nécessaires. On peut se procurer un exemplaire de cette publication en s'adressant au Ministère, à Ottawa.

Les pluies artificielles

Le WATER INFORMATION CENTER publiait récemment un rapport sur les progrès réalisés dans la mise au point de moyens pour accroître les chutes de pluie.

Des essais effectués par les universités, les organismes gouvernementaux et quelques sociétés commerciales ont démontré de façon concluante qu'il est possible de provoquer la pluie, et les autorités en la matière croient, pour la plupart, que dans un avenir assez proche les pluies artificielles deviendront pratique courante dans plusieurs régions des É.-U.

Il y aurait d'immenses avantages à régler les chutes de pluie. Si par exemple, dans une région de 1,000 milles carrés où les précipitations annuelles ne sont que de 15 pouces, on pouvait les augmenter de 15 pour cent, cela représenterait environ 33 milliards de gallons d'eau. En milieu sec, cette quantité d'eau pourrait valoir jusqu'à \$5,000 par mille carré. En outre, en régularisant les chutes de pluie, on éliminerait peut-être les pertes de vie et les pertes matérielles attribuables aux caprices de la température.

Le rapport ajoute que des dispositions légales devront être prises relativement à cette régularisation des pluies et que certains États ont déjà légiféré en la matière. Il expose les problèmes que comporte l'ensemencement des nuages, de même que certains projets fantastiques visant à modifier le climat de certaines parties du globe d'une manière permanente.

On peut se procurer la brochure intitulée "Modifying Weather Through Artificial Rainmaking" au prix de \$2, en s'adressant au Water Information Center, Inc., 864 Willis Avenue, Albertson, N.Y.

Agrandissement d'usine à Lachine

La Canadian Allis-Chalmers vient de transporter sa production de matériel électrique de St. Thomas, Ontario, à son usine de Lachine qu'elle a agrandie à cette fin.

Le changement s'est fait sans que la production ne soit interrompue, et la compagnie continue de fournir à ses clients les moteurs, mécanismes de commutation et dispositifs de commande, qui sortent désormais de son établissement de Lachine.



L'édifice de la Banque de la Nouvelle-Écosse, place Victoria, à Montréal, subit une transformation complète. On y ajoute un étage, puis on le flanque d'une extension de 11 étages. L'intérieur de l'immeuble sera également transformé pour permettre un meilleur usage de l'espace utile. On procède ici à l'érection de la charpente d'acier.

Recherches sur la nature du sol lunaire

Avant que l'homme ne pose le pied sur la lune, il connaîtra la nature du sol de cette planète, grâce à des travaux de recherches que poursuit actuellement l'Armour Research Foundation, à Chicago.

Les résultats obtenus jusqu'ici comprennent la mise au point d'une foreuse automatique très perfectionnée dont sera munie la première fusée américaine qui sera lancée sur la lune, au printemps de 1963. Cette foreuse s'enfoncera de cinq pieds dans le sol lunaire, cueillera un échantillon, l'analysera et communiquera le résultat de cette analyse aux hommes de science des É.-U.

La dernière livraison de TESTING WORLD, bulletin trimestriel de Soiltest, inc. (4711 W. North Avenue, Chicago 39), contient un article à ce sujet, qui s'intitule "Soil Testing on the Moon".

Nouveau distributeur des produits Ingersoll-Rand

La compagnie Mussens Canada Limited s'est engagée à distribuer en exclusivité dans l'est de l'Ontario, le Québec et le Nouveau-Brunswick la gamme complète des outils de construction, compresseurs portatifs et foreuses à roc fabriqués par Ingersoll-Rand.

Depuis 1902, la compagnie Mussens dessert l'industrie de la construction, l'industrie minière, l'industrie du bois, les chemins de fer et l'industrie manufacturière.

Son siège social est à Montréal, mais elle a des bureaux et des centres d'entretien à Fredericton (N.-B.), Sept-Îles, Québec, Montréal et Rouyn. Son service de vente est en outre représenté à Ottawa, Sherbrooke, Trois-Rivières, Chicoutimi, Saint-Jean (N.-B.), Moncton et dans plusieurs autres centres importants. Tous travailleront en étroite collaboration avec les représentants régionaux d'Ingersoll-Rand.



UNIVERSITAIRE

À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA

Le Dr Vadim Vladikov, professeur titulaire de biologie à la Faculté des Sciences Pures et Appliquées est parti pour l'Iran le 5 août dernier.

Il y passera 18 mois à titre de conseiller sur les pêcheries en eaux douces près le gouvernement iranien et passera la majeure partie de son temps à Pahlave, sur les bords de la mer Caspienne dont il étudiera la faune aquatique en général et plus particulièrement les esturgeons.

* * *

Deux nouveaux professeurs viennent s'ajouter au personnel de la Faculté des Sciences Pures et Appliquées, les docteurs Baer, en chimie, et Fairweather, en physique.

Le docteur Hans Bear, originaire de Karlsruhe fit ses études à Heidelberg où il obtint sa maîtrise et son doctorat pour y poursuivre ensuite ses recherches pendant cinq ans. Il fut adjoint de recherches au département de biochimie de l'Université de Californie (Berkeley) et, jusqu'à ces derniers temps, attaché à l'Institut National pour la Santé à Bethesda (Maryland).

Le docteur Ian Fairweather, né à Clitheroe, Angleterre, est docteur en physique de l'Université d'Edimbourg et après un stage comme boursier post-doctoral à l'Université du Manitoba y devenait professeur adjoint l'an dernier.

* * *

Sir Cyril Hinshelwood, professeur de chimie inorganique et physique à l'Université d'Oxford, prix Nobel, a été créé docteur *ès sciences honoris causa* de l'Université d'Ottawa le 15 août dernier.

Sir Cyril était de passage à Ottawa où il assistait au congrès sur la calorimétrie de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

À L'UNIVERSITÉ LAVAL

Dr L.-P. Bonneau

Un nouveau poste vient d'être créé, en date du 28 juin dernier, par décision de S.E. l'Archevêque de Québec, Primat de l'Église Canadienne et Chancelier de l'Université Laval et ce, sur recommandation du Conseil de cette même Université. Il s'agit du poste de vice-recteur. Le même jour, le Dr L.-P. Bonneau, doyen de la Faculté des Sciences, devenait titulaire de ce nouveau poste.

Le docteur Bonneau est né en 1916. Il a fait ses études au Collège de Lévis, à l'École Polytechnique et à l'Université Laval d'où, en 1942, il obtenait son diplôme de Bachelier en Sciences Appliquées (*summa cum laude*).

Après un stage à la Canadian Johns-Manville Company, il fut chargé, en 1947, de cours en thermodynamique et mécanique appliquée. Après avoir occupé les fonctions de sous-secrétaire de la Faculté des Sciences, de 1951 à 1954, il devenait professeur titulaire de thermodynamique appliquée et directeur du département de Génie mécanique. En 1956, il devenait vice-doyen de la Faculté des Sciences et, en 1960, il en devenait le doyen.

Le docteur Bonneau fait partie des diverses associations suivantes: Engineering Institute of Canada, Canadian Institute of Mining & Metallurgy, American Society for Metals, American Society of Mechanical Engineers, ACFAS, Corporation des Ingénieurs professionnels de Québec, American Society for Heating and Refrigeration Engineers.

Dr Claude Geoffrion

À la suite de la nomination du Dr L.-P. Bonneau au poste de vice-recteur, le Dr Claude Geoffrion, vice-doyen et directeur du département de Physique, a été promu doyen de la Faculté des Sciences.

Le docteur Geoffrion est né en 1918. Il a obtenu son B. Sc.A. en 1944, sa Maîtrise en 1947 et son Doctorat en 1951. Tous ces degrés, il les a obtenus à l'Université Laval et tous en Sciences Physiques.

En 1953, il décrochait le prix des Concours Scientifiques de la Province et en 1957, une Bourse Guggenheim. Alors, pendant un an, à l'Université Columbia, à New-York, il a collaboré à des travaux de recherche que dirigeait le distingué physicien, de réputation internationale, le docteur Madame C. S. Wu.

Dr Roger Potvin

Grâce à une bourse du Gouvernement Français, le Dr Roger Potvin, professeur d'électrometallurgie à la Faculté des Sciences de l'Université Laval, a fait un stage de 6 semaines en France. Il s'est principalement occupé d'électrometallurgie à l'Université de Grenoble, mais il a aussi profité de son voyage pour visiter divers laboratoires de recherche tant en France que dans les pays voisins. L'un des buts qu'il s'est proposé d'atteindre a été l'encouragement des échanges d'étudiants au niveau des études post-graduées.

Dr Fernand Claisse

Le Dr Fernand Claisse, professeur au département de Mines et Métallurgie de l'Université Laval, a présenté une communication à la conférence de Denver sur les applications des rayons X. Son travail avait pour titre: "Les effets d'hétérogénéité en fluorescence des rayons X".



Maintenant!

**Le Film Kodak
pour rayons
X industriels**

*garde des milles de
conduites et évite des arrêts de production!*

**Voici un autre exemple démontrant comment
l'inspection aux rayons X, non destructrice,
résout certains problèmes, épargne de
l'argent à l'industrie!**

Les parois internes de centaines de milles de tuyauterie et de conduites sont inspectées chaque année aux rayons X par la Sarnia Inspection Company . . . sans entraver la production en aucune manière! La technique, employant des méthodes spéciales de radiographie, est connue sous le nom d'«Inspection en circuit continu». Elle a été inventée par M. Tore Arnesen, Président de la Sarnia Inspection Company.

Voici comment cette méthode a fait épargner de l'argent à une grande compagnie de pétrole! Parce qu'une valve importante ne fonctionnait pas, la compagnie envisagea d'interrompre ses opérations. Mais, une inspection aux

rayons X (durant les opérations) révéla qu'une petite particule d'acier s'était logée entre la tige et le moulage de la valve. L'arrêt de la production ne fut que de quelques minutes. Le remède était simple — il suffisait de desserrer quatre écrous et de sortir la particule d'acier!

Chaque année, des milliers de pieds de film pour rayons X sont exposés dans les raffineries dans toute l'Amérique du Nord. «Notre méthode d'inspection», dit M. Arnesen, «exige un film assurant un maximum de contraste. Nous avons trouvé le film Kodak AA supérieur à tous les autres pour l'«Inspection en circuit continu».

L'emploi de la radiographie pourrait-elle résoudre des problèmes, épargner du temps et de l'argent dans votre entreprise? Parlez-en à votre détaillant d'articles radiographiques Kodak, ou écrivez à Canadian Kodak Co., Limited, Toronto 15, Ontario.

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

CANADIAN KODAK CO., LIMITED, Toronto 15, Ontario

A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Transformations

L'an dernier et l'année précédente, après l'installation de Polytechnique dans son nouvel édifice, d'importants ajustements ont été faits au programme d'études. Cette année, le programme d'études a atteint un certain degré de stabilité. Aucun changement digne de mention n'y sera fait. Les transformations à ce stade sont plutôt d'un ordre physique.

Au moment du déménagement à la montagne, il restait dans notre esprit certains paramètres inconnus qui nous ont portés à laisser quelques espaces non aménagés. Vivre dans notre nouveau milieu nous a permis de mieux connaître nos besoins et c'est ainsi que nous venons de procéder à l'installation définitive des espaces réservés à la Division des Travaux Publics du département de Génie Civil et aux laboratoires de Génie Physique. Si l'on ajoute à ces deux projets majeurs certaines modifications faites ici et là et l'établissement d'une salle pour recevoir les nombreux employeurs durant l'année académique, l'ensemble de ces transformations coûte environ \$110,000. De ce montant, la plus grande part va au département de Génie Physique. La superficie aménagée en laboratoires et bureaux attenants dans ce département est d'environ 10,000 pieds carrés.

