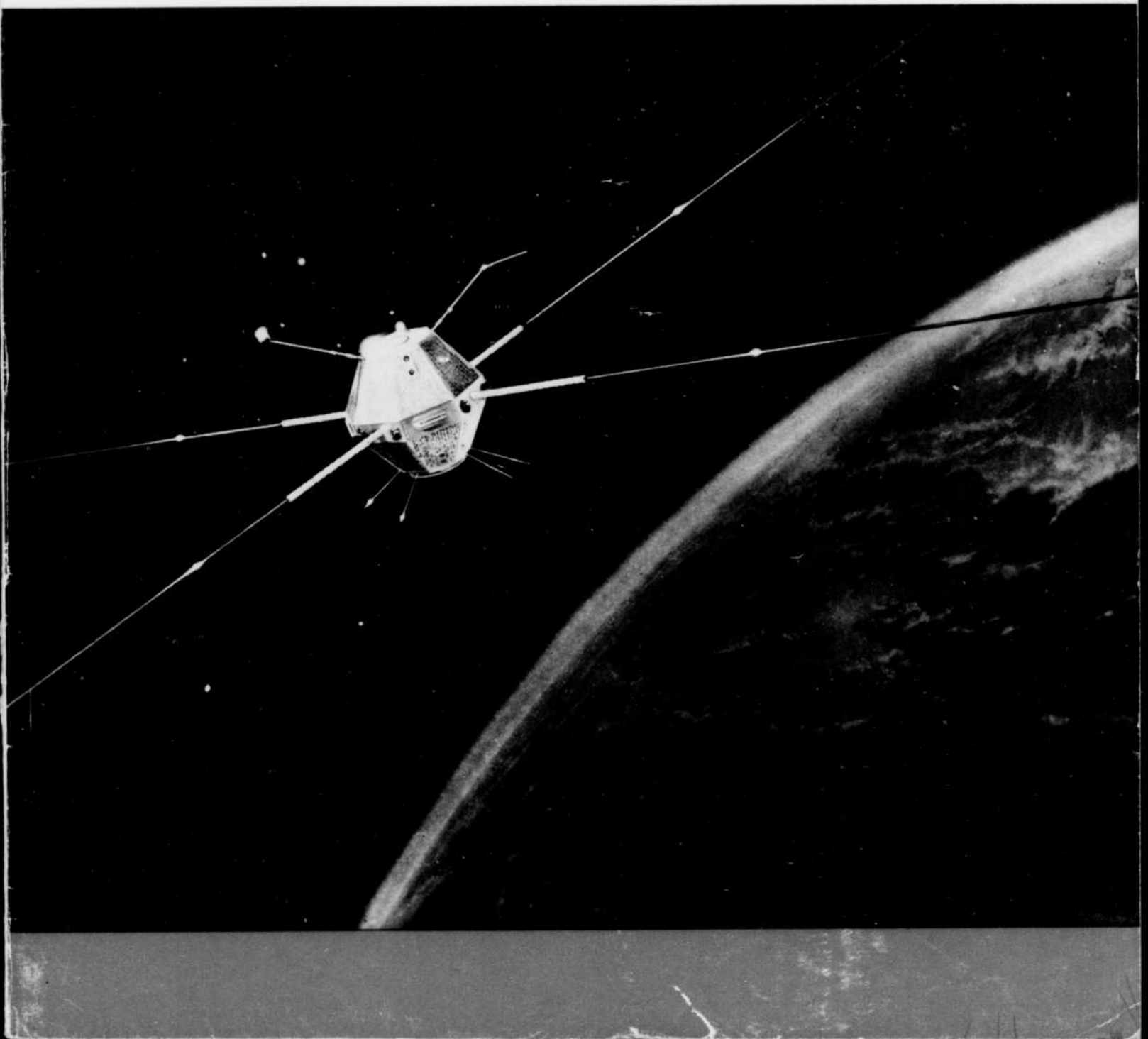


FÉVRIER 1967
VOLUME 53 - No 215

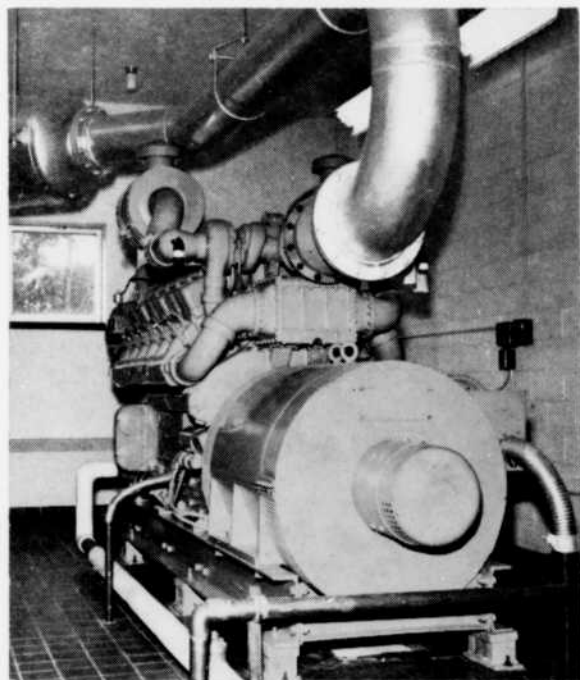
M. Clément Gauthier, Ing. P.,
27 ave des Rapides,
Québec 5, Qué.

L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION



Un groupe électrogène de secours **Cat*** "se classe en génie électrique" à l'Université de Montréal



Un groupe électrogène Cat D398 de secours assure la relève en cas de panne électrique à la centrale thermique de l'Université de Montréal qui, d'ici quelques années, deviendra l'installation de chauffage à l'eau chaude la plus importante en Amérique du Nord.

En cas de panne de courant, cette installation prend la relève pour fournir environ 50% du courant normal, soit assez pour actionner deux des quatre pompes circulatrices d'eau chaude pour le chauffage des édifices situés sur le campus de l'Université, les soufflantes primaires pour l'alimentation d'air de 2 des 3 chaudières, 2 des 5 ventilateurs d'aération de l'entresol, 2 des 5 ventilateurs secondaires du deuxième entresol, l'installation de commande, 1 des 2 compresseurs d'air, 2 des 4 pompes à l'huile, l'éclairage incandescent, etc.

Votre
concessionnaire
CATERPILLAR*
au Québec



MONTREAL,
POINTE CLAIRE, P.Q. — Tél.: (514) 697-6911
QUEBEC — Tél.: (418) 529-1381
SEPT-ILES — Tél.: (418) 962-3848
VAL D'OR — Tél.: (819) 824-2783
SHERBROOKE — Tél.: (819) 569-8744
NEW CARLISLE — Tél.: (418) 752-3206



1857 | 1967



expo67

*CAT ET CATERPILLAR sont des marques déposées.

L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION

SOMMAIRE

Vol. 53 - No 215
FÉVRIER 1967

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

ERNEST LAVIGNE
secrétaire délégué

RENÉ SOULARD
administrateur

NAPOLÉON LETOURNEAU
rédacteur en chef

LOUIS TRUDEL
rédacteur-conseil

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

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

Tirage certifié: membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau

CCAB

ARTICLES TECHNIQUES

L'AUTOSYNCHRONISATION D'ALTERNATEURS GRANDE PUISSANCE AU RÉSEAU DE L'HYDRO-QUÉBEC
par *G. Roberge et G. St-Jean* 22

Les premières expériences de l'Hydro-Québec en matière d'autosynchronisation datent de 1962 et les premiers essais vers la mise en oeuvre de ce mode de couplage se firent à la centrale de Beauharnois. Depuis lors, on procède régulièrement, au-delà de 300 fois depuis 1963, au couplage du groupe No 6 de la centrale de Carillon. Les phénomènes qui accompagnent ce mode de couplage sont étudiés tant pour fins d'expérimentation que pour fins d'exploitation.

LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE — SON RÔLE DANS L'ENTREPRISE
par *Claude Papion* 29

La méthode scientifique, telle que pratiquée en physique, en biologie, en chimie est à la base d'une façon nouvelle d'aborder les problèmes de gestion. Le contrôle des opérations, dans le sens de la poursuite des objectifs fixés par l'administration de l'entreprise, est à la veille d'une révolution importante ayant son fondement dans la compréhension de l'influence combinée de l'écoulement de l'information, de la matière, de l'argent, de l'investissement et de la main d'oeuvre.

L'ORDINATEUR ÉLECTRONIQUE ET LA SOLUTION DES PROBLÈMES DE STRUCTURE
par *Maurice d'Arcy* 32

L'ordinateur électronique est aujourd'hui très accepté comme méthode de calcul en structure et dans tous les domaines du génie en général. Cependant, le volume de travail que l'on effectue actuellement à l'aide de ces machines est relativement modeste comparé à celui fait avec des méthodes conventionnelles. La principale raison réside dans le fait que les ingénieurs demeurent sceptiques quant aux avantages apportés par l'ordinateur électronique.

L'INGÉNIEUR ET LA POLITIQUE
par *Richard Lord* 38

Il ne suffit pas aux ingénieurs d'avoir engendré "la révolution de l'automatisation", ils ne peuvent s'arrêter là car une réalité d'une telle importance comporte nécessairement, pour ceux qui l'ont créée, d'autres responsabilités. Les ingénieurs doivent aussi organiser, prévoir et coordonner les effets de leurs efforts créateurs sur notre société en participant, de façon directe, au gouvernement, par l'organisation politique du pays.

RUBRIQUES

TOUR D'HORIZON 12
ÉCHOS DE L'INDUSTRIE 16
LA LANGUE DU GÉNIE 40
ABRÉGÉS 42
CARNET DES INGÉNIEURS 44
BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTATION INDUSTRIELLE 46
AGENDA 47
INDEX DES ANNONCEURS 50

PHOTO DE COUVERTURE

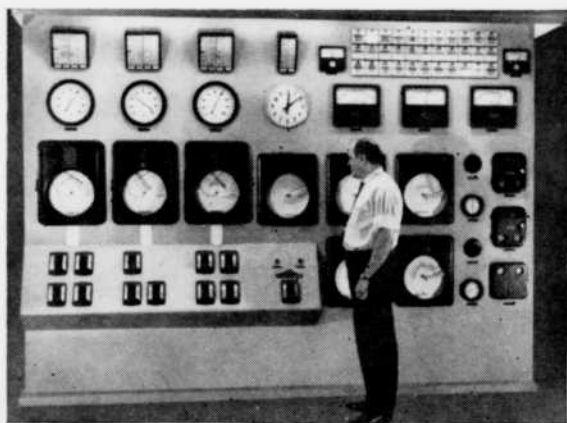
Les satellites Alouette I et II ont mérité à leur auteur, le Dr J. H. Chapman, la médaille d'or Dellinger. Ce montage photographique montre Alouette II tel qu'il orbite dans l'espace. La rubrique "Abrégés" fait état des succès remarquables remportés par ces deux satellites canadiens.

*Jas. P. Keith & Associates
Ingénieurs-conseils
mécanique et électricité*

QUI COMMANDE À LA PLACE VICTORIA?

Chaque jour dans le centre des affaires de Montréal, des milliers de personnes franchissent les portes de l'édifice de la Place Victoria, nouveau siège de la Bourse de Montréal. Leur confort est "commandé" du cinquième étage où se trouve le central de commande Bailey. Jour et nuit, ces instruments conduisent les feux de trois chaudières Canadian Vickers pour répondre à tous les besoins de chauffe et atteindre à une efficacité de combustion maximale.

Les systèmes de commande Bailey sont utilisés dans un grand nombre d'édifices importants au Canada. Les locataires apprécient le confort qui y règne; les propriétaires, les économies réalisées. La compagnie Bailey a des bureaux dans 15 villes au Canada. Si vous désirez obtenir des renseignements détaillés, écrivez à Bailey Meter Company Limited, 205, boulevard Brunswick, Pointe-Claire, Qué.

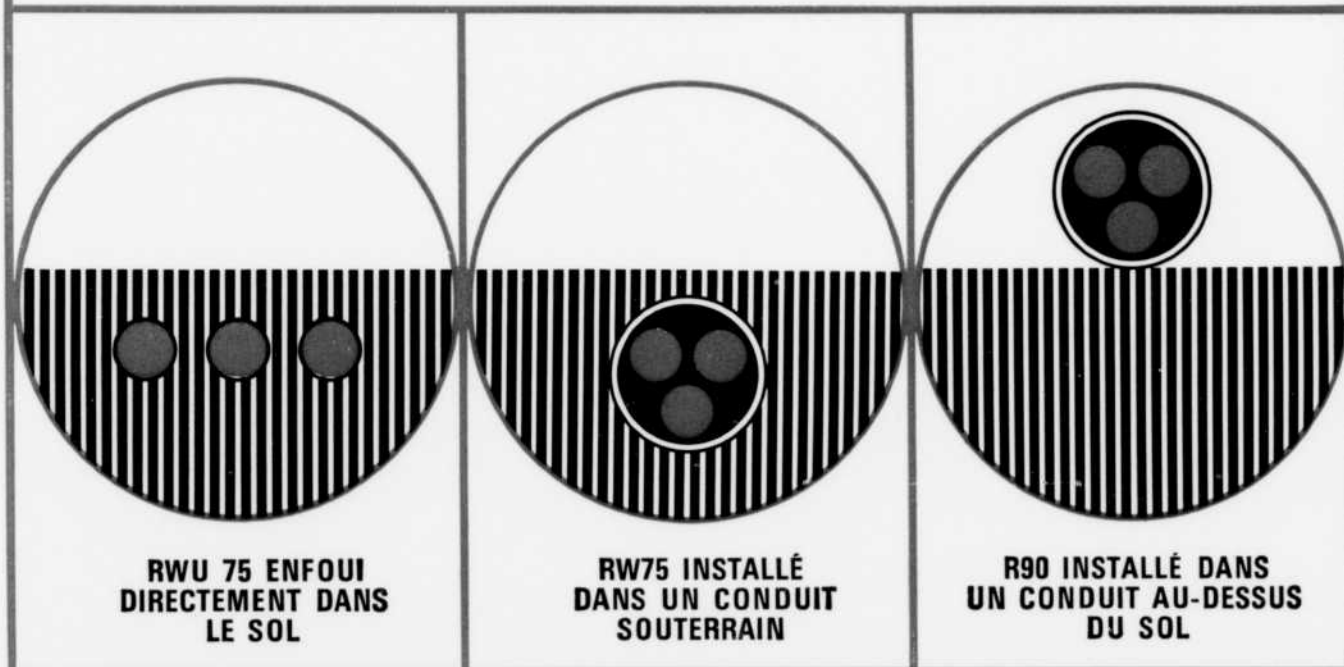


Bailey

LE VULKENE* SOUS GAINÉ 5 K.V.



a été approuvé† pour toutes ces applications



Le câble de transport sous gainé Vulkene de CGE, pour potentiels jusqu'à 5 kV, vient d'être complètement approuvé par la CSA dans les applications ci-dessus. Il peut être également fourni, après approbation spéciale, jusqu'à 35 kV avec neutre mis à la masse.

*VOICI L'EXPLICATION DES PRÉFIXES
INDIQUÉS:*

R... Isolant en plastique therm durcissable (ressemblant au caoutchouc), convenant dans les endroits secs ou humides.

*Marque enregistrée



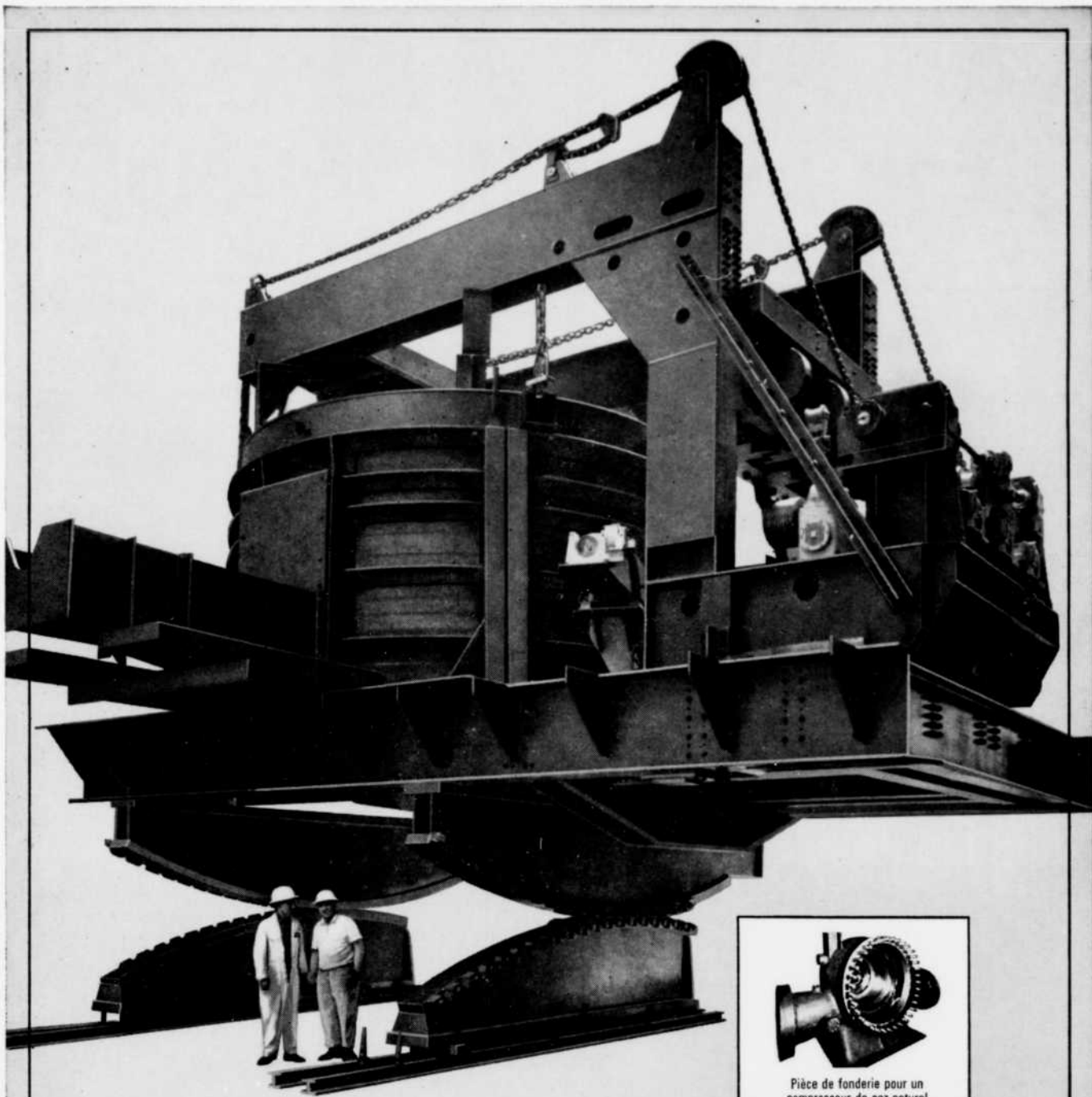
W... Convenant pour les endroits humides.
U... Convenant pour enfouissement direct,
75... 75C Température du conducteur.
90... 90C Température du conducteur.

Pour recevoir la brochure sur les câbles de transport Vulkene sous gainé, et les autres types de Vulkene, consultez le représentant CGE ou écrivez à: Division des fils et câbles, Canadian General Electric, Peterborough, Ontario.

9204-12721F

†Construction approuvée par le code C.E.

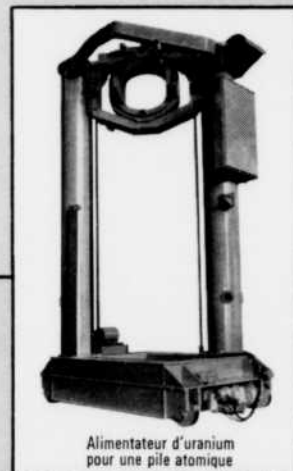
CANADIAN GENERAL ELECTRIC



Pièce de fonderie pour un compresseur de gaz naturel

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

Four à arc électrique pour Atlas Steel Company à Tracy, près de Sorel, construit selon les spécifications de B-L Furnaces Limited, Toronto.



Alimentateur d'uranium pour une pile atomique

CANADIAN VICKERS
INDUSTRIES LIMITED

MONTREAL • CANADA
 MEMBRE DU GROUPE DE COMPAGNIES CANADIAN VICKERS

**Un autre
projet
FORM-LOK**

Contrat QCR-61

TUNNEL ROUTIER pour L'AUTOSTRADE DE DÉCARIE

Route transcanadienne, Montréal

Ce tunnel de béton, construit au coût de \$3,168,000, mesure 750 pieds de longueur et court depuis le nord de Groverhill Place jusqu'au sud de l'avenue Notre-Dame de Grace. Nous avons conçu et fourni le coffrage spécialement incurvé pour les colonnes supportant le centre de la ligne du tunnel.

Entrepreneur: Walsh-Quebec Construction Co. Ltd.



À L'ŒUVRE AU QUÉBEC

CANADIAN

FORMWORK

CORPORATION

Englobant Canadian Formwork Limitée
et Francis Hughes & Associates Inc.

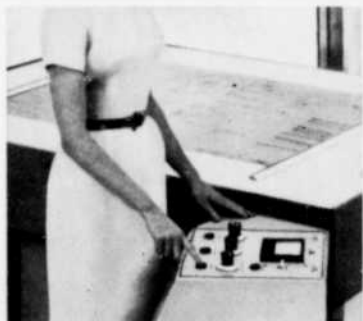
2185 Avenue Francis Hughes, Parc Industriel de Chomedey, Chomedey, P.Q.

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

L'INGÉNIEUR

FÉVRIER 1967 — 5

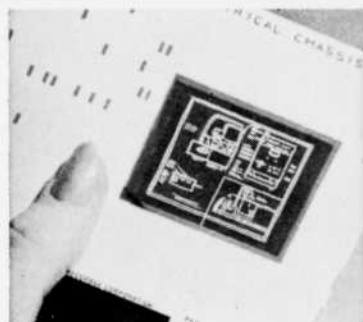
Microfilmage...



Développement...



Montage...



Consultation...



Impression...



LE SYSTÈME DE DESSIN INDUSTRIEL RECORDAK ACCOMPLIT TOUTES LES PHASES DU TRAVAIL!

Un système complet sur les lieux de travail. Vos dessins peuvent être microfilmés selon les normes du Ministère de la Défense Nationale... le microfilm développé selon les exigences du gouvernement pour la mise aux archives... les images montées sur fiches perforées Microfile RECORDAK, selon les normes du M.D.N. (vous pouvez les préparer vous-même ou les commander toutes prêtes chez Recordak)... les images consultées dans le lecteur... et les impressions rigides, simples ou multiples, tirées en quelques secondes pour distribution ou consultation. Tout ceci peut être effectué dans vos propres locaux, grâce à une gamme d'appareils Recordak travaillant conjointement. Vous ne trouverez nulle part ailleurs un service aussi complet. Appelez le bureau Recordak de votre localité, ou écrivez à Recordak of Canada Ltd, 4988, place de la Savane, Montréal, P.Q.



RECORDAK OF CANADA LTD.

Kodak
TRADE MARK



On peut facilement oublier l'emplacement d'une station de pompage FLYGT, car elle est dissimulée et entièrement automatique... (cela s'est d'ailleurs déjà produit!)

Mais cela reste sans importance! Flygt eut tôt fait d'indiquer au nouvel ingénieur municipal l'endroit où la trouver.

C'est parce que les stations de pompage d'eaux-vannes Flygt sont démunies de superstructure apparente et qu'elles n'exigent pas de surveillance et si peu d'entretien qu'il est possible de les oublier pendant des mois.

Tout regard d'égoût équipé d'une pompe submersible électrique Flygt devient une station élévatrice.

Dans les pompes Flygt, le moteur et la turbine se trouvent à même la pompe; les seules pièces qui doivent être posées à demeure sont les deux barres-guides (sur lesquelles la pompe glisse pour être soulevée ou abaissée), le raccord de décharge et sa canalisation.

L'entretien de la pompe s'effectue au niveau du sol par un seul homme muni d'un petit palan à chaîne.

Les pompes d'égoûts Flygt peuvent fonctionner en permanence ou par intermittence lorsqu'elles sont dotées des régulateurs de niveau automatiques Flygt; ceux-ci sont des flotteurs spéciaux résistant aux eaux-vannes et sans pièces mobiles.

Les pompes submersibles FLYGT sont disponibles en différentes puissances motrices (cv) pour les modèles portatifs ou à fonctionnement permanent.

Téléphonez ou écrivez pour obtenir les renseignements complets et une démonstration sur place.