Le temps était venu de doter le département de Génie Physique d'un laboratoire bien équipé destiné à accompagner l'enseignement théorique donné aux étudiants du Génie Physique. Le laboratoire a donc pour but de permettre la vérification d'un certain nombre de lois de la physique avancée, surtout dans le domaine de la mécanique supérieure. Le laboratoire comporte en particulier l'espace et les appareils requis pour l'étude de la structure atomique de la matière. Dans le domaine de la physique nucléaire proprement dite, on étudie des lois de la radioactivité artificielle et naturelle, vérifiant les caractéristiques de l'émission des radiations et leur diffusion et absorption dans divers milieux. Une partie du laboratoire est réservée à la mesure de l'intensité des radiations et à l'analyse de leurs effets bienfaisants ou nocifs en vue de bien faire saisir aux étudiants l'importance de la sécurité dans la conduite des expériences et des phénomènes dans le domaine de la radioactivité. Le programme expérimental n'a pas encore été éprouvé, mais il a pour but de préparer les étudiants à comprendre et à résoudre les problèmes qui se posent dans la conception et dans le fonctionnement des réacteurs atomiques et des réacteurs de recherches.

Les inscriptions de 1961-62

Au moment où nous écrivons ces lignes, les inscriptions ne sont pas encore complètement terminées et les examens de reprise n'ont pas encore eu lieu de sorte que les chiffres donnés ci-dessous ont simplement une valeur de prévision, et nous ne désirons pas leur donner plus d'exactitude qu'il n'en faut. Il semble toutefois certain à date que nous aurons une augmentation dans le nombre d'étudiants. De 1361 l'an dernier, il est possible que nous passions à 1475. 450 nouveaux étudiants se sont inscrits et il y en a dans toutes les années, même en 5ème, dernière année d'études. L'année la plus nombreuse reste, comme c'était le cas des années précédentes, la 2ème. Elle se chiffre à environ 360. La 1ère qui comptera quelque 275 étudiants. Le nombre de finissants est plus considérable que nous l'avions prévu et ceci, en raison d'un nombre inusité d'étudiants qui nous viennent cette année du Collège Militaire Royal de Kingston. Nous compterons entre 275 et 280 finissants contre 230 l'an dernier.

Changements dans le personnel

Pour faire face à l'accroissement du nombre d'étudiants et aux besoins requis pour le développement de notre institution le personnel enseignant augmente encore cette année. Nous donnons ci-dessous quelques notes biographiques sur les nouveaux venus ainsi que sur ceux qui nous ont quittés à la fin de l'année académique 1960-61.

Le Docteur Roger Blais fera partie du personnel enseignant au département de Génie Géologique dès septembre 1961 à titre de professeur agrégé, sa principale charge d'enseignement étant celle de la géologie économique. On se souviendra que cette matière était enseignée par le Docteur J.-A. Retty qui est décédé subitement vers la fin de l'année académique. Monsieur Blais a obtenu son baccalauréat de l'Université Laval en génie géologique en 1949. Il obtint sa maîtrise de Laval en 1950 puis son doctorat à l'Université de Toronto en 1954. Son expérience dans l'industrie est très variée. Il a, pendant plusieurs années, fait partie des équipes géologiques du Ministère des Mines de la Province de Québec. Depuis quelques années, il était attaché à la compagnie Iron Ore du Canada à titre de Directeur des relevés géologiques.

M. Charles-Antoine Boileau, promotion 1942, qui est au service de la Division des Travaux Publics de la Ville de Montréal et qui, pendant plusieurs années, avait donné des cours d'arpentage en 2ème année, nous reviendra de nouveau comme chargé de cours dans cette matière dès septembre 1961.

M. Luc Bois est diplômé de l'Université Laval en génie chimique de la promotion 1954. Il a obtenu sa maîtrise du Massachusetts Institute of Technology en génie sanitaire au printemps 1956. Il a travaillé dans le domaine du Génie Sanitaire au Ministère de la Santé de la province et comme ingénieur au service de la firme James F. McLaren Associates à Toronto. Il se joint au personnel de la Division de Génie Sanitaire au département de Génie Civil.

M. Réal-Paul Bouchard est un diplômé de la promotion 1961 en génie électrique. Il s'est joint à titre d'assistant au département de Génie Électrique et participera à l'enseignement dans nos laboratoires d'électricité.

M. Henri-Paul Boulianne, diplômé de la promotion 1961 en génie civil, est entré durant l'été au service de son Alma Mater avec le grade d'assistant à la Division des Travaux Publics.

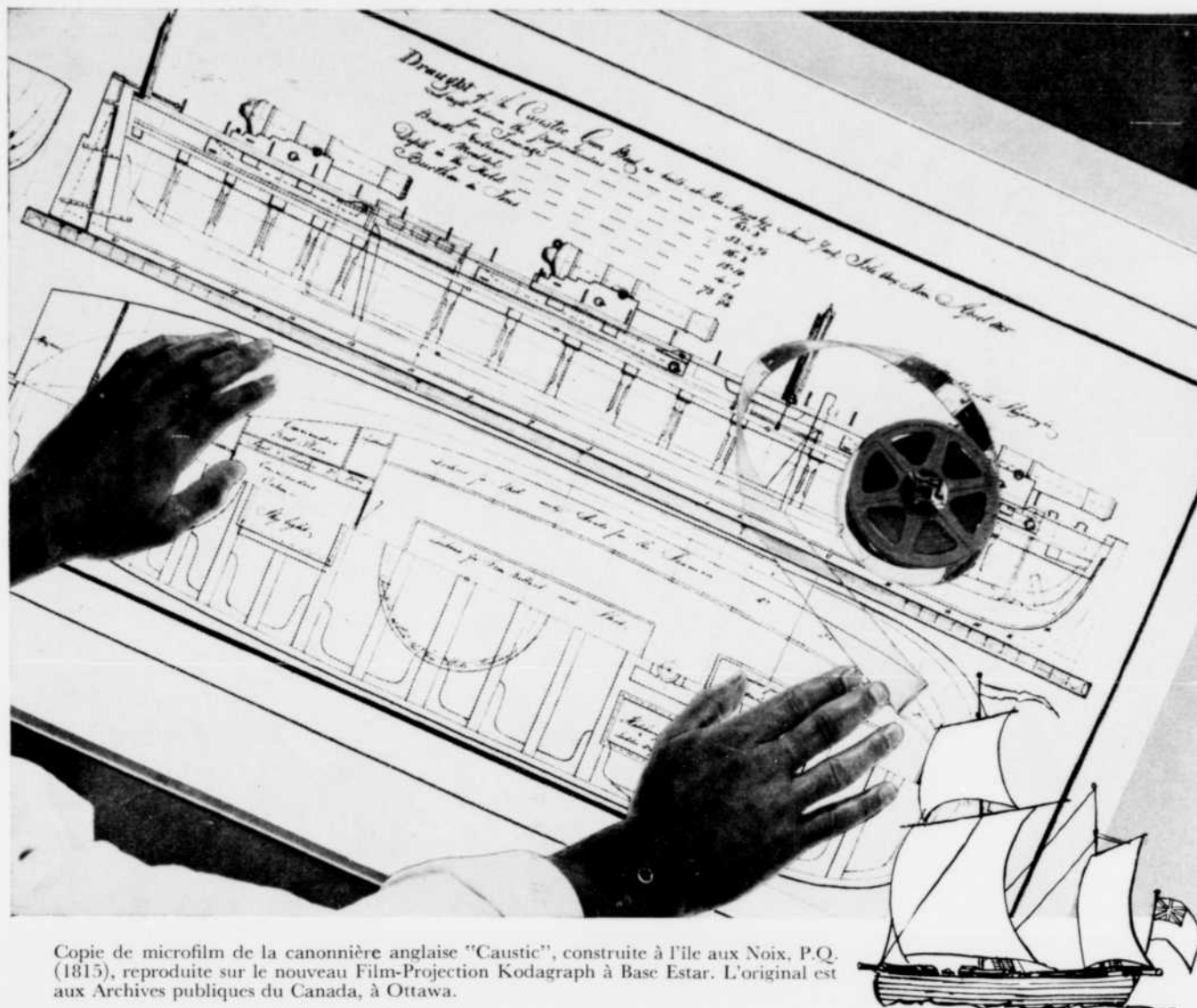
M. Raymond Bourrelle, ingénieur diplômé de Polytechnique de la promotion 1958, option mécanique-électricité, qui est au service de la firme Bédard & Girard Ltée, donne à titre de chargé de cours quelques heures d'enseignement au laboratoire d'électricité.

M. Guy Bussière, de la promotion 1959, option mécanique-électricité, fait maintenant partie du personnel de la Division d'Hydraulique au département de Génie Civil, à titre d'assistant. Depuis sa graduation, Monsieur Bussière avait travaillé à la Défense Construction au Canada et avait fait divers stages dans les centres hydroélectriques français grâce à une bourse du Gouvernement français. Avant de se joindre à notre personnel, il travaillait pour Aviation Electric, à Montréal.

M. Jacques Champagne a obtenu son baccalauréat ès sciences, option chimie, en 1951 et sa maîtrise ès sciences en octobre 1960 de l'Université de Montréal. Il fait maintenant partie, à titre d'assistant, du département de génie chimique. Durant l'année académique 1960-61, il a fait de l'enseignement en chimie générale et physique au Séminaire Saint-Joseph des Trois-Rivières.

M. Michel Dagenais, diplômé en génie mécanique de la promotion 1960 était entré après sa graduation au service de la Compagnie Bell du Canada. Il fait maintenant partie, à titre d'assistant, du personnel du département de Génie Mécanique. Il participera à l'enseignement de la mécanique en 2ème et 3ème années.

M. Raymond Dallaire, diplômé de 1957, était démonstrateur puis assistant-professeur demi-temps au département de Génie Minier. Il devient, à partir de septembre 1961, assistant-professeur plein temps et il sera attaché surtout à l'enseignement des cours théoriques et aux laboratoires en traitement des minerais.



Copie de microfilm de la canonnière anglaise "Caustic", construite à l'île aux Noix, P.Q. (1815), reproduite sur le nouveau Film-Projection Kodagraph à Base Estar. L'original est aux Archives publiques du Canada, à Ottawa.

Des dessins en bon ordre — de tous formats!

Le nouveau Film-Projection Kodagraph à Base Estar produit des copies intermédiaires à une échelle différente, qui résistent à l'usage le plus rude au service des dessins ou de l'impression.

Les agrandissements de microfilms ou les réductions de dessins et de cartes sont remarquablement clairs et nets.

La production est facile et rapide. Le film peut être exposé dans un agrandisseur, une tireuse à projection ou une camera photomécanique... et manipulé à la lumière "1A" pour chambre noire. Sa grande latitude évite pour ainsi dire d'avoir à refaire des tirages.

Voyez ce nouveau Film Kodagraph—ainsi que les autres films de la nouvelle gamme à Base Estar: le Film-Contact Kodagraph; le Film Kodagraph Autopositif.

Ils sont tous très translucides et ont une grande stabilité dimensionnelle, ainsi qu'une

excellente surface mate des deux côtés, permettant de dessiner facilement dessus. Disponibles en formats de feuilles de papier à dessin standard et en rouleaux ayant jusqu'à 52 pouces de large. Appelez le détaillant Kodagraph de votre localité, ou écrivez à Canadian Kodak Co., Limited, Toronto 15, Ontario.

DU NOUVEAU!

Kodagraph

FILMS POUR REPRODUCTION

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

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

M. Lucien Darveau, diplômé de la promotion 1956, qui est actuellement représentant technique de la compagnie Honeywell à Montréal et qui s'est spécialisé en contrôles automatiques des opérations industrielles, donnera, à titre de chargé de cours, l'enseignement de la matière "Contrôles automatiques", au département de génie chimique.