Confiez vos problèmes de pompage à



FLYGT CANADA LIMITED

6448 Côte de Liesse, Dorval, Québec • 540 Cleveland Crescent S.E., Calgary, Alta.

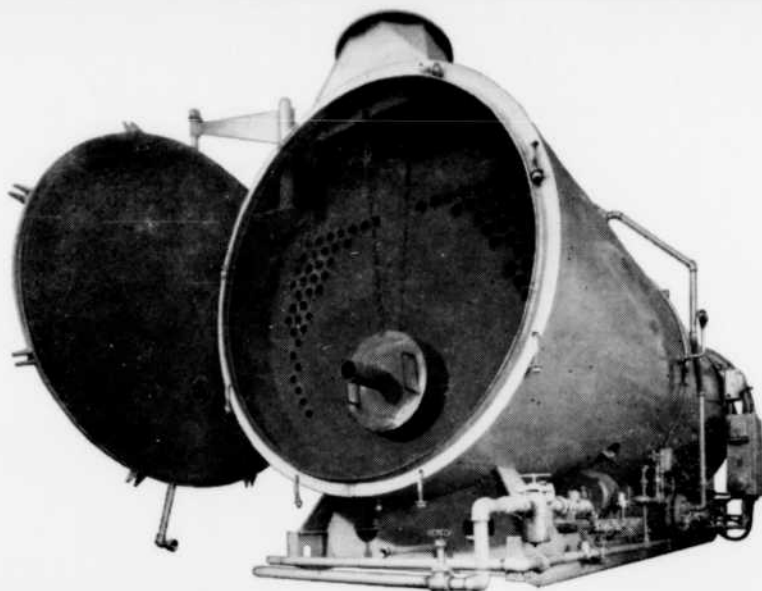
1269 ouest, boul. Charest, Québec, Québec • 1711 Franklin St., Vancouver, B.C.

Service de vente, d'entretien et de location d'un océan à l'autre.

Distributeurs dans les villes les plus importantes.



**Pourquoi
vous faire
une
montagne
d'avoir à
ouvrir une
porte de
chaudière?**



Avec la chaudière DB Olympic, il n'y a vraiment pas de quoi!... Ses portes étant montées sur bossoirs, il faut moitié moins de place pour les ouvrir.

Entrouvrez simplement la porte arrière de la chaudière DB Olympic, puis faites-la *glisser* de côté. Elle vient s'appliquer tout contre l'enveloppe de la chaudière, où elle n'occupe presque pas de place. Une fois repoussée dans le coin, elle disparaît entièrement et vous laisse tout l'espace voulu pour l'équipement auxiliaire.

Même chose pour la porte avant. Elle est montée sur bossoir pour s'escamoter complètement. Et vous pouvez l'ouvrir sans désaccoupler les conduits de combustible. Aucune fuite d'huile ou de gaz n'est donc à craindre.

Maintenant, refermez les portes et mettez l'Olympic en marche. Vous constaterez qu'elle demande beaucoup moins d'entretien, à cause de sa construction exclusive "à fond mouillé". Au lieu de chicanes réfractaires, c'est une chambre baignant dans de l'eau de refroidissement qui renvoie les gaz chauds. Pas de chicanes qui se fendent. Pas de déperdition de chaleur par la porte arrière. La DB Olympic vous donne le maximum de transmission calorifique, après des années comme au premier jour. Modèles à l'huile et au gaz, de 125 à 600 CH. Pressions manométriques: vapeur, de 15 à 150 lb/po²; eau, 60 et 100. Timbres supérieurs sur demande.

Vous cherchez quelque chose d'un peu plus petit? Voyez la chaudière DB Marathon. Son échelle de puissances commence là où s'arrête celle de l'Olympic — à 150 CH — et descend jusqu'à 15. Pour les combustibles solides, DB a toute la gamme des chaudières ignitubulaires Robb-Victor. Pour recevoir une documentation complète, écrivez à Dominion Bridge Company Limited, C.P. 1199, Montréal.

DIVISION DE LA CHAUDRONNERIE

DOMINION BRIDGE

Transite vie le temps.



AKU-AKU par Thor Heyerdahl

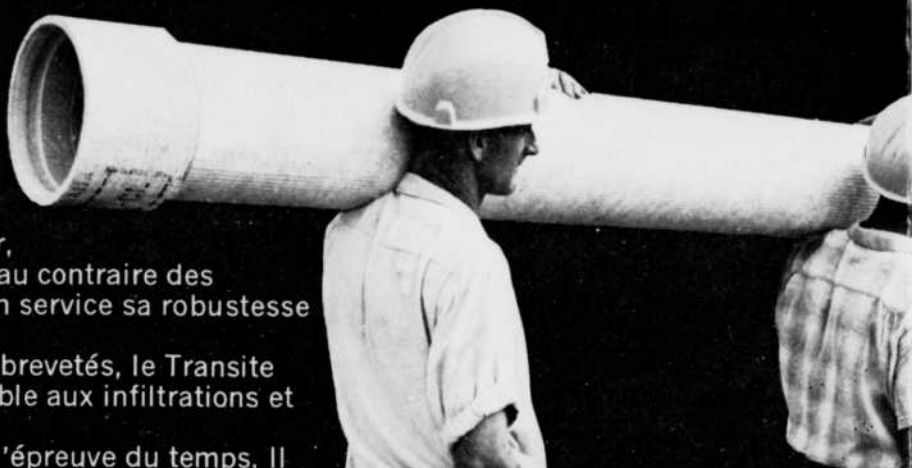
ous causera jamais aucun ennui.

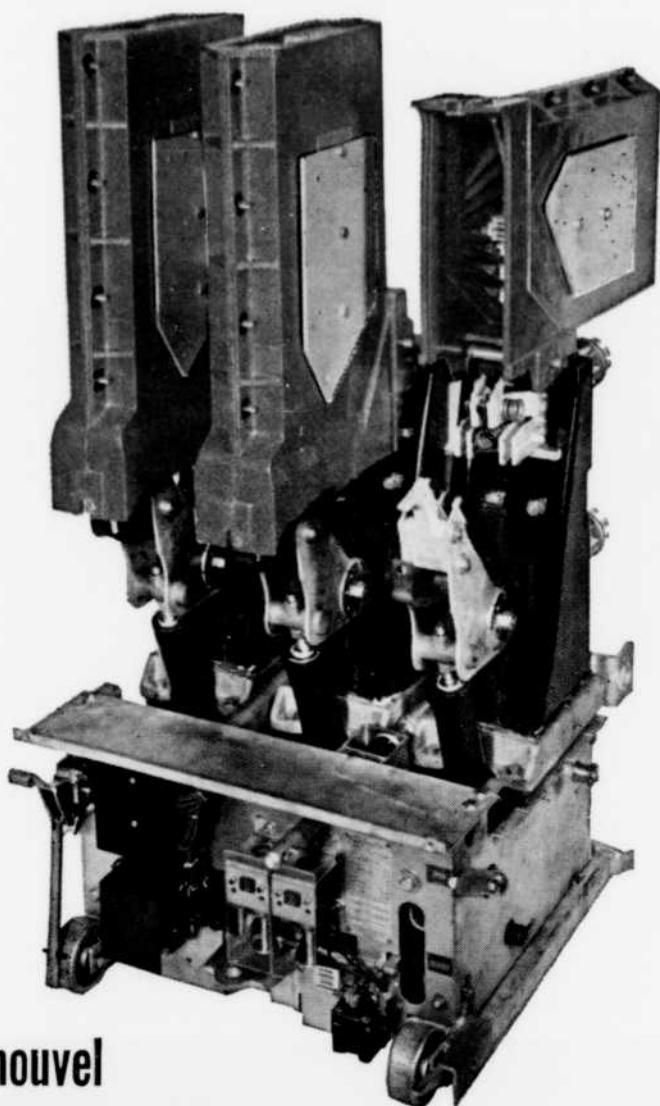
uste, le tuyau Transite
nme le font des oeuvres
e il y a des millénaires.
t fabriqué par Johns-
ement.

t plus durable que l'acier,
e béton armé. Résultat: au contraire des
s, le Transite conserve en service sa robustesse
iement.

s raccords Ring-Tite J-M brevetés, le Transite
ive des fuites, impénétrable aux infiltrations et
trésicible.

Transite est vraiment à l'épreuve du temps. Il
retien. Pensez aux économies que cela implique.
services de distribution d'eau et d'égout:
de toute confiance.





**Ce nouvel
isolant-porcelaine
très résistant
est stable, incombustible et hydrofuge...**

Seul l'appareillage blindé Porcel-line Westinghouse en est muni

Le nouvel appareillage blindé Porcel-line de Westinghouse est muni de disjoncteurs de type DH-P dont les organes sous tension sont isolés de la masse grâce à une porcelaine très résistante. Ce matériau possède d'excellentes qualités diélectriques, alliées à une grande résistance aux chocs. Ces disjoncteurs sont robustes et leur système d'isolation est absolument stable, incombustible et hydrofuge. Seul l'appa-

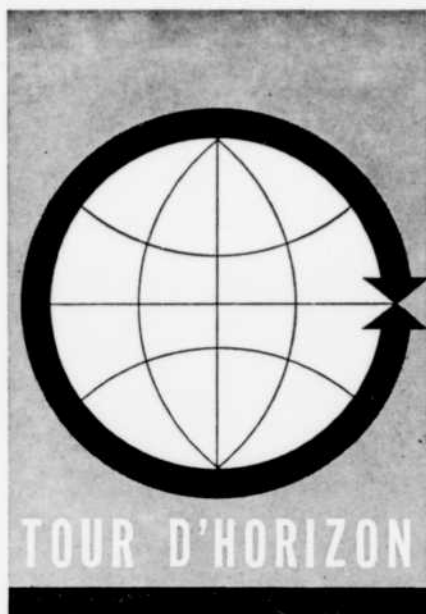
reillage blindé Westinghouse offre ces avantages.

Les disjoncteurs Porcel-line ont un pouvoir de rupture de 75 à 750 MVA, 4160 à 13,000 volts, 1200 et 2000 ampères, tant pour les appareils abrités qu'extérieurs. Votre représentant Westinghouse vous donnera tous les détails voulus. Téléphonnez-lui ou écrivez au bureau des ventes le plus proche.

Pour plus de sûreté, exigez Westinghouse

Canadian Westinghouse Company Limited





Les boursiers Athlone '67

Une bourse Athlone a été accordée à quarante-deux ingénieurs qui viennent de toutes les parties du Canada et qui, dès l'automne prochain, poursuivront leurs études et enrichiront leur expérience en Grande-Bretagne durant une période d'un an ou de deux ans, pour reprendre ensuite leur travail au Canada.

Parmi les nouveaux boursiers Athlone figurent un étudiant de dernière année, originaire de Québec et qui fréquente l'Université McGill, un diplômé de McGill, domicilié actuellement à Halifax, deux ingénieurs de Montréal, dont l'un détient un diplôme de l'École Polytechnique et l'autre un diplôme de l'Université d'Ottawa et un étudiant de l'Université Laval, monsieur Michel Pigeon.

La diplômée de l'Université d'Ottawa — et gagnante d'une bourse Athlone — est la première femme ingénieur ayant reçu un diplôme de cette Université. Mme Monique Arvisais est une employée de la Northern Electric Co. Ltd. de Montréal. Elle a reçu son baccalauréat ès sciences (Hon. Electrical Engineering) à Ottawa, au printemps 1966.

Le boursier de l'École Polytechnique est Emile Roger Beauchamp. Il a obtenu, en 1964, son diplôme en métallurgie de l'École Polytechnique et travaille pour la Dosco Steel Ltd.

Un concours sur les supports de panneaux de signalisation

L'Association Canadienne des Bonnes Routes lance un concours relatif au support structural pour panneaux de

signalisation qui enjambe les grandes routes et les artères à voies multiples. Cette compétition vise surtout à encourager la conception de supports plus originaux, principalement dans les centres urbains. Au terme de ce concours, un comité choisi par le Conseil du Service Technique de l'Association attribuera trois prix de \$1,200, \$500 et \$300 respectivement.

Tout ingénieur professionnel, concepteur ou étudiant d'une école de génie et résidant au Canada peut s'inscrire à ce concours. De plus, deux ou plusieurs personnes peuvent former une équipe et présenter une seule inscription.

Le jugement final portera sur trois facteurs, tout aussi important les uns que les autres, savoir : l'originalité; l'économie, la production, la construction et l'entretien; et son apparence.

Tout participant doit s'enregistrer et soumettre son projet au plus tard le 1er juillet 1967.

Pour toute information, on est prié de communiquer avec : Canadian Good Roads Association, 875 Carling avenue, Ottawa 1.

Les subventions à la recherche du génie minier seront doublées en 1966-67

Le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources, M. Jean-Luc Pépin, vient d'annoncer l'octroi de subventions au montant de \$100,000 pour favoriser la recherche dans le domaine du génie minier. Ces subventions, attribuées par la Direction des mines, ont été doublées cette année et seront versées à onze universités.

Les premières subventions ont été accordées en 1962, à la recommandation de la Direction des mines, en vue de stimuler et d'encourager la recherche minière dans les universités canadiennes.

Cette année, des subventions à la recherche sur la mécanique des roches sont octroyées à l'École Polytechnique, aux universités de la Colombie-Britannique, de la Saskatchewan, du Nouveau-Brunswick, de Laval, de McGill, de McMaster, de Queen's et de Toronto. D'autres subventions à la recherche sur la préparation mécanique des minéraux sont versées à l'École Polytechnique, aux



Le Canadian Prestressed Concrete Institute a donné une réception en l'honneur de monsieur Régis Trudeau, associé sénior de la firme d'ingénieurs-conseil Régis Trudeau & Associés. Monsieur Trudeau, à droite sur cette photographie, reçoit une plaque d'honneur de la part du Prestressed Concrete Institute présentée par M. Ken Bruce, à gauche, vice-président de la division du béton précontraint de la compagnie Francon (1966) Ltée, pour les travaux de génie et les devis d'un pont de béton faisant partie de l'autoroute des Laurentides, près de Ste-Adèle, Québec.

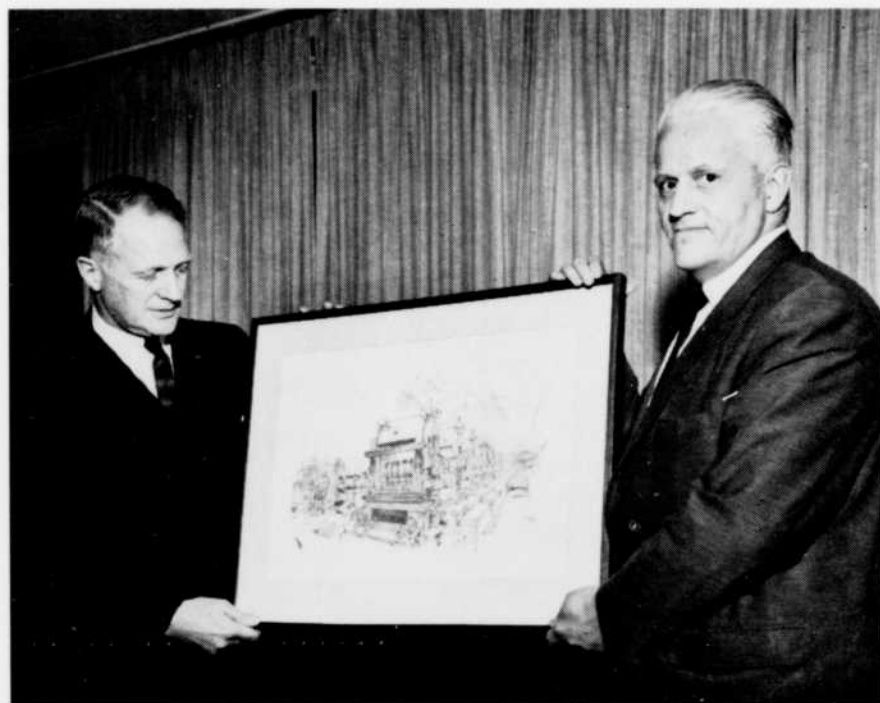
université de l'Alberta, de la Colombie-Britannique, de Laval, de McGill, de Queen's et de Waterloo.

Subvention de la SCHL pour la réalisation de HABITAT '67

L'honorable John R. Nicholson, qui répond au Parlement fédéral de l'activité de la Société centrale d'hypothèques et de logement, a annoncé le 28 décembre 1966 que la Société avait approuvé une subvention de \$250,000 en faveur de la Compagnie canadienne de l'Exposition universelle de 1967.

Cette subvention va aider à payer le coût des travaux de recherche et de préparation des plans, occasionné par la préparation de l'ensemble domiciliaire qui porte le nom de HABITAT 67.

Cette subvention a été accordée aux termes d'un article de la Loi nationale sur l'habitation qui prévoit une aide financière du gouvernement fédéral pour des travaux de recherche et d'études techniques en vue d'améliorer les conditions de logement et de mettre en valeur de nouvelles méthodes de construction.



Un événement de grande importance en technogénie a été souligné le 11 décembre 1966 par la présentation d'une oeuvre inusitée à M. C. H. Drury, président des Acieries Dosco Limitée. Ci-haut, M. Drury, à gauche, et M. C. A. Dagenais présentant le dessin de la part de Surveyer, Nenniger & Chênevert Inc. dont il est le président. Surveyer, Nenniger & Chênevert sont les ingénieurs-conseil qui ont réalisé les études en vue de la nouvelle laminerie de barres et billettes de la Dosco, à Contrecoeur. Mlle Rethi, artiste bien connue et spécialiste des scènes industrielles, s'est vu confier le soin d'exécuter le dessin.

Thèse de doctorat soutenue par Yves Giroux

Monsieur Yves Giroux, gradué en génie civil (1959) de la faculté des Sciences de l'université Laval et maîtrise es Sciences (1960) du Massachusetts Institute of Technology a obtenu récemment de cette dernière institution un doctorat es Sciences. Sa thèse portait sur "L'application des ordinateurs électroniques au calcul des voiles minces de béton". Monsieur Giroux est présentement attaché au département de génie civil de l'université Laval à titre de professeur auxiliaire.

Représentant de l'A.D.P. à la Corporation de l'École Polytechnique

Au cours de l'automne dernier, se prévalant du droit que lui accorde la charte de l'École Polytechnique, l'Association des Diplômés de Polytechnique a nommé son représentant au Conseil de la Corporation, pour le prochain terme de quatre années.

Le confrère choisi est monsieur J.-Georges Chênevert, diplômé de la pro-



M. J.-Georges Chênevert

motion 1923, ingénieur-conseil de réputation internationale, associé du bureau d'études Surveyer, Nenniger & Chênevert et ancien président de l'Association des Diplômés dont il est membre à vie et Gouverneur.

Sa vaste expérience professionnelle et son dévouement habituel seront sûrement un apport précieux aux délibérations du Conseil d'administration de l'Alma Mater.

Mission du Québec à Nuclex '66

Plusieurs bureaux d'ingénieurs-conseil du Québec, dont Surveyer, Nenniger & Chênevert et The Shawinigan Engineering Co. Ltd., avaient envoyé des représentants aux journées d'information des industries nucléaires (Nuclex '66), qui se sont tenues à Bâle au cours de l'automne dernier.

Le bureau d'études S.N.C. était représenté par l'ingénieur Arnold H. Boehm, diplômé de la promotion 1932, à l'Université de Prague.

Élection à l'Association des Professeurs de l'École Polytechnique

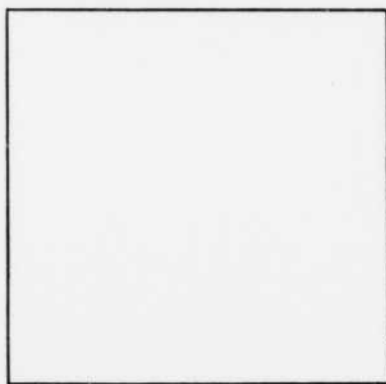
MM. P.L. Piché, B. Lanctôt, G. Girard et M. Rigaud ont été élus respectivement Président, Vice-Président, Trésorier et Secrétaire de l'Association des Professeurs de l'École Polytechnique. L'Association groupe 102 membres ordinaires et 13 membres associés. L'Association se propose d'aider ses membres à remplir le mieux possible leurs fonctions de professeurs d'université par tous les moyens qui lui sembleront désirables.



On peut éprouver la qualité au toucher . . .

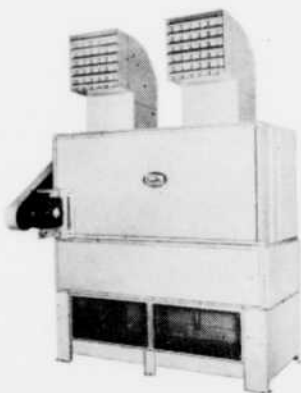


l'oreille apprécie le silence . . .



mais la plus grande différence reste invisible.

Le savoir-faire, voilà la vraie différence. Et c'est celle que vous trouvez dans tous les appareils KeepRite. Depuis 20 ans, KeepRite n'a cessé d'être à l'avant-garde des fabricants d'équipement de réfrigération. La prochaine fois que vous ferez des comparaisons entre différents réfrigérateurs, n'oubliez pas de tenir compte de la grande différence qui distingue les KeepRite de tous les autres: Le *savoir-faire* KeepRite. À long terme, c'est le plus important avantage, même s'il ne se voit pas.



KeepRite PRODUCTS
LIMITED,

Brantford, Ontario

BUREAUX DE VENTE: MONTRÉAL, HALIFAX,
OTTAWA, TORONTO, HAMILTON,
LONDON AND VANCOUVER

Entreprise Canadienne d'étude et de fabrication d'appareils
de réfrigération, de climatisation et de chauffage.

101-717

L'INGÉNIEUR

entre autres : a) en veillant à promouvoir un niveau académique élevé chez ses membres; b) en favorisant des rencontres entre les professeurs de sciences des autres institutions de niveau universitaire; c) en cherchant à améliorer les conditions de vie et de travail des professeurs; d) en collaborant avec la Direction de l'École Polytechnique dans les questions d'intérêt commun; e) en collaborant avec les autres associations qui ont des objectifs semblables.

L'Aluminium Reynolds en vedette à la Place des Ingénieurs

La sculpture abstraite toute en aluminium intitulée "Galaxie", oeuvre de l'artiste torontois Gérald Gladstone, a été récemment hissée et mise en place au sommet de sa colonne inter-planétaire située au centre de la Place des Ingénieurs à l'Expo '67. C'est la Société d'Aluminium Reynolds (Canada) Limitée qui a offert à l'artiste la quantité de métal nécessaire pour réaliser son oeuvre (soit 2,000 lbs. d'aluminium en feuilles).



NOUVELLES DE L'A.D.P.

Assemblée annuelle et banquet

Le Conseil profite de cette rubrique pour vous réitérer son invitation pressante à prendre part aux délibérations de l'Assemblée générale et à venir rencontrer vos confrères au banquet annuel, vendredi le 24 février, à l'hôtel Reine Elizabeth.

L'Assemblée annuelle aura lieu à 4:00 hres de l'après-midi, et le banquet annuel à 7:30 hres du soir. Ne manquez pas



Cette photographie montre les représentants du Canadien National qui se sont joints à M. Maurice Archer pour donner une conférence aux finissants en génie industriel sur les services que le Canadien National offre à l'industrie. Assis au centre, M. Archer, vice-président, Recherche et Développement, reçoit certaines indications sur le récent développement des régions minières de Matagami et Chibougamau de M. Léo Moisan, directeur de l'Expansion Industrielle pour la région du St-Laurent. Au centre, debout, nous voyons M. Pierre Lamarche, surintendant-adjoint Télécommunications, ainsi que M. Jacques Thivierge, directeur-adjoint, Centre de Recherche Technique. M. John Gardiner, directeur-général du Service des Ventes, qui était aussi un des conférenciers, n'apparaît pas sur cette photographie.

cette occasion de renouer les liens d'amitiés qui vous unissent aux confrères polytechniciens de votre vie étudiante.

Initiation des finissants

L'initiation des finissants de la 91e Promotion eut lieu au Centre Social, le 27 janvier dernier. Toutefois, étant donné que les textes publiés dans l'Ingénieur doivent être rendus chez l'imprimeur quatre ou cinq semaines avant leur publication, nous devons remettre à la livraison de mars, le compte rendu de cette fête.

Calendrier de nos activités

Dans le but de faciliter la participation aux activités régulières de l'Association à un plus grand nombre de diplômés, le Conseil a décidé que, dorénavant, celles-ci auront lieu à "jour fixe", d'année en année.