M. Laurier Juteau, diplômé de Polytechnique en 1953, qui était membre du personnel enseignant demi-temps, est engagé à plein temps à partir du 1er septembre 1961. Il continue ses fonctions d'assistant-professeur au département de Génie Minier avec augmentation de charges et de responsabilités.

M. Roger Lepage s'est joint à notre personnel enseignant à titre de chargé de cours pour l'enseignement de la matière intitulée "Exploitation de l'énergie hydraulique" de 5ème année, génie électrique. Monsieur Roger Lepage est ingénieur au service de la Commission hydroélectrique de Québec.

M. Jules O'Shea, diplômé de Polytechnique, promotion 1957, option mécanique-électricité, était ingénieur au service de la compagnie Canadair, à Montréal. Il s'est joint au personnel du département de Génie Électrique. Il participe aux travaux de recherches dans le domaine de l'électronique et enseignera la physique en 1ère année d'études.

M. Sarto Plamondon, diplômé de la promotion 1936, nous revient à titre de chargé de cours en hygiène industrielle après une absence de deux ans alors qu'il avait accepté un poste d'enseignement en Génie Sanitaire en Égypte. Monsieur Plamondon a été, pendant de nombreuses années, au Ministère de la Santé de la Province et à la ville de Montréal et il est maintenant assistant-directeur de l'Institut de Recherches en Hygiène Industrielle à l'Université de Montréal.

M. Marc Sauvageau, diplômé de l'École Technique de Montréal, s'est joint à titre d'assistant au département de génie mécanique. Il participera à l'enseignement du dessin industriel et de la géométrie descriptive. Monsieur Sauvageau a déjà six ans d'expérience dans l'enseignement de ces matières à l'École des Métiers de Montréal, section nord et à l'Institut de Technologie Laval. Il a aussi travaillé durant deux ans dans diverses industries de la région montréalaise.

M. Léopold Sauvé, qui a obtenu son baccalauréat ès sciences en mathématiques de l'Université d'Ottawa en 1960, devient assistant au département de Mathématiques. Il participera à l'enseignement de base que nous don-

nons aux étudiants de 1ère et 2ème année. Monsieur Sauvé a déjà de l'expérience dans l'enseignement à l'Université d'Ottawa et il poursuit présentement à temps partiel ses études de maîtrise en mathématiques à l'Université de Montréal.

Départs

M. Jean Guay qui était assistant à l'administration en même temps que membre du personnel enseignant à la division d'Arpentage du département de Génie Civil, a quitté son poste à la fin de l'année académique 1960-61. Nous lui souhaitons bonne chance dans les travaux qu'il accomplit maintenant comme membre du personnel de la Commission des Autoroutes de la Province de Québec. Monsieur Guay était membre de notre personnel à plein temps depuis l'automne 1958.

M. André Ronveaux était assistant-professeur aux départements de Génie Électrique et de Génie Physique. Il était chargé du cours de physique en 1ère et du cours de calcul matriciel en 5ème année, Génie Physique. Il vient d'abandonner son poste ici pour continuer ses études vers le doctorat aux États-Unis.

M. Bernard Beupré avait assuré l'enseignement du cours d'Hygiène Industrielle pendant l'absence de Monsieur Sarto Plamondon. Le retour de ce dernier est en fait la cause du départ de Monsieur Beupré. Nous lui savons gré d'avoir, pendant l'absence de notre professeur régulier, accepté de maintenir la continuité de notre enseignement dans la matière de sa spécialité.

Nouvelles bourses

L'École Polytechnique bénéficie de deux nouvelles bourses qui seront attribuées pour la première fois au début de l'année académique 1961-62. Elles s'adressent toutes deux aux étudiants du cours régulier. La 1ère est au montant total de \$700.00, \$500.00 étant attribués à l'étudiant boursier. Elle est offerte par la compagnie Aluminum du Canada.

La Consolidated Paper Corporation a établi une bourse de \$500.00 dans diverses universités de la Province dont l'École Polytechnique. La bourse est attribuable d'abord à un employé permanent de la compagnie ou de ses filiales, ou à ses dépendants et en dernier lieu à tout étudiant qui serait désigné par l'École Polytechnique.

Bourse de l'Alliance

On se rappellera que chaque année, l'Alliance, Compagnie Mutuelle d'Assurance-Vie, donne à l'École Polytechnique une bourse de \$1,500.00 pour l'ai-

der à former son personnel. Ce montant d'argent est utilisé comme bourse d'études et il est accordé à un jeune membre du personnel enseignant qui va poursuivre ses études à l'étranger. La bourse de l'Alliance a été attribuée cette année à Monsieur Roger Labonté, assistant-professeur à la Division de Génie Sanitaire du département de Génie Civil. Monsieur Labonté est diplômé de Polytechnique en 1955. Il a bénéficié d'une bourse Athlone qui lui a permis d'étudier à l'Imperial College de Londres et de recevoir le D.I.C. en génie sanitaire. Il a eu l'occasion de prendre de l'expérience dans les bureaux d'études et dans l'industrie britannique et, à son retour, il fut nommé assistant au département de Génie Civil.

À titre de boursier de l'Alliance, Monsieur Labonté fera un an d'études post-universitaires à M.I.T. où il compte obtenir le diplôme de Sanitary Engineer.

Bourses du Commonwealth et bourse Athlone

Pour la première fois cette année, les boursiers du Commonwealth comptent des jeunes diplômés de Polytechnique. Trois de nos candidats, en effet, ont été choisis pour aller parfaire leurs études en Angleterre. Il s'agit de trois finissants en Génie Physique: Jacques Bellemare qui ira étudier l'électronique à l'Université de Manchester, Robert Dufresne, qui se spécialisera en physique à l'Université de Leeds et Serge Galarneau dont le sujet majeur sera aussi la physique et qui sera étudiant de l'université de Reading.

L'École Polytechnique ne compte cette année qu'un seul boursier Athlone en la personne de Denis Laplante, finissant en Génie Civil, qui étudiera les structures et la mécanique des sols au Collège Impérial de Londres. L'introduction récente du plan de bourses du Commonwealth est un bienfaisant stimulant à nos étudiants finissants. Nous avons en effet pour la première fois quatre finissants aux études en Angleterre. Les décisions concernant les bourses du Commonwealth ont toutefois tardé à se faire connaître et des candidats méritants, autres que ceux mentionnés plus haut, ont eu la bonne fortune d'être choisis; cependant, en raison d'engagements déjà pris, ils ont dû refuser les offres qui leur étaient faites. Nous comptons bien qu'en l'année 1961-62, les bourses du Commonwealth et les bourses Athlone seront aussi populaires que cette année.

Cours d'extension

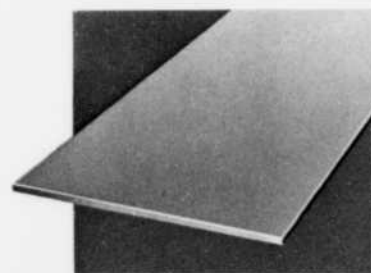
Le service de l'Extension de l'Enseignement a continué à donner des cours du soir durant l'année acadé-



ALGOMA PRODUIT MAINTENANT DES TÔLES CISAILLÉES AYANT JUSQU'À 115" DE LARGEUR

Le laminoir à tôle de 122" de l'Algoma produit de la tôle d'acier de qualité supérieure dans divers types d'aciers au carbone—dont le CSA G40.8—ainsi que dans les aciers spéciaux au carbone et des alliages d'acier.

L'énorme laminoir à tôles et lopins, que l'on peut voir ci-dessus, est unique en Amérique du Nord. Il transforme de lourds lingots en lopins et en brames, et produit aussi des tôles cisailées ayant jusqu'à 115" de largeur.



THE ALGOMA STEEL
CORPORATION, LIMITED

Sault Ste. Marie, Ontario

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

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

ÉCOLE D'INGÉNIEURS — FONDÉE EN 1873



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

GÉNIE CIVIL • GÉNIE ÉLECTRIQUE • GÉNIE MÉTALLURGIQUE

GÉNIE MÉCANIQUE • GÉNIE CHIMIQUE • GÉNIE MINIER

GÉNIE GÉOLOGIQUE • GÉNIE PHYSIQUE

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

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

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

CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES

Prospectus et renseignements sur demande



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

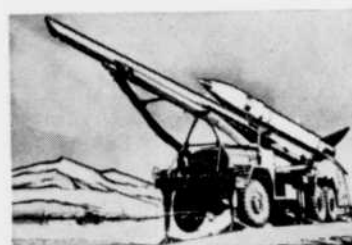
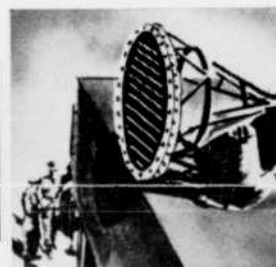
Veuillez adresser toute correspondance à C.P. 501, Snowdon, Montréal 29

Une tâche intéressante et rémunératrice,
 en plus d'un plan de pension généreux,
 attendent l'ingénieur diplômé et spécialisé
 en travaux publics et bâtiments, en mécanique,
 en électricité, en chimie-métallurgie, ou autres
 sujets, dans l'Armée canadienne. L'Armée
 marche de pair avec les inventions modernes
 et se prépare pour l'avenir . . . La défense du
 Canada exige un système complexe de radar,
 des projectiles téléguidés, des hélicoptères et
 des cargos aériens. Les essais, l'entretien et le
 fonctionnement de ce nouveau matériel
 exigent toutes les ressources de l'ingénieur moderne.



UNE CARRIÈRE DANS LE GÉNIE

*avec
l'Armée
canadienne*



*Pour de plus amples renseignements,
 écrivez sans tarder afin d'obtenir la plaquette
 "Les carrières que l'Armée offre aux ingénieurs"*

au: QUARTIER GÉNÉRAL DE LA RÉGION MILITAIRE DU QUÉBEC
 3530, avenue Atwater, MONTRÉAL (Québec)



CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES

VOLCANO

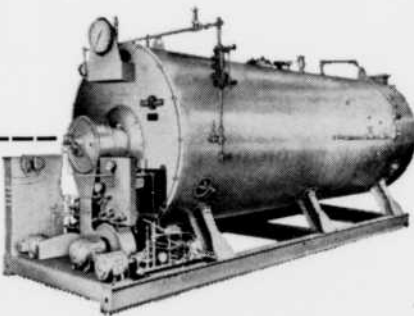
COOPÉRATIVE DES PRODUCTEURS DE LAIT DE MONTRÉAL Ville de Brossard, P.Q.

La chaudière à vapeur Volcano "Starfire" de 200 c.v., installée à la nouvelle laiterie de la Coopérative des Producteurs de Lait de Montréal, sert à un double usage: elle assure le chauffage de l'immeuble et fournit la chaleur requise pour traiter le lait reçu de plus de 3,000 fermes laitières. L'immeuble moderne a récemment été érigé dans la banlieue de Montréal, sur la rive sud.

Ingénieurs-conseil: Racey, MacCallum & Associates Ltd., Montréal

Entrepreneurs-généralistes: Desourdy & Frères Ltée, St-Jean

Entrepreneurs en chauffage: Thematic Heating Company, Montréal.



* Les chaudières automatiques "Starfire" assurent un fonctionnement parfait à un coût minimum.