Ainsi les intéressés sont priés de réserver, dès maintenant, les jours suivants sur leur calendrier de l'année en cours :

Organisations du Conseil général :

- a) Tournoi de golf annuel : le deuxième vendredi du mois d'août;
- b) Cocktail annuel à Montréal : le premier samedi du mois de novembre.

Les membres des Sections ont souvent manifesté le plaisir qu'ils éprouvent à accueillir les confrères des autres régions, à leurs organisations locales. Sans connaître exactement quand celles-ci auront lieu, on sait que :

- a) le tournoi de golf de la Section de Québec a lieu à Boischatel, vers la mi-juin;
- b) l'assemblée annuelle et le dîner de la Section Ottawa-Hull ont lieu en fin décembre ou début janvier;
- c) la Section Saguenay-Lac St-Jean se propose d'organiser un tournoi de golf au printemps 1967.

Les dates précises seront annoncées plus tard, dès que les Sections les auront communiquées au Secrétariat permanent de l'Association. ■



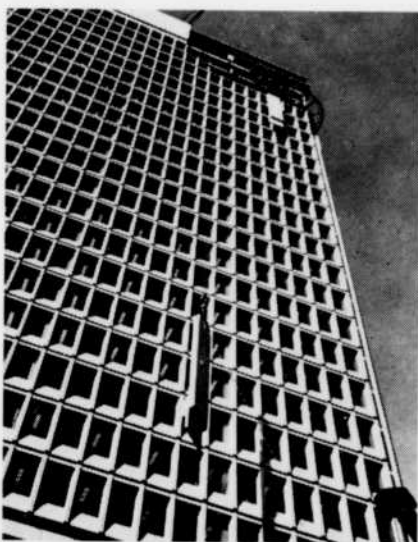
ÉCHOS DE L'INDUSTRIE

Le hissage de panneaux de béton préfabriqués établit un précédent dans les annales de la construction

Le hissage final des 106 panneaux de béton préfabriqués aux étages supérieurs de l'édifice à bureaux de la Place du Canada s'est effectué lundi le 9 janvier, et les méthodes utilisées sont probablement un précédent dans les annales de la construction au Québec.

Préfabriqués à l'usine de Shockbeton de St-Eustache, ces panneaux pesant chacun de 8 à 10 tonnes et ayant 5 pieds de large sur 24 pieds de haut, recouvrent les deux étages mécaniques de l'imposant complexe, voisin du Château Champlain. A cause de la situation de l'édifice, le déchargement de ces panneaux a dû s'effectuer du côté sud, c'est-à-dire sur la rue St-Antoine.

Pour ce faire, un équipement spécial a été utilisé, et un premier derrick à flèche de grande puissance de levage,



installé sur le toit de l'édifice, hissait chaque panneau jusqu'au 23^{ième} étage. On déposait à cette hauteur le panneau sur le monorail qui fait saillie et entoure l'édifice sous forme de boucle fermée. A ce moment, l'ancrage du panneau était transféré à un second derrick de moindre puissance qui devait le hisser sur une hauteur de 20 à 30 pieds en place pour installation finale.

Le rôle du monorail était de transporter chaque panneau en position, en commençant du côté opposé au lieu de déchargement, car à mesure que chaque panneau était mis en position définitive, on démentelait une section du monorail.

Cette phase de la construction de l'édifice de la Place du Canada s'est effectuée rapidement pendant plusieurs jours.

Nominations chez Hewitt Equipment Limited

Hewitt Equipment Limited, représentant de Caterpillar Tractor Co. auprès des secteurs industriels québécois de la construction lourde, des mines, de l'exploitation forestière, de l'équipement industriel et des moteurs diesels, annonce les nominations suivantes : M. Gordon B. Mills au poste de vice-président, mise en marché; M. Rod J. Boileau, au poste de vice-président, service; M. N.T. Sanderson, assistant-gérant de la succursale de Québec et assistant secrétaire de la compagnie; M. J.C. Swift, gérant général des finances; M. Larry Pelletier, ing., gérant du département des ventes pour Montréal; M. Don Sharabura, gérant de la succursale de Sept-Iles; et M. André Brossard, ing., gérant du département du service pour la région de Montréal.

Le premier système de compteurs d'eau préfabriqué est installé à Berthierville

Le premier système de compteurs d'eau préfabriqué au Canada mesure deux millions de gallons d'eau s'écoulant annuellement entre Berthierville et la paroisse avoisinante de Berthier.

Spécialement réalisé par Rockwell Manufacturing Company of Canada, Limited, LaSalle, P.Q., la conduite de huit pouces utilise un système de deux compteurs de quatre pouces, à registre unique; le débit de chacun s'élève à 400 gallons impériaux par minute. Cependant, quand ils fonctionnent ensemble, le débit de ces compteurs atteint plus de 1,000 gallons à la minute.

Le fabricant a construit le système préfabriqué de façon que les compteurs puissent être facilement fixés à leur place exacte dans la conduite, réduisant de ce fait les frais d'installation.

L'ensemble des deux compteurs, des vannes et de la tuyauterie ne pèse que 1,000 livres environ. Le coût de l'installation s'est élevé à la moitié environ du montant requis pour la pose d'un compteur unique équivalent de huit pouces.

L'unité, démontée en sections, a pu être installée facilement par deux personnes. En cas de nécessité, rare d'ailleurs, d'entretien, ce service serait simplifié du fait que l'un des côtés de l'unité double peut être arrêté, sans interruption du service, pendant l'installation d'un nouveau compteur ou pendant des réparations à l'atelier.

L'ensemble comprend deux compteurs enregistreurs détachés Rockwell, avec





Pour servir les grands ou pour amuser les petits, les produits en acier laminé Algoma offrent la qualité

Quels que soient les produits que vous fabriquez, s'ils sont en acier laminé, Algoma peut y apporter l'élément essentiel: la qualité. L'acier laminé Algoma est utilisé dans un nombre imposant de produits extrêmement variés. Une des principales raisons, c'est qu'il est offert en tôle de 96" laminée à chaud et en tôle de 74" laminée à froid. Ainsi, il y a maintenant des

milliers de produits qui peuvent être fabriqués en acier laminé de qualité Algoma. Convincez-vous-en vous-même en profitant des services techniques spécialisés d'Algoma. Avant de placer votre prochaine commande d'acier laminé, faites connaître vos exigences à Algoma. Quoi que vous fabriquez, vous pouvez l'améliorer avec l'acier laminé de qualité Algoma.



THE **ALGOMA STEEL** CORPORATION, LIMITED

SAULT STE. MARIE, ONTARIO • DISTRICT SALES OFFICES: SAINT JOHN, MONTREAL, TORONTO, HAMILTON, WINDSOR, WINNIPEG, VANCOUVER



Où en êtes-vous dans cette course à l'espace?

L'espace c'est l'enjeu mondial et les cosmonautes ne sont pas seuls à se le disputer... Pour un chef d'usine, quand il s'agit d'entreposage, l'espace — sur terre — est d'importance vitale. Les structures Redirack transforment surface en volume et récupèrent de fond en comble tout espace inutilisé. Redirack est facile à monter (sans boulons) et répond à tous les besoins d'entreposage de charges lourdes sur palettes. Avec les éléments préfabriqués Redirack, vous réalisez rapidement et sans main-d'œuvre spécialisée des structures modifiables à volonté, robustes et d'une sécurité absolue. Nous sommes à votre service pour vous aider à découvrir les multiples possibilités de Redirack. A titre gratuit nous préparerons pour vous toutes les études techniques requises. Nous vous adresserons notre brochure illustrée. Complétez ce coupon-réponse et adressez-le-nous, dès aujourd'hui.

REDIRACK

REDIRACK INDUSTRIES LIMITED

6215, CHEMIN DE LA CÔTE-DE-LIESSE, MONTRÉAL 9

S.V.P. M'ADRESSER BROCHURE ILLUSTRÉE REDIRACK GRATUITE

NOM

ADRESSE



quatre soupapes Rockwell Nordstrom et deux collecteurs de réduction de huit pouces. La longueur d'installation est conforme aux normes AWWA pour les compteurs combinés de huit pouces. La canalisation d'eau dessert environ 225 résidents dans la partie ouest de la paroisse de Berthier.

Expédition de bâtiments préfabriqués canadiens en Jamaïque

La Compagnie 'Les Bâtiments d'Acier Préfabriqués Inc.', filiale de Toronto Iron Works Limited, a mis 12 jours seulement pour remplir une commande de 20 bâtiments préfabriqués destinés à l'exportation. Les partitions métalliques et autres accessoires nécessaires à former les charpentes sont actuellement en route pour la Jamaïque où s'effectuera leur montage en bâtiments scolaires. Cette commande s'inscrit dans le cadre du programme d'établissements scolaires destiné aux régions rurales de ce pays.

Afin de pallier à la pénurie particulièrement marquée d'écoles en Jamaïque, les éléments pour 20 autres bâtiments seront expédiés dès le printemps prochain à destination de ce pays.

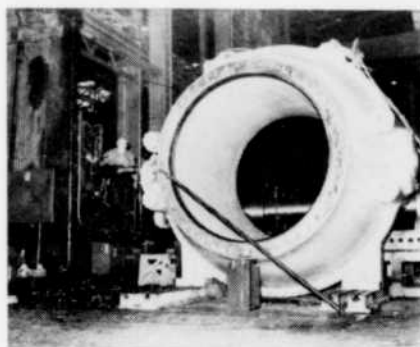
Fondée en 1961 par M. André Breault, vice-président et directeur, la Compagnie Les Bâtiments d'Acier Préfabriqués Inc., dont le personnel se composait alors de trois personnes, emploie à l'heure actuelle 150 hommes dans ses ateliers situés à St-Eustache, P.Q.



La plus grande soupape d'arrêt sphérique fabriquée par Dominion Engineering Works Ltd.

La Dominion Engineering Works Limited de Lachine a fabriqué cette soupape sphérique géante de 87 pouces, qui servira de soupape d'arrêt pour une turbine montée à la centrale d'énergie de Baie d'Espoir sur la côte sud de l'île de Terre-Neuve.

Cette soupape mesure 14 pieds entre les tourillons et peut supporter une pression de 390 psi sous des contraintes de tension normales. La Newfoundland and Labrador Power Commission a commandé quatre soupapes de ce genre pour sa centrale de Baie d'Espoir. Un cylindre hydraulique utilisant l'eau d'un canal d'aménée les actionnera; chacune d'elles pèse plus de 80 tonnes.



Des compagnies canadiennes dans le domaine du bois lamellé-collé se groupent pour favoriser leur expansion

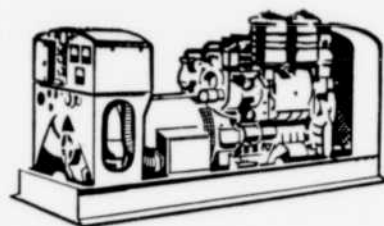
Un groupe de compagnies canadiennes associées dans les multiples domaines de la préservation du bois, de la fabrication de pièces de bois lamellé-collé et de différents projets de charpentes en bois, a été reconstitué afin de réaliser un programme d'expansion de \$2,500,000 sous la loi fédérale Stimulant le Développement de Certaines Régions.

Cette compagnie nouvellement réorganisée sera maintenant connue sous le nom de Industries TPL Ltée et comprend les compagnies anciennement connues sous les noms de Timber Preservers Limited, à Burnaby, C.B.; Bondwood Structures (Alberta) Limited et Les Structures Lamellées Ltée, à Montréal.

L'usine du Québec sera construite à Louiseville et on croit qu'elle sera ouverte pour la fin du mois de juin.

Récemment, Les Structures Lamellées Ltée fournissait 20 immenses poutres lamellées (chacune mesurait 135 pieds de longueur par 14½ pouces d'épaisseur et 84½ pouces en profondeur) pour le Pont du Cosmos qui réunira les pavillons de la Russie et des Etats-Unis, à Expo 67.

Ce sera sur ce pont qu'un cosmonaute russe et un cosmonaute américain se rencontreront pour officiellement ouvrir Expo 67, le 28 avril. ■



Vous avez le droit
de réclamer davantage
quand vous vous adressez
à des spécialistes.

A Dorval Diesel vous obtenez
toujours satisfaction!

**C'est que, voyez-vous,
Dorval Diesel n'a
qu'une spécialité —
les moteurs Diesel.**



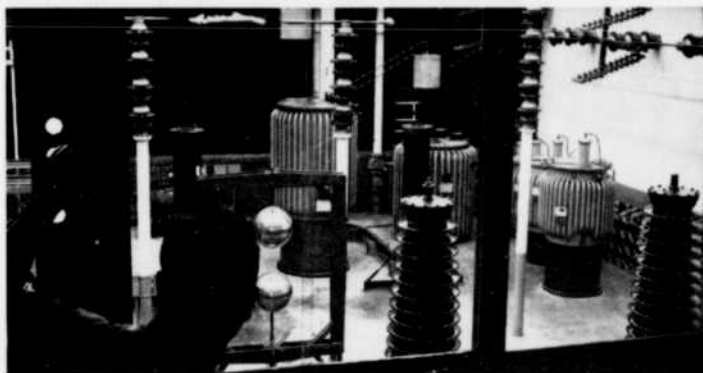
Vous voulez un moteur
convenant à vos besoins?
Un équipement à toute épreuve?
Des conseils avisés sur diverses
applications des moteurs diesel?
Un service d'entretien inégalé
exécuté par des experts? Des
pièces de remplacement d'origine?

**Vous obtenez ce que
vous voulez ... et
davantage quand
vous vous adressez
aux spécialistes
des moteurs diesel à**



2190, BOUL. HYMUS
DORVAL (P.Q.)

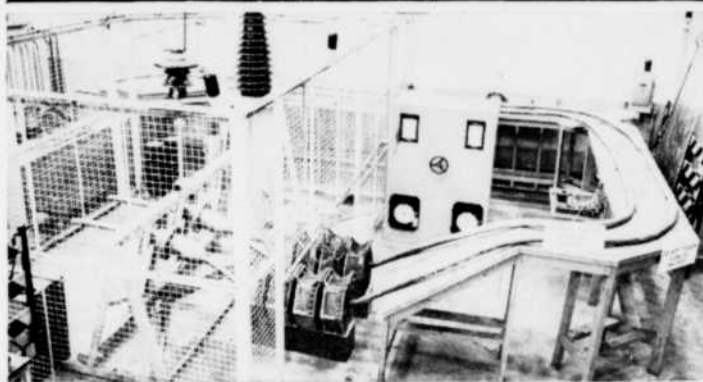
Laboratoire
haute tension de
Northern Electric.



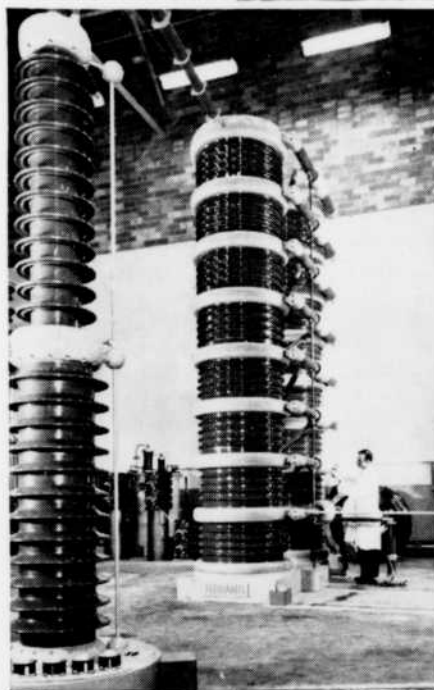
Poste de contrôle du laboratoire;
l'on peut apercevoir le pont
de Schering, les appareils d'étalonnage
et un appareil de prise de vues par impulsion.



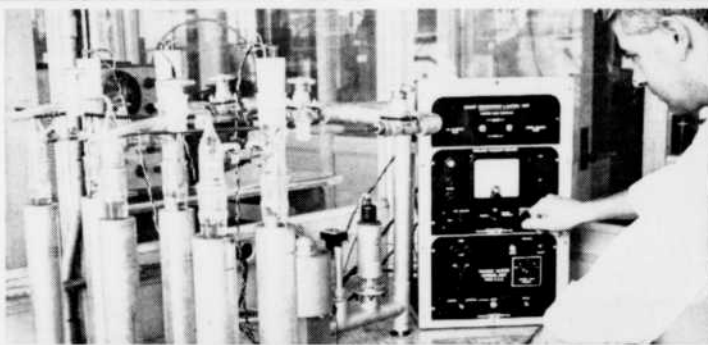
Essais en charge
destinés à reproduire
des conditions extrêmes
d'utilisation.



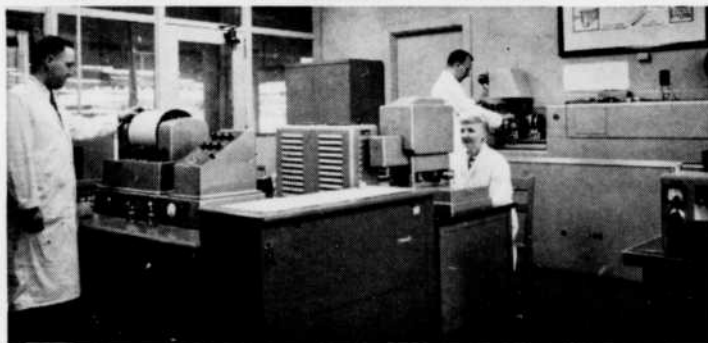
Générateur d'ondes
de choc de 1,600,000
volts utilisé pour les
essais à haute tension.



Laboratoire servant
à l'étude technique
des nouveaux câbles,
à l'aide de petits
échantillons de câbles.



Laboratoire
à spectroscope où des
appareils à rayons X,
à rayons infrarouges
et à pouvoir émissif
permettent des analyses
très rapides et précises
des éléments de câbles.



4067-4F

Les câbles PILC fabriqués par Northern Electric ont une durée plus que deux fois supérieure à celle des câbles standard.

Tous les câbles de puissance isolés au papier obéissent aujourd'hui à certaines normes de base. Les essais de normalisation, toutefois, omettent de faire la distinction entre un câble de qualité supérieure et un câble de qualité ordinaire, entre un câble fait pour durer vingt ans et un autre qui sera encore en service après cinquante ans. Le câble PILC de marque Northern Electric synthétise les connaissances et l'expérience que confère à cette société son titre de plus ancien fabricant de câbles au Canada. Cette société a mis au point une gamme d'essais qui vont bien au-delà des simples

critères de base. Ses câbles PILC sont conformes aux plus hautes normes reconnues dans l'industrie.

Les critères d'excellence de Northern Electric sont l'assurance d'une qualité insurpassable et d'une fiabilité à toute épreuve.



COMPAGNIE
Northern Electric
LTÉE



Voici le moment de faire appel à Allis-Chalmers

Pourquoi? La raison en est bien simple. Le plus tôt vous nous appelez en consultation, le plus nous pouvons contribuer à un projet. Considérez les raisons suivantes:

- Nous consulter à l'époque où vos travaux sont dans leur phase initiale vous permet de créer dès maintenant au lieu d'adapter plus tard.
- Allis-Chalmers est établie au Canada, donc vous bénéficiez pleinement de notre expérience et de nos connaissances des exigences Canadiennes.

- Des innovations telles que l'assurance qualité et les programmes de production établis par ordinateurs nous permettent de *nous* maintenir en avance sur vos prévisions.

Il est donc logique de nous consulter très tôt . . . avant même que vos dessinateurs se mettent à l'œuvre. Canadian Allis-Chalmers Limited, C.P. 37, Montreal, Que.

 expo67
Rendez-nous visite au
Pavillon des Industries du Québec

 **CANADIAN
ALLIS-CHALMERS**

L'autosynchronisation d'alternateurs grande puissance au réseau de l'Hydro-Québec

par G. ROBERGE et G. ST-JEAN

Historique

Les premières expériences de l'Hydro-Québec en matière d'autosynchronisation datent de 1962. Depuis dix ans au moins, des travaux analogues se poursuivaient en U.R.S.S. où on eut d'abord l'idée de ce procédé. Pendant ce temps, l'usage se répandait au Japon et à quelques pays d'Europe^(1, 2, 3). Les recherches entreprises ici et là portèrent généralement sur des alternateurs à roue hydraulique de faible ou de moyenne puissance et aussi sur des turbo-alternateurs à rotor cylindrique.

Nos premiers essais orientés vers la mise en oeuvre de ce mode de couplage se firent à la centrale de Beauharnois, sur des groupes à roue hydraulique d'une puissance nominale de 65,000 kVA. Les résultats ont fait l'objet d'une conférence de l'AIEE, à l'auditorium de l'École Polytechnique de Montréal en mars 1963⁽⁴⁾.

Depuis lors, à titre expérimental, on procède régulièrement au couplage par autosynchronisation du groupe No 6 de la centrale Carillon; cette centrale comporte

14 groupes de 55,000 kVA auxquels on appliquera sous peu le même procédé.

Le propos de cet article est de décrire l'autosynchronisation et d'illustrer les phénomènes qui l'accompagnent, au moyen d'enregistrements pris récemment sur le groupe No 6 à Carillon. Précisons que depuis 1963, ce groupe a été autosynchronisé au réseau au-delà de trois cents fois, tant pour fins d'expérimentation que pour fins d'exploitation. Un si grand nombre de manoeuvres pour un seul groupe correspond à une exploitation normale couvrant plusieurs années; il n'est apparu aucun signe de détérioration prématurée des organes du groupe à l'exception des freins qui, naturellement, s'usent plus rapidement à cause du grand nombre d'arrêts.

Les essais en cours à Manic II portent, cette fois, sur des groupes de 140,000 kVA; cet ordre de grandeur change notablement la nature du problème. L'effet volant élevé des groupes — $176 \times 10^6 \text{ lb-pi}^2$ — et le système d'excitation ultra-rapide dont ils sont pourvus, suscitent des difficultés qui appellent une connaissance intime de l'interaction des divers couples en présence et du comportement des systèmes de régulation. La subtilité des phénomènes nécessite la mise au point d'appareils d'enregistrement complexes, qui permettront notamment de mesurer des variations transitoires d'écart angulaire ainsi que des fluctuations rapides de puissance au sein de l'alternateur (Fig. 1).



Monsieur Gérard Roberge a obtenu son diplôme d'ingénieur de l'École Polytechnique de Montréal en 1955. À l'emploi de l'Hydro-Québec depuis 1957, il était chargé des études analytiques jusqu'à tout récemment au Service Essais et Protection; il vient d'être promu chef de division Essais Spéciaux et Laboratoire.



Monsieur Guy St-Jean détient un baccalauréat ès sciences, option physique et mathématiques de l'université Sir George Williams de Montréal. Il est analyste à la division Essais Spéciaux et Laboratoire depuis 1964.

Procédés de couplage

Traditionnellement, le couplage d'une machine au réseau se fait par tâtonnement. L'opérateur s'efforce, par manipulation du vannage, d'amener la machine aussi près que possible de la vitesse synchrone. En surveillant, à l'aide d'un synchronoscope, la différence de vitesse et l'angle électrique de la machine par rapport au réseau, il choisit, pour coupler à la volée, le moment où les écarts de vitesse et d'angle passent

simultanément par un minimum déterminé au jugé. Dans certain cas, il doit s'écouler plusieurs minutes d'un temps qui peut être précieux avant qu'il y ait simultanéité. De plus, cette façon de procéder n'est malheureusement pas à l'abri de l'erreur humaine; il arrive, très rarement bien entendu, qu'un couplage se fasse en opposition de phase, ou presque. Une manoeuvre de ce genre est sans contredit la plus dure qu'une machine soit appelée à subir, à plus forte raison si elle s'accompagne de glissements de pôle.

Pour pallier ces inconvénients, l'Hydro-Québec a équipé chaque machine d'un dispositif de synchronisation automatique à la centrale de Beauharnois, en 1959⁽⁵⁾. Ce dispositif agit directement sur le régulateur de vitesse et tient lieu d'opérateur dans la manoeuvre de couplage décrite plus haut. Il comporte deux relais qui actionnent deux contacts raccordés en série et qui ont respectivement pour rôle de surveiller la différence de vitesse et l'écart angulaire. Le signal de couplage n'est donc transmis que si les deux valeurs sont comprises simultanément dans des limites précises. L'erreur humaine est par le fait même éliminée, mais non pas les délais et les défaillances mécaniques possibles du dispositif.

À l'encontre des modes de couplage classiques, l'autosynchronisation, qui consiste à rattacher la machine au réseau à la façon d'un moteur, offre l'avantage d'une rapidité extrême, se fait en douceur et élimine tout risque de fausse manoeuvre, même si le réseau est perturbé. Du démarrage de la machine à la synchronisation, il faut tout au plus 30 secondes. Et une fois donné le signal de démarrage, l'opérateur est libéré. On a là un moyen d'intervention rapide pour affermir un réseau chancelant à la suite d'une perturbation ou pour le remettre en service en cas de panne totale.