- Chaudières des plus modernes fonctionnant au gaz ou à l'huile — de 9 à 500 c.v.
- Appareil autonome. Son faible encombrement permet de l'installer dans les chaufferies de petites dimensions. Installation facile.
- Ne nécessite pas de fondation ou de cheminée de grandes dimensions (seul est nécessaire un tuyau d'échappement dépassant les parties immédiatement avoisinantes de l'édifice.) Prête à fonctionner après le branchement des conduites de vapeur, d'eau et de combustible et le raccordement au réseau électrique.
- Economique.

Plus d'un siècle d'expérience dans
la fabrication des chaudières
VOLCANO LIMITÉE
8635 boul. St-Laurent, Montréal, Qué.
Usines: St-Hyacinthe, Qué.
Succursales: Toronto • Québec
Service de ventes et de réparations
dans toutes les villes importantes.

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

mique 1960-61. Le nombre d'auditeurs inscrits à ces cours fut supérieur à celui des années antérieures. Il s'éleva à 384. Cependant, la moitié des cours annoncés au prospectus ne furent pas donnés à cause du nombre insuffisant d'auditeurs. Nous rappelons que l'objectif du Service de l'Extension de l'Enseignement est d'aider les diplômés de Polytechnique et la population du Grand Montréal en leur offrant ces cours qui sont tous reliés à la vie technique et industrielle.

Le Service continue son oeuvre. Le programme des cours de la prochaine session 1961-62 est en préparation et le prospectus aura été envoyé à tous les diplômés au moment de la parution du présent numéro de L'Ingénieur.

Le Service de l'Extension est maintenant dirigé par le Dr Lucien Gendron, professeur agrégé au département de Génie Chimique. Il a été nommé à ce poste au cours de l'été. La direction en était assurée auparavant par le Directeur lui-même avec la collaboration de Monsieur Jean Guay qui, tel qu'on la vu plus haut, nous a quittés.

Fonds de pension

La Corporation de l'École Polytechnique avait établi en 1928 un fonds de pension pour les membres du personnel enseignant. Elle vient de modifier considérablement le plan établi à cette époque maintenant assez reculée et elle a étendu les bénéfices à tous les membres du personnel. Le nouveau fonds de pension, entré en vigueur au 1er juillet de cette année, se compare favorablement à celui de l'Université de Montréal et aux systèmes présentement en vigueur dans les autres universités et dans l'industrie. Son administration relève de la Corporation elle-même et l'application des règlements est confiée à un comité comprenant les représentants de la Corporation, du personnel enseignant et du personnel non-enseignant. Les représentants du personnel dans ce comité sont Messieurs Roger Langlois, du département de Génie Électrique, Monsieur Julien Dubuc du département de Résistance des Matériaux et Monsieur Robert Laurendeau, assistant du surintendant de l'édifice. Le personnel contribue à raison de 5% du traitement et les bénéfices s'établissent à 2% du traitement avec demi-pension à l'épouse du pensionné dès le moment de son décès.

Visiteurs à l'École Polytechnique

Parmi les visiteurs de marque qui sont passés à Polytechnique au cours de l'hiver, il nous fait plaisir de mentionner les personnes suivantes:

Sir Willis Jackson, Director of Research and Education, Allied Electrical Industries de Manchester en Angleterre. Nous avons connu Sir Willis alors qu'il était chef du département de Génie Électrique au Collège Impérial de Londres.

Monsieur Aycoberry, vice-président de l'Association des Ingénieurs Civils de France.

Le Docteur Kunio Mano, professeur au département de Génie Électrique de l'Université de Tohoku au Japon.

M. R. X. Stepanov de l'Institut de Mécanique de Leningrad.

M. W. Archangelskii, aussi de l'Institut de Mécanique de Leningrad.

Professor G. H. Rawcliffe, professeur au département de Génie Électrique de l'Université de Bristol.

Le Docteur P. A. R. Northcott, ingénieur en chef du département de Génie chimique et nucléaire de la firme W. S. Atkins & Associates Limited de Londres.

Nécrologie

Nous avons eu la douleur de perdre deux de nos collègues au cours de la dernière année. L'un était encore en pleine activité: le Docteur J.-A. Retty, décédé subitement chez lui le 14 mars 1961. Le Docteur Retty était avantageusement connu dans les milieux nationaux et internationaux de l'industrie minière. Il avait été le principal artisan des découvertes des gisements de fer de l'Ungava et sa réputation lui avait donné l'occasion de participer à l'exploration de nombreux gisements dans un grand nombre de pays. Le Docteur Retty enseignait à Polytechnique depuis 1947. Il était tenu en haute estime par ses collègues et par les étudiants. Toujours affable, de commerce facile, il était pour lui tout naturel que de faire passer sa science et ses connaissances dans l'esprit des autres.

Nous avons aussi perdu un de nos anciens collègues en la personne de Monsieur Georges Landreau. Nombreux sont ceux qui l'ont eu comme professeur en dessin industriel et géométrie descriptive. Monsieur Landreau était conscient de la difficulté de l'enseignement de la géométrie descriptive. Monsieur Landreau était conscient de la difficulté de l'enseignement de la géométrie descriptive et il avait eu à coeur de modifier cet état de chose en éditant un volume qu'il a utilisé pendant une dizaine d'années avant de laisser son enseignement en 1959. Monsieur Landreau était un excellent pédagogue et il a laissé de bons souvenirs dans l'esprit des nombreux ingénieurs qu'il a contribué à former.



EXÉCUTION SOIGNÉE
sur laquelle vous pouvez compter

HIER
AUJOURD'HUI
TOUJOURS

Qu'elle soit dimensionnelle, structurale ou fonctionnelle, l'excellence peut se mesurer. Et l'excellence est une chose durable — surtout lorsqu'elle porte le sceau de qualité DARLING. A moins qu'il ne soit en tout parfait, un produit ne doit pas être mis en vente. C'est là notre conviction!

Seule, une véritable exécution soignée peut traduire une excellente idée en un produit sans reproche. Le nom DARLING constitue cette *différence* — depuis 1888.

Quand vous spécifiez des pompes, appareils de chauffage, appareillages pour la vapeur, échangeurs de chaleur et ascenseurs, exigez DARLING . . . l'équipement sur lequel vous pouvez compter!

DARLING BROTHERS LIMITED

140 RUE PRINCE, MONTRÉAL
et partout au Canada.



Nouvelles des Ingénieurs

Maurice Archer, McGill '33, a laissé la présidence du Conseil des Ports Nationaux et fait maintenant partie, à titre d'adjoint au président, de E.G.M. Cape & Co.

P. -André Rochette, Poly '56, assistant-professeur à la Division des Travaux Publics, a représenté l'École Polytechnique au cinquième congrès de la Société Internationale de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, qui a été tenu, du 17 au 22 juillet 1961, dans le bâtiment des conférences de l'UNESCO, à Paris.

Jean-H. Archambault, Poly '41, vient d'être promu gérant général des ventes de la Corporation de Gaz Naturel du Québec.

Jean-Paul Beaudry, Laval '58, a laissé H. G. Acres & Co. Ltd., pour le bureau d'études de Georges Demers, à Montréal.

Gaston-J. Boucher, Poly '52, vient d'être permuté de Bersimis au réseau du nord-ouest du Québec de l'Hydro-Québec, avec bureau à Noranda.

Charles Boulva, Poly '39, fait maintenant partie de la direction du bureau Cartier, Côté et Piette, ingénieurs-conseils de Montréal, dont la raison sociale devient Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger et Associés.

Gérard Brazeau, Poly '55, autrefois ingénieur à la cité de St-Martin, est maintenant gérant de la cité de St-Bruno, Qué.

Robert Brunette, Poly '53, vient d'être permuté du réseau du nord-ouest du Québec de l'Hydro-Québec à la région métropolitaine. Il s'occupera principalement de la future centrale de Carillon.

Gilles-E. Buteau, Poly '55, est revenu d'un séjour d'une année à Rabat, au Maroc, où il a agi comme représentant de la Hydrotechnique Corporation de New-York auprès du gouvernement marocain en vue d'un vaste projet d'irrigation. Monsieur Buteau est de nouveau à l'emploi du bureau de Paul Pelletier, ingénieur-conseil.

Jean-Pierre Cloutier, Poly '58, est maintenant à l'emploi de la compagnie Westminster Paper à Crabtree Mills, Qué.

Gilles Côté, Laval '52, a laissé Hydro-Québec pour le bureau d'études de Georges Demers, à Montréal.

Jean-Marie Côté, Poly '48, fait maintenant partie de la direction du bureau Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger et Associés.

Louis-Philippe Cousineau, Poly '36, a laissé Angus Robertson Ltd. pour le bureau d'études de Lalonde, Girouard & Letendre.

Roger Dagenais, Poly '61, est maintenant membre associé de la firme Gendron, Lefebvre & Associés, Ingénieurs-Conseils, dans le département de structure.

Léo Delagrave, Poly '51, vient d'être nommé Directeur des travaux publics pour la Ville de Tracy.

Carrié Dévieux, Poly '57, enseigne à plein temps au département de Génie électrique du Polytechnic Institute de Brooklyn, N.Y.

Georges Donato, Poly '51, a récemment été nommé adjoint administratif au Directeur du Génie et de l'Entretien des Propriétés de la Commission de Transport de Montréal.

Eugène Dontigny, McGill '52, a laissé le bureau d'études de Léo Dufresne, à Québec, pour le bureau d'études de Georges Demers, à Montréal.

Jean-Louis Dontigny, Laval '61, va poursuivre des études spéciales en France, pour une période de deux ans.

Gilles Dufresne, Poly '55, autrefois à l'emploi de Samuel Crump Co., est maintenant chef du département de la mécanique comme membre associé de la firme Gendron, Lefebvre & Associés, Ingénieurs-Conseils.

Gérard Dufour, Laval '58, est maintenant au bureau d'études de Georges Demers, à Montréal.

Alphonse Dugas, Poly '55, autrefois à l'emploi de Bernard Gagné, entrepreneur, est maintenant chef du département de l'électricité comme membre associé de la firme Gendron, Lefebvre & Associés, Ingénieurs-Conseils.

Arthur Duperron, Poly '11, a reçu dernièrement, de l'Institut des Ingénieurs du Canada, la médaille Julian C. Smith.

André-R. Gagnon, Laval '57, est maintenant au bureau d'études de Georges Demers, à Montréal.

Pierre Gervais, Poly '57, est revenu au pays après quatre années de séjour en Birmanie, en Arabie Saoudite et en Irak pour le compte de la compagnie internationale de prospection Schlumberger.

Charles Langlois, Poly '31, directeur des services municipaux de la ville de Sherbrooke, vient d'être élu président de l'Association canadienne d'urbanisme, division du Québec.

Roland Lemieux, Poly '37, gérant de la ville d'Arvida, vient d'être élu vice-président de l'Association canadienne d'urbanisme, division du Québec.

Jean-Paul Lépine, Poly '57, vient d'être nommé ingénieur adjoint de la cité de Chomedey.

Jean-Jacques Leroux, Poly '44, devient vice-président aux ventes et aux services de la Corporation de Gaz Naturel du Québec.

Paul-F. Limoges, McGill '48, occupe maintenant le poste de sous-secrétaire de la Banque d'Expansion Industrielle au bureau du gérant général, à Montréal.

Gérald-N. Martin, Poly '34, directeur général de la Division des Chaudières, à la Cie Dominion Bridge, vient d'être élu vice-président de la zone "C", Québec, de l'Engineering Institute of Canada.

Gérald Molleur, Poly '24, a été nommé dernièrement au poste de directeur général adjoint du Service du personnel, à la Commission hydro-électrique de Québec.

Thomas-A. Monti, Poly '41, ingénieur-conseil, de Montréal, vient d'être élu Conseiller de l'Engineering Institute of Canada, représentant le chapitre montrealais.