Couples

C'est grâce à l'action de plusieurs couples qui entrent en jeu à tour de rôle que l'autosynchronisation est possible. Ces couples, qui permettent d'atteindre au synchronisme en douceur, sont de nature mécanique et de nature électromagnétique. On en compte cinq :

- a) Le couple *actif*, qui est le fait de la turbine; il dépend de l'admission d'eau. Sous son effet, le couplage peut se faire à glissement constant par rapport au champ tournant représentatif du réseau, ou encore en régime d'accélération, selon que la turbine exerce une force égale ou supérieure aux efforts de freinage. Il était habituel de supposer ce couple constant mais nous verrons, avec les résultats des essais de Carillon, que l'influence du régulateur de vitesse se fait sentir même avant l'accrochage.
- b) Le couple de *freinage*, qui résulte du frottement aux paliers, de la ventilation et de la dissipation d'énergie en chaleur dans l'excitatrice, le cuivre et le fer. D'expression parabolique, ce couple est supposé constant au voisinage de la vitesse synchrone.
- c) Le couple *asynchrone*, qui apparaît dès qu'il y a glissement. Il tend donc à amener la machine au point de synchronisme. Sa relation mathématique est très complexe; elle comporte une composante aperiodique, fonction du glissement, et une composante alternative, fonction de $\cos 2\delta$, où δ est l'angle électrique rotor-réseau. On trouve à l'origine de ce couple le courant qui circule dans l'enroulement amortisseur, le courant induit dans le champ ainsi que les courants de Foucault dans le fer rotorique. Précisons que l'enroulement amortisseur est l'équivalent de la cage d'écurie dans un moteur; sa fonction normale est d'amortir les oscillations quand survient une perturbation dans le réseau.
- d) Le couple *synchrone*, qui prend naissance avec l'apparition du courant d'excitation, c'est-à-dire du moment où le champ excite l'induit. Pour une tension d'excitation constante, la relation mathématique qui exprime ce couple est d'allure exponentielle et fonction du temps, à cause de la constante de temps du circuit d'excitation. S'il y a oscillation ou glissement, la croissance exponentielle prend une allure alternative exprimée dans la relation par le coefficient $\sin \delta$.
- e) Le couple *réactif*, qui dépend de la forme des pôles. Il provient de l'interaction du champ magnétique transversal et du champ magnétique longitudinal de l'alternateur. Son expression mathématique contient le coefficient $\sin 2\delta$; il s'agit donc, ici

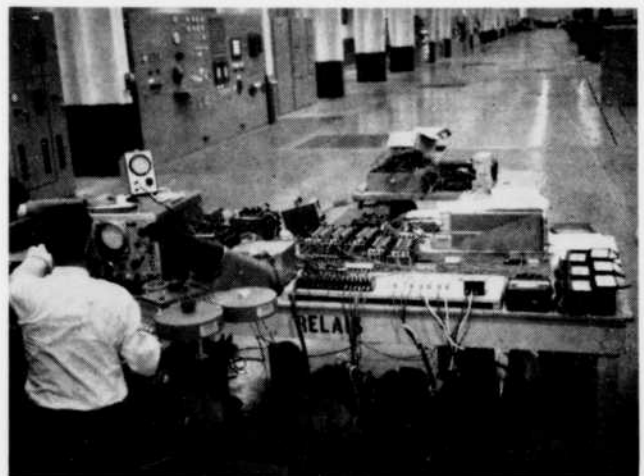


FIGURE 1

L'instrumentation de mesurage requise pour les essais d'auto-synchronisation. — Carillon.

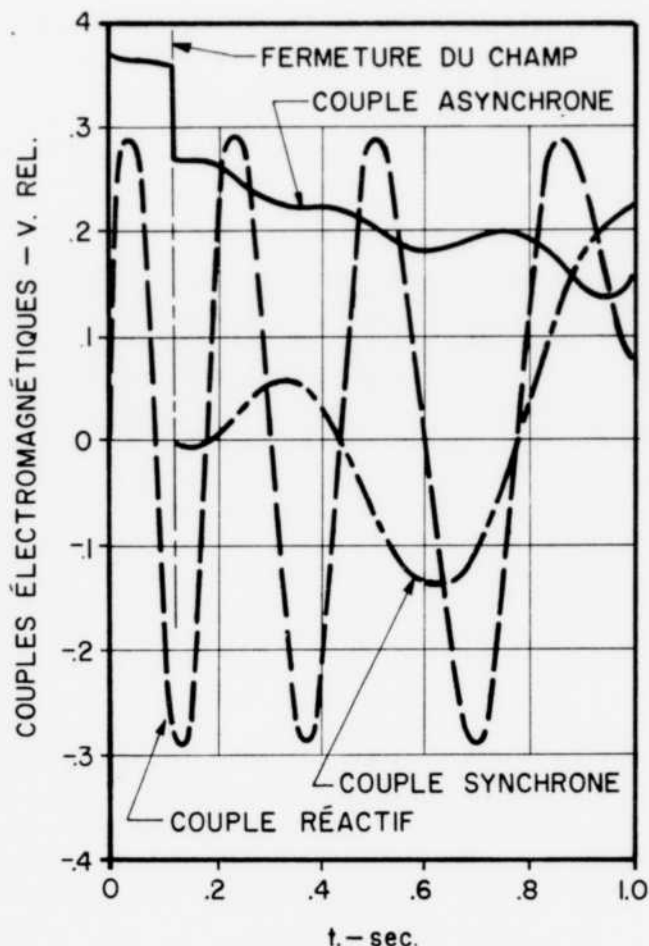


FIGURE 2

Exemple montrant la variation des couples électromagnétiques dans le temps. Extrait d'un calcul effectué sur l'ordinateur Bendix G-15 de l'Ecole Polytechnique, pour un alternateur de Beauharnois III.

encore d'un couple alternatif. Ce couple, toutefois, n'est pas synchronisant; il contribue simplement à l'accrochage.

Avant le couplage, le rotor est affecté d'une vitesse et d'une accélération imprimées par la résultante du couple actif et du couple de freinage. Dès que s'effectue le couplage, deux couples électromagnétiques, le couple asynchrone et le couple réactif, viennent modifier l'équilibre des forces en présence. L'influence de ces couples est proportionnelle au degré de glissement et fonction de l'écart angulaire du rotor par rapport au champ tournant suscité par le courant statorique. Ainsi, pour parvenir à s'accrocher plus rapidement, l'alternateur tirera du réseau, par l'intermédiaire de ces couples, l'énergie qui lui manque. Quant au couple synchrone, dont l'action est retardée délibérément, il intervient le dernier dans le processus et met le point final à la synchronisation, en fournissant, au moment voulu, une identité fixe aux pôles de l'alternateur. Sans son action, l'accrochage pourrait aussi bien se faire à 180° qu'à 0° .

Pour des raisons d'équilibre, on le conçoit, la résultante des cinq couples doit se manifester par un changement continu dans la vitesse du rotor, jusqu'au point de synchronisme. Si l'on veut établir la pratique de l'autosynchronisation en parfaite connaissance de cause, il faut cerner les phénomènes dynamiques qui entourent cette manoeuvre. Le nombre et la mobilité des forces en présence compliquent les calculs au point qu'il faut recourir à l'ordinateur.

Hypothèses et méthodes de calcul

L'étude sur ordinateur est indispensable pour l'interprétation des résultats expérimentaux. Toutefois, à cause des trop nombreuses hypothèses de calcul, elle ne peut fournir des valeurs absolument compatibles avec le fait expérimental. Ces hypothèses supposent que

- 1° le fer de la machine n'est pas saturé
 - 2° l'enroulement statorique est distribué sinusoïdalement par rapport à l'entrefer
 - 3° l'inductance du rotor est constante par rapport à l'entrefer et à l'écart angulaire
- et qu'on néglige
- a) la résistance de l'enroulement statorique
 - b) l'influence du régulateur de vitesse et du régulateur de tension
 - c) les composantes amorties qui résultent des courants libres dans le circuit rotorique et le circuit statorique.

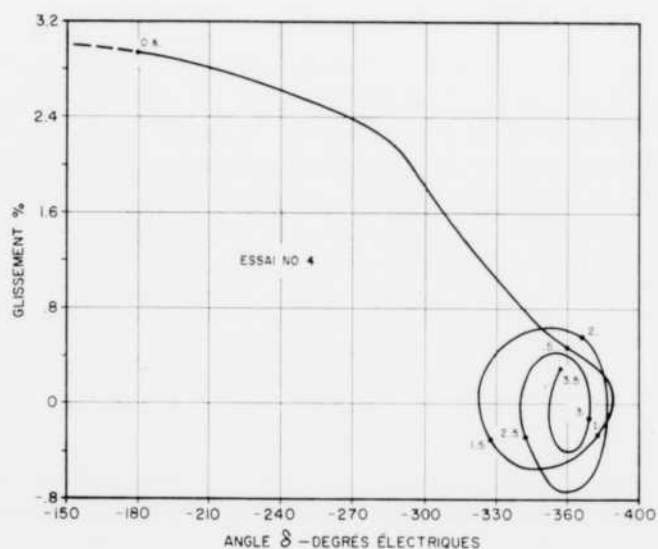


FIGURE 3

Courbe expérimentale de glissement en fonction de δ pour un couplage à 180° . — Carillon

A la suite de nos premiers essais en 1962, nous avons traité le problème à l'aide de l'ordinateur Bendix G-15 de l'École Polytechnique de Montréal. Notre programmation faisait appel à la méthode dite pas-à-pas.

Cette méthode veut qu'on suppose le glissement constant durant un court intervalle de temps. On détermine alors la nouvelle position angulaire et l'énergie absorbée par le rotor durant le déplacement. Les intervalles considérés ne doivent guère, en pratique, dépasser .02 seconde. L'énergie consommée par le rotor pendant l'intervalle a eu pour effet de modifier son taux de déplacement de même que son écart angulaire par rapport au réseau. À partir de ces grandeurs modifiées, on calcule une fois de plus le couple résultant que subira le rotor l'instant suivant. On répète l'opération jusqu'à l'accession de la machine à l'état de synchronisme.

La figure 2 fournit un exemple de la variation des couples électromagnétiques calculés pour un alternateur de Beauharnois. Dans ce cas, le couple actif et le couple de freinage s'annulent; ils n'apparaissent pas dans la variation parce qu'on ne les a pas calculés séparément.

Glissement critique

La technique de l'autosynchronisation repose sur la notion de glissement critique que l'on doit, en

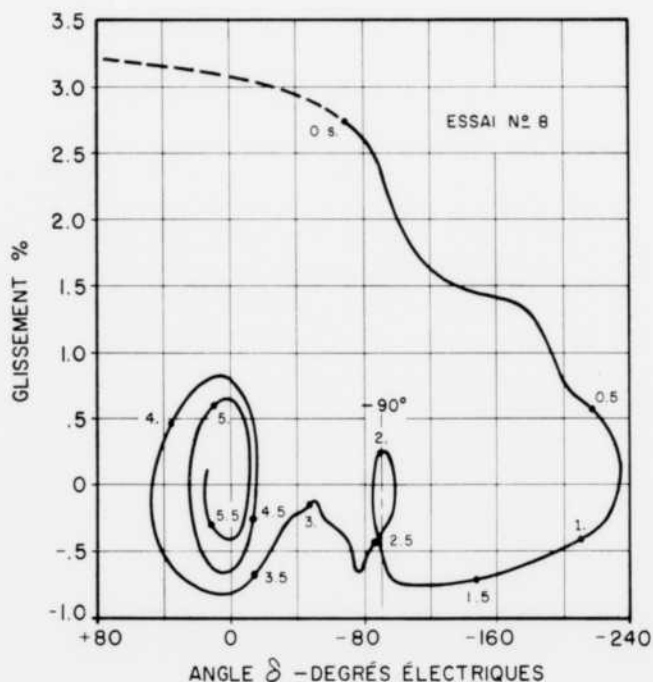


FIGURE 4

Courbe expérimentale de glissement en fonction de δ pour un couplage à 70° . — Carillon

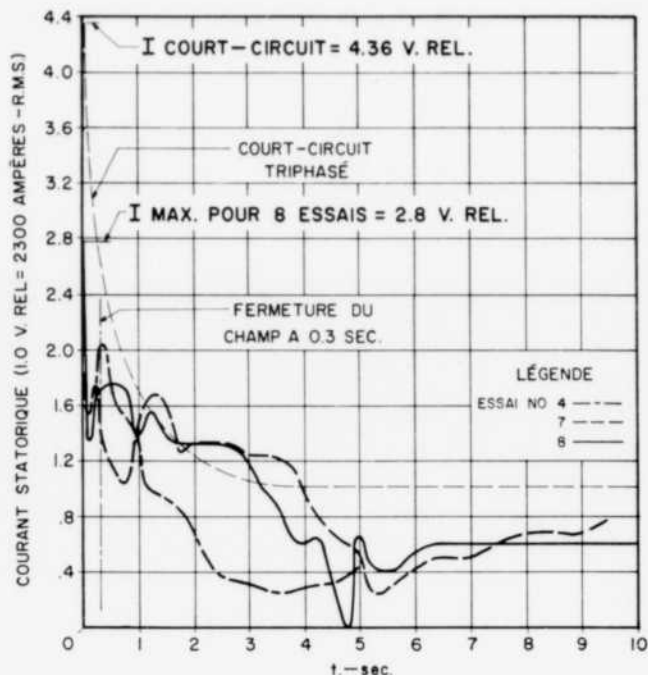


FIGURE 5

Courant statorique mesuré pour quelques cas d'autosynchronisation à des glissements inférieurs à 3%.

grande partie, aux travaux de recherche effectués au Japon⁽³⁾. On trouve, en effet, de part et d'autre de la vitesse synchrone, une plage limitée par le glissement critique et dite "bande optimale de glissement", au sein de laquelle l'accrochage peut s'effectuer en douceur.