Alphonse Moquin, Poly '58, autrefois à l'emploi de Lemieux et Tétreaux, Ingénieurs-Conseils, est maintenant chef du département d'évaluation, comme membre associé de la firme Gendron, Lefebvre & Associés, Ingénieurs-Conseils.

Marcel Nadeau, McGill '49, autrefois ingénieur à la cité de Montréal et ingénieur-conseil en travaux municipaux, vient d'être nommé ingénieur en chef de la cité de Chomedey.

INSTRUMENTS (1951) LIMITED

vous offre plusieurs services...

REPRODUCTION



Reproduction de qualité — Service Rapide

Les ingénieurs et dessinateurs apprécient une bonne reproduction de leurs dessins, esquisses et tracés de plans. Utilisez notre équipement moderne de reproduction pour bleus, diazo ou impressions photographiques sur vélin, tissu, papier ou sur film à proportions stables. La qualité est garantie et la cueillette et la livraison assurent un service rapide.

Si vous avez votre propre équipement de reproduction nous pouvons vous fournir de notre stock ce dont vous avez besoin. Pour plus de renseignements sur nos divers services appelez ou écrivez à notre succursale la plus près de chez vous.

PROBLÈMES DE REPRODUCTION ? UN REPRÉSENTANT ENTRAÎNÉ SERA HEUREUX DE VOUS AIDER À LES RÉSOUDRE. AUCUNE OBLIGATION.

Instrument à dessins de précision

KERN

ENSEMBLE

595



Ces instruments à dessins, magistralement équilibrés, sont fabriqués en Suisse par d'habiles artisans qui emploient les meilleurs matériaux. Les outils à dessins Kern garantissent la précision et la facilité de maniement.

Nos succursales vendent d'autres instruments de dessins et fournitures de génie universellement reconnus. Pour de plus amples renseignements communiquez avec notre succursale la plus rapprochée.



INSTRUMENTS (1951) LIMITED

REGINA
1747 Hamilton St.
LA. 2-2909

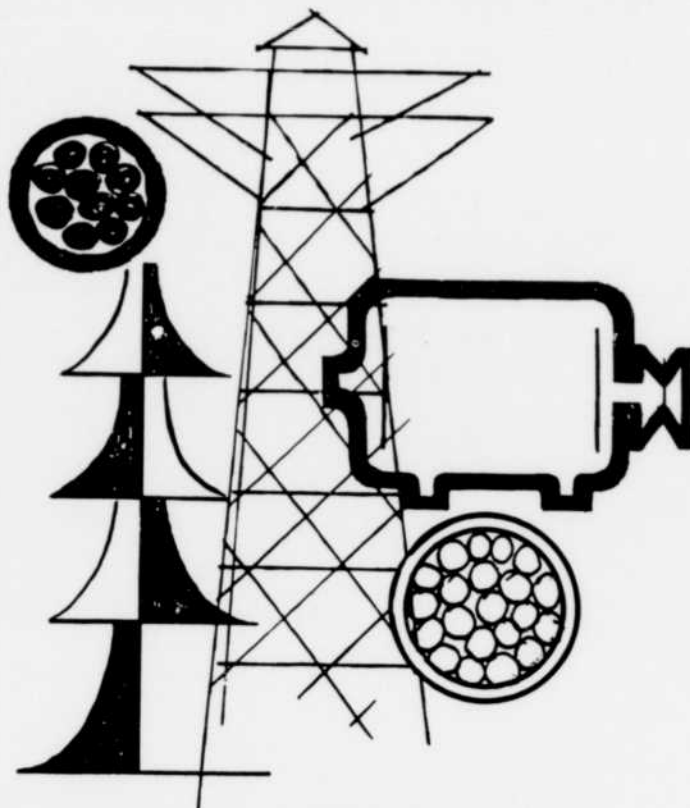
MONTREAL
4646, boul. Décarie
HU. 9-5741

TORONTO
14 Adelaide St. W.
EM. 2-5921

QUEBEC
225 est, boul.
Charest
LA. 9-3962

OTTAWA
645 Wellington St.
CE. 6-0181

MONCTON
Moncton Blue
Print Co. Ltd.
EV. 4-9750



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.
G. MASSICOTTE, T.D.
J. P. PICARD, T.D.



METROPOLE ELECTRIC INC

MONTREAL — QUEBEC — OTTAWA

L. E. DANSEREAU, Président

Jean-Charles Ouellette, Poly '57, est maintenant ingénieur-adjoint de la ville de Saint-Jérôme.

Maurice Paradis, Laval '47, a été nommé dernièrement ingénieur en chef adjoint au Service des ateliers et transport de la Commission hydro-électrique de Québec.

C.-H. Rosier, N.S. Tech. '38, vient d'être nommé vice-président, chargé des produits en planche, à l'Abitibi Power and Paper Co. Ltd.

Léo Scharry, Poly '46, est revenu depuis quelque temps d'un séjour prolongé aux États-Unis et en Amérique du Sud, et il vient d'ouvrir un bureau d'ingénieurs-conseils en électricité-mécanique, sous la raison sociale Léo Scharry & Associés.

Claude Senneville, Poly '47, est maintenant président de la Société Terratech, spécialistes en géotechnique, de Montréal.

Henri Talbot Gouin, architecte, Poly '18, anciennement architecte en chef au Ministère Fédéral du Travail, est retraité et, maintenant attaché au bureau de l'architecte A. Martineau, à Ottawa. Il nous communique les nouvelles suivantes, au sujet de quelques-uns de ses confrères :

J.-P. Bastien, Poly '17, anciennement architecte en chef du Ministère Provincial du Travail, est retraité de même que **G.-E. DeVarenes, Poly '18**, ancien

architecte de l'Hôtel de Ville de Montréal; **A. Monette, Poly '21**, est à Paris; **L. Sarra-Bournet, Poly '18**, est associé à l'architecte Audet, à Hull; **Aurel Bignonnesse, Poly '15**, est associé à l'architecte Mainguy, à Québec.

Richard Vanier, Poly '60, autrefois à la Corporation de Gaz Naturel du Québec, vient d'être nommé assistant ingénieur de la Cité d'Outremont.

Roland Verreault, Poly '58, a été nommé ingénieur en chef de la ville de Saint-Jérôme. Il succède, à ce poste, à monsieur V.-N. Guay, décédé récemment.

NÉCROLOGIE

Napoléon Guay, Poly '50, est décédé à St-Jérôme le 2 juillet 1961 à l'âge de 38 ans. Né à St-Jérôme le 12 mai 1923, monsieur Guay avait fait ses études classiques au Séminaire de Ste-Thérèse où il obtenait son baccalauréat ès arts en 1942, puis il avait entrepris ses études de Génie à l'Ecole Polytechnique. Après l'obtention de ses diplômes, il suivit le cours d'entraînement de la compagnie Canadian Westinghouse à Hamilton, Ontario, et de 1951 à 1955, il fut ingénieur à l'usine de cette compagnie aux Trois-Rivières. Depuis 1955, monsieur Napoléon Guay était ingénieur municipal à la cité de St-Jérôme.

Henri Dagenais, Poly '47, est décédé le 29 mai 1961 à l'âge de 41 ans. Né à

Montréal le 21 juin 1919, monsieur Dagenais avait fait ses études secondaires à l'Ecole Supérieure St-Henri, puis au Mont-St-Louis. À sa sortie de l'Ecole Polytechnique en 1947, monsieur Dagenais avait fondé la société Commercial and Industrial Ventilation Limited, dont il était vice-président et gérant général. Monsieur Dagenais était également secrétaire-trésorier de la compagnie Bumeda Steel Products Limited. Membre de l'American Society of Heating, Ventilating and Air Conditioning Engineers, monsieur Dagenais était également délégué de sa promotion auprès de l'Association des Diplômés de Polytechnique.

J.-H.-A. Émile Drolet, Poly '09, est décédé le 5 mars 1961. Né à Québec le 30 décembre 1887, monsieur Drolet avait fait ses études secondaires à l'Académie Commerciale de Québec, puis en 1904, il s'était inscrit à l'Ecole Préparatoire de monsieur Alfred Fyfe à Montréal avant de commencer son cours de Génie l'année suivante. Après l'obtention de ses diplômes de l'Ecole Polytechnique, monsieur Drolet entra au service de la compagnie F.-X. Drolet, de Québec, d'abord en qualité de dessinateur, puis jusqu'en 1938 comme surintendant de la fonderie. Depuis lors, il était président et gérant général de cette compagnie. Monsieur Émile Drolet était membre de plusieurs associations et, en particulier, de l'Association Professionnelle des Industriels.

NOUVELLES DES ASSOCIATIONS

TOURNOI DE GOLF ANNUEL

Ce fut par une température idéale que débuta le 13e tournoi de golf annuel des membres de l'Association des Diplômés de Polytechnique. Comme par le passé ce tournoi eut lieu sur les terrains du club de golf de Lachute, le vendredi 18 août.

Cet événement sportif très populaire chez nos diplômés avait attiré 233 participants, dont une vingtaine de dames, qui se sont lancés à l'assaut des différents trophées et des nombreux prix offerts aux plus méritants.

Dès 8 h. les départs se sont succédé suivant l'horaire et tous les participants purent terminer leur partie assez tôt pour participer au cocktail dès 7 h. 30 p.m.

En outre du tournoi régulier on avait organisé un tournoi de "Putting" pour

les dames. Les honneurs de ce tournoi furent remportés par Mesdames Luc Bertrand et Jean Ouimet.

À l'issue de ces tournois, vers les 7 h. 30, un cocktail fut gracieusement offert aux diplômés de Polytechnique présents ainsi qu'à leurs amis par le bureau d'ingénieurs-conseils "Lalonde & Valois".

Ce cocktail fut suivi d'un buffet auquel participèrent au-delà de 350 personnes. Une franche gaieté régna tout le long du repas et c'est avec quelque peu de difficulté que M. J.-C. Vézeau, président du Comité d'organisation du tournoi de golf, réussit à calmer l'enthousiasme des convives afin de procéder à la distribution des trophées et des prix.

M. F. Gascon, '54 a gagné le trophée du Dr Ignace Brouillet pour le meilleur

score brut. Monsieur R. Thall, '58 a gagné le trophée P.-A. Dupuis pour le meilleur score net. Madame Huet Mas-sue a gagné le trophée des dames, offert par A. Billet Ltée.

Au-delà de 150 prix gracieusement offerts par des membres et des amis de l'Association furent alors distribués aux plus méritants.

Ce tournoi de golf a vraiment été un succès sans précédent dans les annales de l'Association, grâce aux efforts du Comité composé de M. J.-C. Vézeau, président et de ses auxiliaires, Messieurs H. Isabelle, B. Lamarre et G. Dionne.

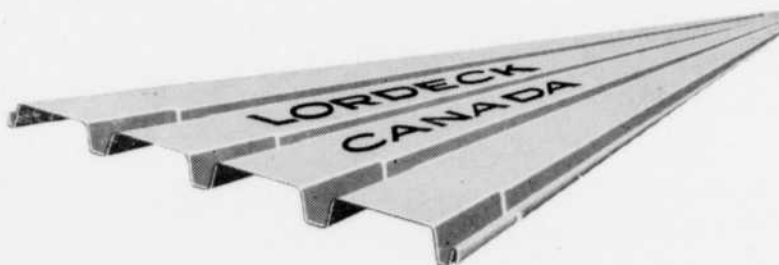
A l'an prochain vers la même date pour un 14e tournoi qui, nous osons l'espérer, remportera un succès aussi remarquable que celui de cette année.

ALLÉGEZ VOS CONSTRUCTIONS ET VOS PRIX DE REVIENT

AVEC LES

PANNEAUX NERVURÉS

"LORDECK"



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

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

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

LORD & COMPAGNIE LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : J. H. Lord, Ing.P.

4700 Iberville, Montréal — LA. 4-4038

**INSTALLATIONS de
CHAUFFAGE
PLOMBERIE
VENTILATION**

par

METRO

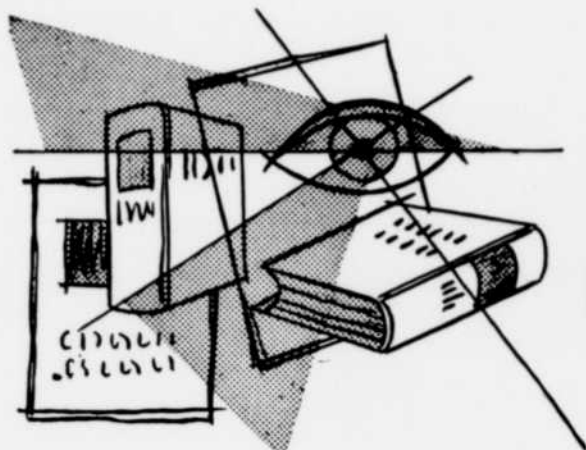


Une interprétation précise des plans, des matériaux de la plus haute qualité, une main-d'oeuvre experte, sous la surveillance d'ingénieurs professionnels, garantissent une installation telle que spécifiée.

M. E. GÉLINAS, Ing. P.
M. M. LAPIERRE, Ing. P.

M. R. GIARD, T. D.
M. R. CHAMPAGNE, T. D.

METRO INDUSTRIES LIMITÉE MONTREAL — QUEBEC — OTTAWA



Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

La création de l'univers, par G. GAMOW. Un volume, 2e édition, 1961, 8 1/4 x 6 1/4, 166 pages, 52 planches, broché : 8,40NF. Paris, Dunod.

Auteur d'une "Biographie de la Terre", d'une "Naissance et Mort du Soleil", père du célèbre et cocasse personnage de Mr. TOMPKINS, Georges GAMOW traite, dans ce livre, du délicat problème de l'origine des galaxies, des étoiles et des planètes à la lumière de la science nucléaire moderne.

Utilisant volontairement un langage non technique, l'auteur pose les questions fondamentales : l'univers est-il stable ou en évolution ? a-t-il eu un commencement dans le temps, aura-t-il une fin dans l'espace ?

Depuis la première édition de cet ouvrage, les théories ont évolué : l'âge de l'univers a doublé pour certains ; pour d'autres les arguments qui le font éternel et changeant se sont affirmés ; la vie des étoiles n'est plus tout à fait la même... Aussi une nouvelle édition, tenant compte de cette évolution, était-elle nécessaire.

Facile à lire, illustré de photographies et de dessins, cet ouvrage constitue un véritable essai qui s'adresse d'abord aux lecteurs possédant une certaine culture scientifique mais que tout esprit curieux pourra lire avec plaisir et profit.

L'ère des matières plastiques, par M. FOURNIER. Un volume, éd. 1961, 3e édition, 8 3/4 x 5 1/4, 286 pages, 34 figures et 20 tableaux, broché : 14NF. Paris, Dunod.

Les matières plastiques révélées à l'industrie, surtout depuis une quinzaine d'années, sont maintenant bien

connues des transformateurs et des utilisateurs. Mais ces produits nouveaux évoluent avec une très grande rapidité : la connaissance de leur structure s'accélère, des résines nouvelles aux performances améliorées apparaissent, des applications hardies voient le jour.

Dans ce livre, on trouve des informations récentes sur les matières plastiques industrielles. Les aspects purement théoriques, mathématiques ou chimiques ont été volontairement réduits pour bien faire comprendre les propriétés et les méthodes de mise en oeuvre. L'appareillage et les méthodes de transformation sont décrits avec beaucoup de soin.

Des exemples d'applications, classés par secteurs industriels, illustrent les multiples possibilités de ces matières nouvelles. Un aperçu économique complète cet ouvrage d'information et d'initiation.

Matière, terre et ciel, par G. GAMOW. Un volume, éd. 1961, 8 1/2 x 6 1/2, 716 pages, 346 figures, relié : 32NF. Paris, Dunod.

La trajectoire d'une balle de tennis, les vagues dans l'océan, la chaleur émanant du foyer... autant d'expériences quotidiennes et familières, choisies par le célèbre professeur GAMOW, savant et authentique vulgarisateur de talent, pour nous initier dans ce nouveau livre aux mystères des phénomènes physiques et au système même de l'univers.

Le père spirituel du cocasse personnage de Monsieur THOMPSON nous introduit à nouveau dans le monde des atomes. Une extraordinaire incursion nous conduit à travers l'univers en constant mouvement des molécules

de gaz et nous découvre la merveilleuse architecture des cristaux. Enfin, nous pénétrons dans l'atome avec ses essaims d'électrons turbulents, pour achever notre périple dans le noyau lui-même.

Après cette exploration de "l'infiniment petit", l'auteur nous replonge dans notre univers quotidien pour nous emmener cette fois dans "l'infiniment grand" : la structure interne du globe terrestre, le fond des océans et les plus hautes couches de l'atmosphère. Nous faisons ainsi connaissance avec les planètes, le soleil, les étoiles et les systèmes stellaires géants que l'on nomme galaxies.

C'est ainsi que nous est contée l'histoire de l'univers : l'origine de la terre, des étoiles et aussi des minuscules atomes, piliers de notre univers.

L'ouvrage divisé en trois parties — I. Matière et énergie ; II. Le microcosme ; III. Le macrocosme — regroupe toutes les connaissances actuelles sur les phénomènes physiques et le système de l'univers : l'"honnête homme" trouvera donc dans ce volume à la fois l'histoire et l'état des connaissances qui, de plus en plus, façonnent le monde et les sociétés.

L'étudiant, pour sa part, y verra les matières dont il approfondit les détails, mais réduites à leurs lignes essentielles, replacées dans le cadre le plus général, associées aux sujets analogues dont les éloigne souvent une classification traditionnelle.

Tous ceux, quel que soit le niveau de leur spécialité, qui souhaitent connaître ou retrouver ce monde qui nous entoure, au prix du simple effort d'une lecture sérieuse, auront intérêt à lire "GAMOW".



DEMANDEZ
LA RÈGLE À CALCULS



Jetlog T.M.

DUPLEX DECITRIG®

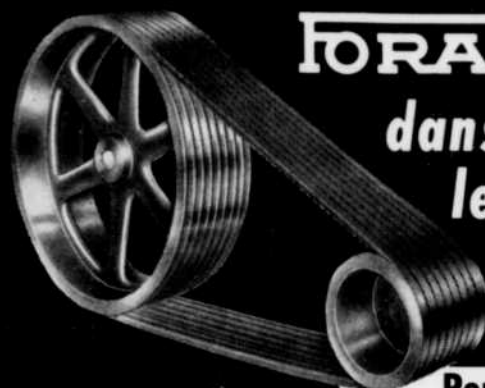
ou la

LOG LOG DUPLEX
decitrig®

KEUFFEL & ESSER OF CANADA LTD.

679 ouest, rue St-Jacques
MONTRÉAL

COMMANDES PAR COURROIES-V



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 nous pouvons vous fournir rapidement des roues à gorges allant des plus petites aux plus grosses. Peu importe le diamètre, la largeur, le poids, la construction ou le matériel—nous avons été appelés à fournir la plus grosse commande par courroies en V, en usage au Canada, pour transmettre 1200 H.P.

"SCIENTIA"

Revue Internationale de Synthèse Scientifique

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

Directeur : P. BONETTI

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

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

"SCIENTIA" — ASSO (Como, Italie)
de 100 FF (ou somme équivalente en autre monnaie)
en timbres-postes de votre Pays,
préférentiellement de la poste aérienne pour remboursement
des frais d'expédition et d'affranchissement.

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

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

CIMENT FONDU

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

Demandez notre brochure
gratuite de 12 pages :

"QUELQUES IDÉES PRATIQUES"

LA SALLE
BUILDERS SUPPLY LIMITED

159 ouest, Jean-Talon, Montréal
325 de l'Espinay, Québec

CR. 3-1781

LA. 4-2478

Pompes centrifuges et pompes hélices : théorie, tracé et applications, par A. J. STEPANOFF. Un volume, éd. 1961, 10 x 6 1/4, 512 pages, 45 figures, relié : 78NF. Paris, Dunod.

Sans négliger la partie théorique, qui n'est cependant pas l'essentiel, STEPANOFF rassemble le long d'une ligne conductrice qui lui est propre, les données résultant de l'expérience comme les proportions géométriques moyennes sanctionnées par elle. Des diagrammes matérialisent ces indications, en particulier un diagramme synthétique original.

Un exposé plus classique des méthodes de tracé des organes hydrauliques complète cette première partie. L'auteur procède également à une étude détaillée des pertes de la question des poussées axiales et radiales et de celles de l'équilibrage.

Les problèmes de fonctionnement sont ensuite examinés avec leurs particularités. À ce sujet des données très utiles sont fournies à l'utilisateur sur le pompage des liquides visqueux, sur la cavitation et sur le fonctionnement des pompes en régimes anormaux. Les questions technologiques sont abordées, notamment à propos des pompes à liquides spéciaux ou à température et pression élevées.

Enfin, l'étude de la vitesse critique des arbres, la protection contre les coups de bélier, le tracé des ouvrages d'aspiration, l'étude des éjecteurs de pied sont traités, tous ces sujets trouvant naturellement leur place dans un ouvrage sur les pompes.

La théorie harmonique : esthétique, par ANDRÉ LAMOUCHE. Un volume, éd. 1961, 9 3/4 x 6 1/4, 356 pages, relié : 35NF. Paris, Dunod.

Dans son livre *La raison et les normes*, ANDRÉ LALANDE a esquissé les "analogies et convergences" entre la Logique, l'Esthétique et la Morale : leur "parallélisme de fait", la "similitude de leurs problèmes". La théorie harmonique développe ces "analogies et convergences". Ce tome, "Esthétique", met en lumière ce parallélisme et cette similitude.

L'auteur met d'abord en évidence les rapports harmoniques entre le beau et le vrai. Partant de l'adage platonicien : le beau est la splendeur du vrai, il note que, chez l'homme, la "vérité" se dédouble en vérité interne et vérité externe qui doivent normalement s'accorder dans l'unité rythmique du Moi. Pareillement, la beauté naît pour l'homme de la résonnance entre son harmonie interne et l'harmonie externe. La deuxième partie est consacrée à une étude critique et philosophique de l'art moderne, au triple point de vue de sa valeur esthétique, de sa signification

humaine et de ses répercussions sur l'avenir de la civilisation. Les tendances des arts plastiques au primitivisme, à la déformation tératologique, à l'abstraction, sont analysées et appréciées par référence aux critères de base de la théorie harmonique.

Dans le cadre de cette théorie, l'auteur donne enfin, au cours d'une troisième partie, un développement du jugement lapidaire porté sur l'art par Léonard de Vinci : *Cosa mentale*. Prenant pour exemples la littérature, la poésie, la musique, il examine les rapports de l'art avec l'intelligence, la sensibilité, la spiritualité.

Sans négliger la partie théorique, qui n'est cependant pas l'essentiel, STEPANOFF rassemble le long d'une ligne conductrice qui lui est propre, les données résultant de l'expérience comme les proportions géométriques moyennes sanctionnées par elle. Des diagrammes matérialisent ces indications, en particulier un diagramme synthétique original.

Cet ouvrage ne s'adresse pas seulement aux spécialistes de l'art ou de sa philosophie. Tout lecteur cultivé sera intéressé par la double perspective qui y est tracée : celle qui détermine la place de l'art moderne dans l'évolution d'ensemble des beaux-arts et celle qui situe l'Art lui-même dans l'évolution psychique de l'humanité.

Unités de mesure des grandeurs physiques, par P. DEBRAINE. Un volume, 2e édition 1961, 8 1/4 x 5 1/4, 186 pages, broché : 24NF. Paris, Dunod.

Ce livre n'est pas destiné à "prôner" un système d'unités particulier; avant tout pratique, il doit faciliter les relations entre les différents systèmes existants et, plus particulièrement, la résolution des problèmes de changements d'unités ou de systèmes d'unités.

Un rappel des notions de base sur les grandeurs et leurs mesures permet d'introduire utilement la notion de type de système. Puis des exemples précisent la manière de résoudre les problèmes qui se posent pratiquement : trouver la mesure d'une grandeur avec une unité donnée connaissant cette mesure avec une autre unité, établir une formule pratique, trouver la forme d'une relation entre grandeurs dans un système de type donné connaissant la relation valable dans un autre type de système.

Les relations de définition, les équations de dimensions et les unités des différents systèmes pratiquement utilisés, ainsi que les relations entre ces unités, sont données pour les grands domaines suivants : géométrie, cinématique, mécanique, électricité et magnétisme, thermodynamique, éner-

gétique des rayonnements, photométrie. Il est fait état des systèmes anglo-saxons qui constituent l'une des sources les plus courantes de problèmes de changements d'unités.

Cet ouvrage s'adresse aussi bien aux étudiants qui y trouveront un exposé systématique de la question, qu'aux ingénieurs et techniciens des différents domaines considérés qui s'y référeront utilement.

Le chantier de bâtiment et de travaux publics, par VITTORIO ZIGNOLI. Un volume, éd. 1961, 10 x 6 3/4, 660 pages, 304 figures, relié toile : 98NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Par l'ampleur du travail qu'il représente et par la richesse de son illustration (304 figures, 134 tableaux), cet ouvrage diffère de tout ce qui a été fait jusqu'à présent en cette branche importante de la littérature technique française.

La préoccupation essentielle de l'auteur a été d'insister, dans les divers domaines étudiés, sur les aspects concernant l'organisation, la prévision, l'étude et le contrôle des prix de revient, en somme la productivité. Sans que les aspects proprement techniques ne soient négligés, l'auteur fournit le maximum de renseignements pratiques nécessaires pour permettre l'étude des diverses solutions possibles d'un problème donné, qu'il s'agisse des travaux d'excavation à ciel ouvert, des travaux en galerie, des constructions routières, des transports en surface, etc.

L'utilisateur du livre se trouve alors en mesure de choisir la solution optimum, d'organiser les travaux, de les planifier et d'en suivre le déroulement.

Le principal mérite de l'auteur est d'avoir réuni en un seul volume une somme de renseignements dont la collecte nécessiterait la consultation d'un grand nombre d'ouvrages. Les renseignements d'ordre économique contenus dans une série de tableaux de synthèse sont particulièrement intéressants. Ils permettent en effet aux ingénieurs et aux entrepreneurs d'estimer les ordres de grandeur des prix et de comparer les différentes solutions entre elles. Les tableaux d'évaluation des dépenses contiennent une quantité de renseignements précieux qu'il est possible d'adapter aux cas particuliers, en appliquant les prix unitaires en vigueur à la date et au lieu considérés.

Dictionnaire de métallurgie, par OLIVIER BADER et MICHEL THERET. Un volume, éd. 1961, 7 1/4 x 5 1/4, 702 pages, 161 figures et nombreux tableaux, relié : 68NF. Paris, Eyrolles.

Ce dictionnaire illustré est l'oeuvre de deux spécialistes : un métallurgiste



vous propose

DES CHEFS-D'OEUVRE D'ÉLECTRONIQUE

Les nombreuses applications scientifiques des
magnétophones **ROBERTS**

en font des appareils d'avant-garde

Dans la série ROBERTS

il y a un appareil convenant à vos besoins spécifiques

PAYETTE RADIO LIMITÉE

730 ouest, St-Jacques, Montréal 3 — UN. 6-6681

*Monsieur l'Ingénieur,
vous aimez les précisions ?
Nous nous empresserons
de vous en donner...*

JEAN DOUCET, Ing. P.
Secrétaire-trésorier

AUGUSTE DOUCET
Président

DOUCET & DOUCET LTÉE

ENTREPRENEURS
CHAUFFAGE — PLOMBERIE

1640 ave North, coin Rockland

MONTREAL

CR. 4-5426

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.

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

OUVERTURE DES COURS

le deuxième mardi de septembre

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

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

Demandez notre prospectus

535 ave Viger, Montréal

et un fondeur. Leur but a été de réunir, en un seul volume, l'ensemble des termes et la description des procédés choisis d'après la fréquence de leur emploi dans la *métallurgie*, en général, et la *fonderie*, en particulier.

C'est le classement alphabétique qui a été adopté.

Les auteurs se sont attachés à définir ces termes techniques ou scientifiques, à les expliquer en les complétant, lorsque le besoin s'en faisait sentir par des courbes, des diagrammes, des tableaux et des micrographies, avec des exemples.

En regard de chaque terme français, l'équivalent en langue anglaise a été indiqué.

Un index placé à la fin de l'ouvrage contient les mots anglais, classés alphabétiquement, avec la traduction française. Cet index permet ainsi de se reporter à la définition détaillée du terme.

Ainsi conçu, ce Dictionnaire de métallurgie est à la fois un dictionnaire français, français-anglais et anglais-français qui représente un travail long, minutieux et complet.

Introduction au calcul et à l'exécution des voiles minces en béton armé, par ANDRÉ PADUART. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 96 pages, 8 pages d'illustrations hors texte, relié : 17,50 NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Les voiles minces représentent un des domaines d'application les plus fructueux de la technique moderne du béton armé et leur développement a été stimulé par la nécessité croissante de couvrir d'une façon économique de grands espaces en supprimant tout appui intermédiaire.

La solution ancienne et classique, dans laquelle les éléments courants sont soutenus par des éléments porteurs, est de plus en plus remplacée par les structures autoportantes, caractérisées par le fait que ces deux éléments sont réunis en un seul.

Les avantages de légèreté et d'économie en matériaux que présentent de telles constructions sont cependant quelque peu atténués par certaines sujétions propres : la difficulté des calculs de résistance et de stabilité, ainsi que l'importance de la qualité de l'exécution.

Si de très nombreuses publications ont été consacrées ces dernières années aux problèmes théoriques touchant à l'étude de structures particulières en voiles minces, il n'existe néanmoins pas d'ouvrage récent de synthèse.

Manuel d'anticorrosion, tome I : Introduction à l'esprit de la technique d'anticorrosion par ALEXANDRE-J. MAURIN. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{3}{4}$ x 6 $\frac{1}{4}$, 350 pages, 106 figures, nombreux tableaux, 3 planches hors texte, relié : 60NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Comme l'écrit M. MAURIN dans l'introduction de son "Manuel d'anticorrosion", ce livre "est fait pour aider celui qui veut se spécialiser dans le domaine de l'anticorrosion, conseiller celui qui doit prendre une décision sur un projet qui lui est présenté..." Ajoutons que, dans l'esprit de l'auteur, il s'agit de faire profiter ses lecteurs de sa propre expérience de praticien, en mettant à leur disposition une documentation véritablement pratique et éprouvée en plus de vingt années.

Ce manuel comprend deux tomes bien homogènes.

Le tome Ier traite successivement : 1° de la théorie de la corrosion et des généralités; 2° de la couche limite homogène; 3° de quelques problèmes industriels d'anticorrosion, des solutions de ces problèmes avec des commentaires, de problèmes généraux, de l'eau industrielle.

Le second tome à paraître prochainement traitera de la technologie proprement dite de l'anticorrosion.

Pratique de l'assainissement des agglomérations, par H. GUERRÉE. Un volume, éd. 1961, 9 $\frac{1}{2}$ x 6, 220 pages, 81 figures, 41 tableaux, 9 dépliants sous pochette, broché : 39NF. Paris, Éditions Eyrolles.

Faire comprendre tout ce qui, de près ou de loin, se rapporte à l'assainissement, tel est le but de cet ouvrage qui propose au lecteur des solutions simples à des problèmes souvent complexes et parfois rebutants. Ce traité est plus qu'une Somme des connaissances classiques en la matière. L'auteur a su l'enrichir de ses propres expériences; il y expose ses vues avec clarté et, à partir des données intrinsèques, il embrasse le problème général de l'assainissement.

L'ouvrage fournit d'abord la liste de tous les textes réglementaires en vigueur concernant l'assainissement.

Après l'étude des divers types d'effluents urbains et de l'équipement sanitaire des immeubles, il traite des divers types de réseaux d'égout, tant du point de vue de leur étude que de leur construction et de leur exploitation.

Un chapitre particulièrement intéressant est celui traitant de l'épuration des eaux, où sont décrits les processus de l'auto-épuration des milieux naturels, si difficiles à saisir et dont l'exposé exceptionnellement clarifié est ramené à des notions directement utilisables. Il en résulte que le degré de traitement à appliquer aux eaux résiduaires collectées, toujours objet de discussion, pourra être fixé sans ambiguïté. Les principes de l'épuration des eaux industrielles sont également examinés. Un chapitre contient deux exemples : le calcul d'un réseau d'assainissement et la description d'une station d'épuration par boues activées. Enfin une série d'abaques hors texte permet d'effectuer tous calculs relatifs à la technique en cause.

Les appareils de levage, tome III, appareils spéciaux, par HELLMUT ERNST. Un volume, éd. 1961, 10 $\frac{1}{2}$ x 8 $\frac{1}{4}$, 340 pages, 580 figures, broché : 78NF. Paris, Gauthier-Villars et Cie — Eyrolles.

Le tome I de cet ouvrage était consacré aux principes et aux éléments de construction des appareils de levage. Avec le deuxième tome qui porte le sous-titre *Appareils courants*, le lecteur est entré dans le domaine de la réalisation des appareils qui ne sont pas seulement les plus courants, mais aussi les plus fréquents. Il a pu avoir une vue d'ensemble des principes constructifs généraux, ce qui a permis à l'auteur de limiter le contenu de ce troisième tome aux particularités constructives et théoriques des appareils spéciaux réunis ici pour la première fois dans une monographie complète. Les renseignements sur ces appareils étaient en effet dispersés jusqu'à présent dans les revues spécialisées, dans quelques manuels relativement anciens et sur un grand nombre d'années, ce qui rendait les recherches particulièrement malaisées.

Comme dans le premier et le deuxième tome, l'exposé des appareils spéciaux signale les réalisations marquantes faites en dehors de l'Allemagne et notamment aux États-Unis. Bien que certaines de ces installations ne se prêtent pas à première vue à une transposition aux conditions européennes, leur connaissance est néanmoins indispensable et donne des idées utiles. Parmi les réalisations américaines, il faut surtout noter les appareils à circulation routière qui constituent de plus

REgent 3-8268

BEAUCHEMIN, BEATON, LAPOINTE

Ingénieurs conseils

J.-A. BEAUCHEMIN
W. H. BEATON

H. LAPOINTE
R.-O. BEAUCHEMIN
PAUL BEAUCHEMIN

6655, Côte des Neiges (suite 410) Montréal 25

REgent 3-8264

LEBLANC & MONTPETIT

Ingénieurs Conseils

Spécialistes : PLANS et DEVIS

Electricité, Plomberie, Chauffage, Ventilation
Electrification rurale, Air climatisé.
Egouts et Aqueducs Municipaux

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

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs conseils

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

Tél. : AV. 8-1246-7

LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

LABRECQUE, GAGNON & NEUGEBAUER

Ingénieurs conseils

10 ouest, rue St-Jacques
MONTREAL

UN. 6-7721

Surveyer, Nenniger & Chênevert

Ingénieurs conseils

E. NENNIGER, Ing. P.
J. TURCKE, Ing. P.
R. PROVOST, Ing. P.

J.-G. CHÉNEVERT, Ing. P.
J. HAHN, Ing. P.
C.-A. DAGENAIS, Ing. P.

ÉDIFICE KEEFER, Chambre 1012
MONTREAL

ÉTUDE C.-E. GRAVEL

Ingénieurs Conseil

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

TRAVAUX MUNICIPAUX

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

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

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

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

BEAULIEU, TRUDEAU & ASSOCIÉS

Ingénieurs conseils

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

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

Collet Frères, Limitée

Entrepreneurs généraux

1978 rue Parthenais,
MONTREAL, QUÉ.

*Magnifique
week-
end*



À TORONTO

**Hôtel facile d'accès... Le
LORD SIMCOE**

900 chambres et suites avec baignoire, douche, radio et TV. Célèbre pour son Canadian Pump Room — danse... entrée gratuite, — pas de minimum. Spacieux terrain de stationnement pour la nuit. Excellents services pour congrès. Plan de famille.

Au Canada : Le Lord Elgin, Ottawa
Le Lord Simcoe, Toronto
A Chicago : Le Sherman
Les Hôtels Ambassador
University Avenue et Rue King
Tél. : EMpire 2-1848 — Telex 022458
Montréal — Tél. : UNiversity 6-6881
Ottawa — Tél. : CEntal 5-3333

À VOTRE SERVICE

BANQUE

CANADIENNE

NATIONALE

DIPLOMÉS DE POLYTECHNIQUE

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

en plus une branche particulière très importante de la construction d'appareils de levage.

Jauges de tolérance et contrôle des pièces: l'application pratique des jauges et des calibres en liaison avec le contrôle des pièces dans la fabrication de petites et grandes séries, par H. KIEFFER Ing. Un volume, 2e édition, 1960, 8 1/2 x 6, 390 pages, 400 illustrations, relié: 15 francs suisses, Éditions Scriptor, Lausanne.

Un excellent accueil a été réservé aux cinq éditions en langue allemande de ce livre, qui ont été rapidement épuisées. L'auteur et l'éditeur sont heureux, avec cette deuxième édition en langue française, qui a été modernisée et complétée par de nouvelles et très utiles données pratiques, de pouvoir donner suite à un vœu exprimé depuis longtemps déjà.

Le but essentiel de ce traité est de mettre cette expérience à la disposition de tous ceux qui, dans leur champ d'activité, s'occupent du domaine des jauges et du contrôle des pièces ou s'y intéressent. L'auteur admet donc qu'une partie des lecteurs dispose déjà des connaissances nécessaires à la détermination des cotes de jauges, sur la base des dessins de pièces détachées, ainsi que de celles qui se rapportent à la forme des jauges.

Pour ceux qui ne possèdent pas ces connaissances, les exemples concernant les jauges de contrôle pour pièces simples serviront d'éléments de base.

Au chapitre "Prescriptions de fabrication", M. H. Kieffer donne les directives pour la fabrication des jauges de contrôle, car celles-ci sont rares dans la littérature, spécialement lorsqu'il s'agit de jauges non courantes.

L'auteur expose également le système de tolérances et de jauges ISA (ISO) d'une portée internationale et dont l'application étendue est un devoir national pour tous les pays industrialisés.

Contribution à l'étude des caractéristiques vibratoires non linéaires d'une

épreuve en matériau plastique, par CHARLES HERVÉ. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, no 95. Un volume, éd. 1961, 10 1/2 x 7 1/4, 67 pages, broché: 15NF. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Étude de la répartition des contraintes sous les dalles reposant sur le sol: fondations, routes, pistes d'aérodrome, par GERHARD SCHEUCH. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air: notes techniques 96. Un volume, éd. 1961, 10 1/2 x 7 1/4, 200 pages, broché. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Théorie approchée de la houle pure et de la houle complexe par ANDRÉ DAUBERT. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air no 375. Un volume, éd. 1961, 10 3/4 x 7, 96 pages, broché: 24,70NF. Paris, Au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

Annual report of the Librarian of Congress for the fiscal year ending June 30, 1960. One book, ed. 1961, 10 1/2 x 7, 156 pages, bound: United States Government Printing Office, Washington.

Introduction to Engineering Mechanics, by JOHN V. HUDDLESTON. One book, ed. 1961, 9 1/4 x 6 1/4, 491 pages, bound: \$9.75. Reading, Mass., Addison-Wesley.

CONTENTS

Part 1. Mechanics of a particle.
Part 2. Mechanics of rigid bodies.
Part 3. Mechanics of deformable bodies.
Part 4. The concepts of momentum and energy.

Appendix. Elements of scalar calculus.
Mechanical measurements, by T. G. BECKWITH and N. LEWIS BUCK. One book, ed. 1961, 9 1/4 x 6, 559 pages, bound: \$8.75. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass.

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

DESLAURIERS & MERCIER

Ingénieurs conseils

ÉDIFICE MEDICO DENTAL

Montréal 25

1396 ouest, rue Ste-Catherine

Tél. : UN. 6-4984

Lalonde & Valois

Ingénieurs-conseils

615, rue Belmont, Montréal 3

UN. 6-2943

DESJARDINS & SAURIOL

Ingénieurs-Conseils

Travaux publics, bâtiments, travaux municipaux

ÉDIFICE PLACE LAUZANNE

400 Curé Labelle — Chomedey

MO. 1-9221

Ingénieurs adjoints :

PHIL. LEMIEUX - JACQUES ROY

Geo. Demers

Ingénieur conseil

845 ouest, rue St-Cyrille

Québec

CR. 4-7511

CHAUFFAGE
VENTILATION
AIR CLIMATISÉ

J. BRISETTE LTÉE

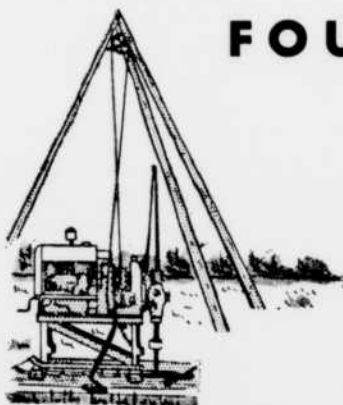
1002 De Fleurimont, Montréal

ANDRÉ GÉLINAS
Poly. '53
Vice-prés.

L. J. BRISETTE, Ing. P.
Poly. '46
Président

DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

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



FOUNDATION TESTING INC.

Étude des fondations

Sondages et forages

Essais en laboratoire et sur le chantier

*Travail soigné, sous la direction
d'ingénieurs professionnels spécialisés*

1275, Hodge — Ville St-Laurent — Montréal 9 — RI. 4-2347

Index des Annonceurs

Algoma Steel Corporation Ltd.	57	Gravel, C.-E.	71
Allied Chemical Canada Ltd.	13	•	
Anaconda American Brass Ltd.	3	Hewitt Equipment Ltd.	Couv. 4
Armée canadienne	59	•	
Atlas Steels Ltd.	12	Ingénieurs Associés Ltée	71
•		Instruments (1951) Ltd.	63
Banque Canadienne Nationale	72	•	
Beauchemin, Beaton, Lapointe	71	Josam Products Ltd.	Couv. 3
Beaulieu, Trudeau & Associés	71	•	
Brissette Ltée, J.	73	Keuffel & Esser of Canada Ltd.	67
•		•	
Canada Cement Company Ltd.	4-5	Lalonde, Girouard & Letendre	71
Canadian Allis-Chalmers	7	Lalonde & Valois	73
Canadian Formwork Ltd.	17	LaSalle Builders Supply Ltée	67
Canadian General Electric Co. Ltd.	14	Leblanc & Montpetit	71
Canadian Industries Ltd.	16	Lord & Cie Ltée	65
Canadian Kodak Co. Ltd.	53-55	•	
Collet Frères Ltée	71	Metro Industries Ltée	65
Crane Ltd.	6	Metropole Electric Inc.	63
Cusson Ltée, Chs.	Couv. 2	•	
•		Napanee Automatic Boilers	11
Darling Brothers Ltd.	61	National Boring & Sounding Inc.	69
Demers, Geo.	73	Northern Electric Co. Ltd.	10
Desjardins & Sauriol	73	•	
Deslauriers & Mercier	73	Osmose Wood Preserving Co.	2
Dominion Bridge Co. Ltd.	18	•	
Doucet & Doucet Ltée	69	Payette Radio Ltée	69
•		•	
Ecole des Hautes-Etudes Commerciales	69	Shawinigan Water & Power Co.	8
Ecole Polytechnique	58	Surveyer, Nenniger & Chênevert	71
•		•	
Forano Ltée	67	Thomas & Betts Ltd.	9
Foundation Testing Inc.	73	•	
Franki of Canada Ltd.	15	Volcano Ltée	60



"Le temps des voitures à cheval est à jamais révolu"

Nous n'avons pas besoin de
raviver l'histoire ancienne
... Nous avons des idées nouvelles.

Nous avons de l'originalité et un but en tête.
Nous n'utilisons pas de dessins,
textes ou publicité truqués.

Nous savons que vous ne compareriez pas incorrectement la qualité des cunettes de plancher et de couverture que nous construisions il y a près d'un demi-siècle



avec des modèles comme la cunette JOSAM Super-Flo



et

le tuyau de renvoi JOSAM Leveze.



Nous ne nous fions pas à la guerre mi-

crobienne



pour faire disparaître comme par



magie la graisse salis-

sante et dommageable. Nous avons conçus notre JH Interceptor



pour ef-

fectuer le travail proprement, complètement avec sécurité.

Et la même chose est vraie avec nos autres produits, tels nos



Amortisseurs.



J. S. NEWMAN
président

Incidemment, mon ami . . .

Si vous vous demandez qui nous sommes... Nous sommes un grand nombre de personnes qui s'occupent de créer, fabriquer et vendre les produits JOSAM au Canada.

Nous sommes des voisins qui travaillons de façon à permettre à des Canadiens de travailler. Nous n'avons pas de parents américains. Nous sommes canadiens et fiers de notre identité.

Nous voulons maintenir l'industrie canadienne prospère, non pas affaiblie par les importations. Ainsi nous protégerons notre économie canadienne.

Vous voyez, nous sommes une famille canadienne, avec une direction canadienne et des idées canadiennes.

JOSAM PRODUCTS LIMITED

Bureaux de la direction et division de la fabrication

130 BERMONDSEY ROAD • TORONTO 16, ONTARIO

Représentants des ventes dans toutes les villes principales

Filiale anglaise: Josam Products (U.K.) Limited, London, England.



CATERPILLAR assiste le FORUM de Montréal à produire la meilleure glace du circuit de hockey professionnel



En effet, un moteur diesel CATERPILLAR D318GT fournit le pouvoir nécessaire à la fabrication de la glace du Forum de Montréal durant toute la saison de hockey de la N.H.L.

Ce moteur CAT avec turbo-compresseur, procure une sécurité complète et une économie de carburant, pour ne nommer que quelques caractéristiques. Sa durée et son équilibre sont sans précédent dans l'histoire des moteurs diesel.

FORCE MOTRICE À LAQUELLE VOUS POUVEZ VOUS FIER !

Votre
concessionnaire
CATERPILLAR
au Québec

Hewitt
Equipment Limited

Caterpillar et Cat sont des marques déposées de Caterpillar Tractor Co.

MONTREAL
5550, RUE FERRIER
Tél. : RE. 1-3911

QUÉBEC
1125, DE LA CANARDIERE
Tél. : 529-1381

SEPT-ÎLES
400, AVENUE LAURE
Tél. : 942-3848