D'une manière générale, le synchronisme peut être atteint ou bien sans glissement de pôle ou bien après glissement d'un ou plusieurs pôles. Or le glissement d'un pôle affecté d'une force électromotrice induite est à éviter, à cause de la forte intensité des courants statoriques qu'il provoque et en raison des efforts mécaniques pulsatoires qu'il impose à la machine. De là la définition suivante de la bande optimale de glissement :

La bande optimale de glissement est limitée par deux valeurs de glissement situées de part et d'autre de la vitesse synchrone; à l'intérieur de cette bande, la fluctuation du mouvement du rotor convergerait vers 0° sans passer par 180° , si on avait un déphasage de 0° au moment du couplage avec une application immédiate de l'excitation.

Les calculs effectués sur ordinateur, en 1963, ont permis de situer le glissement critique à $4\frac{1}{2}\%$ environ pour les alternateurs de Carillon. Mais nous ne disposions pas alors de l'instrumentation qui aurait permis de contrôler le bien-fondé de cette limite.

Les figures 3 et 4, tirées d'essais récents (août 1966), confirment enfin que les réglages appliqués aux machines de Carillon assurent l'autosynchronisation dans la bande optimale de glissement.

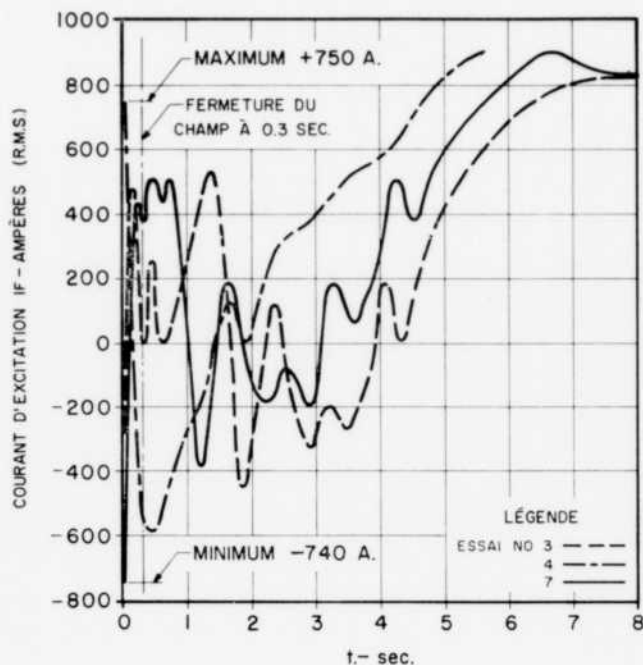


FIGURE 6

Variation du courant rotorique avant et après l'application de la tension d'excitation.

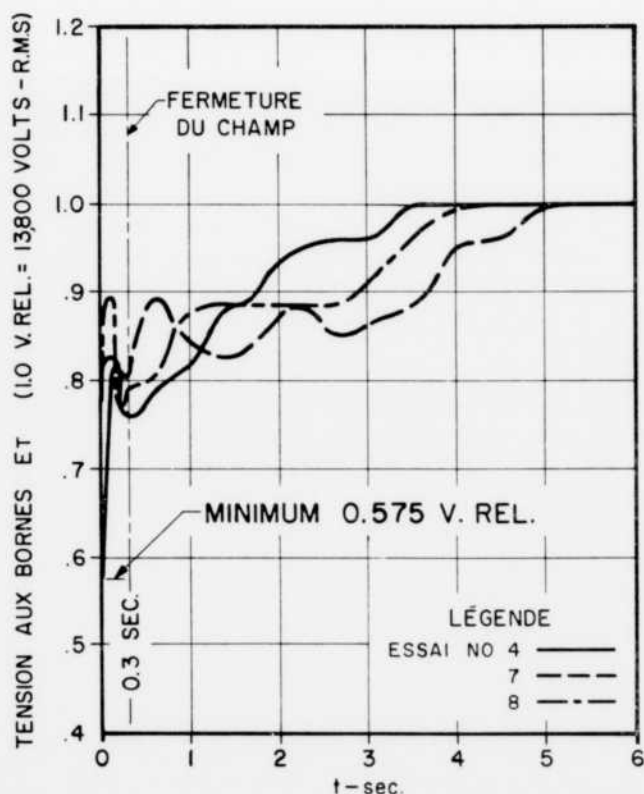


FIGURE 7

Chute de tension enregistrée à la barre 13.8 kV consécutivement au couplage de la machine, lors des essais d'auto-synchronisation. — Carillon

Essais

Les essais préliminaires réalisés à Beauharnois ne visaient qu'à mettre au point la manoeuvre d'auto-synchronisation en vue d'une application éventuelle aux alternateurs de Carillon. Carillon étant une centrale de pointe, les arrêts et les démarrages de groupes générateurs y sont fréquents. L'auto-synchronisation devient alors une pratique d'exploitation intéressante en raison de sa simplicité.

Les essais subséquents, sur les machines de Carillon, voulaient principalement contrôler que le couplage s'y fait dans la bande optimale de glissement. Les mêmes essais nous ont fourni par ailleurs des renseignements précieux sur les grandeurs énumérées ci-dessous. Ces valeurs apparaissent sous forme de courbes à la fin du texte. Elles couvrent quatre essais sur un total de huit.

- courant statorique (fig. 5)
- courant rotorique induit et courant d'excitation après fermeture du champ (fig. 6)
- fluctuation de la tension aux bornes de l'alternateur (fig. 7)
- tension aux bornes de l'excitatrice (fig. 8)
- fluctuation de puissance de la génératrice (fig. 9)

Les principales caractéristiques calculées de l'appareillage sous essai sont :

TURBINE

Type Kaplan, $Wk^2 = 3.2 \times 10^6 \text{ lb-pi}^2$

ALTERNATEUR

55,000 kVA, 0.85 FP, 13,800 volts,

74 pôles, 97.3 RPM

$Wk^2 = 73.8 \times 10^6 \text{ lb-pi}^2$

$x_d = 1.04 \text{ (v. rel.)}$

$x'_d = .30 \text{ ''}$

$x''_d = .27 \text{ ''}$

$x_q = .64 \text{ ''}$

$x'_q = .64 \text{ ''}$

$x''_q = .30 \text{ ''}$

$T'_d = 1.15 \text{ sec}$

$T''_d = .05 \text{ ''}$

TRANSFORMATEUR

13,800 Δ / 138,000 Y Volts, 3 Φ type cuirassé

55,000 kVA

Z = 9.1% ONP.

Modalités d'application

A Carillon, l'ouverture de vannes nécessaire pour entraîner la génératrice à vitesse synchrone à vide est d'environ 13%. Cependant, pour ménager les paliers

au démarrage, elle est fixée à 24% avec une limite de 30%. Le volume d'eau ainsi admis aurait pour effet d'amener la génératrice à vitesse hypersynchrone, n'était un ordre de fermeture qui parvient au système asservi peu avant le régime synchrone.

Presque au même moment, à une vitesse de 94.4 tpm, ou glissement de 3%, un signal ordonne l'enclenchement du disjoncteur qui couple l'alternateur au réseau. Ce signal provient de deux tachymètres, l'un mécanique, l'autre électrique qui actionnent deux contacts en série. Le dédoublement des tachymètres a pour but de prévenir un couplage hors de la bande optimale de glissement, advenant une défaillance de l'un ou de l'autre.

L'enclenchement du disjoncteur principal provoque à son tour l'émission d'un signal d'enclenchement au disjoncteur de champ. À cause des délais mécaniques, l'enclenchement du disjoncteur de champ survient 0.3 seconde après celui du disjoncteur principal. Il s'ensuit que, durant ce court intervalle, le champ, qui est court-circuité sur une résistance de décharge de 1.68 ohm, a dû porter des courants induits de l'ordre de 750 ampères (voir fig. 6). Fait à noter, la résistance de décharge, qui a pour effet de diminuer considérablement la constante de temps du circuit inducteur, augmente la valeur du couple asynchrone. Dans la figure 2, on voit par exemple que la valeur du couple tombe brusquement à la fermeture du champ qui entraîne la mise hors circuit de la résistance de décharge.

Le champ ne doit être appliqué qu'après le couplage de l'alternateur au réseau. S'il est appliqué prématurément, la force électromotrice induite peut donner lieu à un couple très puissant (couple synchrone) que la machine ne saurait supporter impunément qu'une fois accrochée. Par ailleurs, si le champ est appliqué trop longtemps après le couplage, le couple synchrone peut s'avérer trop faible, de sorte que le rotor risque, à cinquante pourcent, de s'accrocher d'abord à un pôle du champ tournant d'identité contraire, quitte à s'échapper vers le pôle suivant avec la montée du couple synchrone.

La vitesse de montée du couple synchrone dépend de la constante de temps du circuit d'excitation et de l'intensité de la tension d'excitation. On voit (fig. 8) qu'à la fermeture, au temps $t = 0.3$ sec., cette tension n'est même pas encore établie à sa valeur nominale à vide.

La régulation de tension, qui s'effectue sous contrôle automatique, ajuste la tension de l'alternateur conformément à la tension de barre qui lui sert alors de référence. On évite ainsi l'échange de puissance réactive entre l'alternateur et le réseau après le couplage.

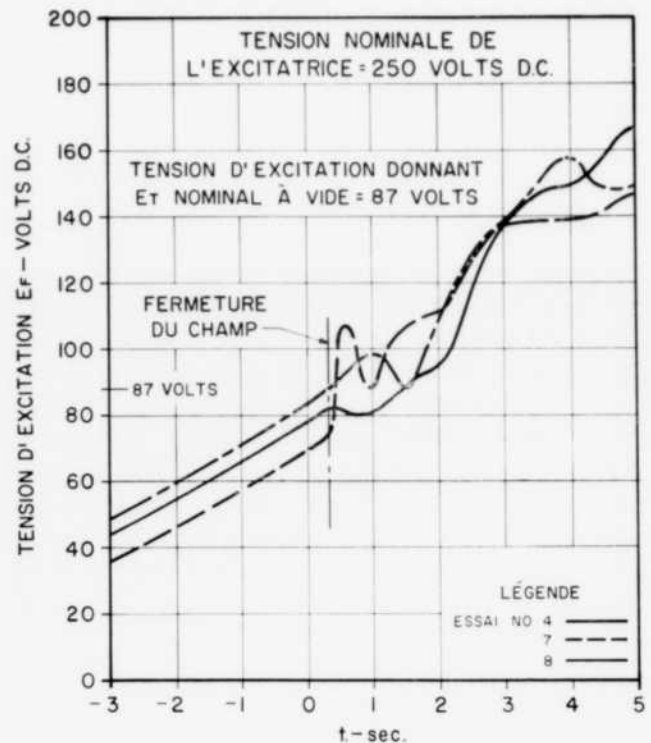


FIGURE 8

Courbes expérimentales illustrant l'établissement de la tension d'excitation au cours du processus d'autosynchronisation.

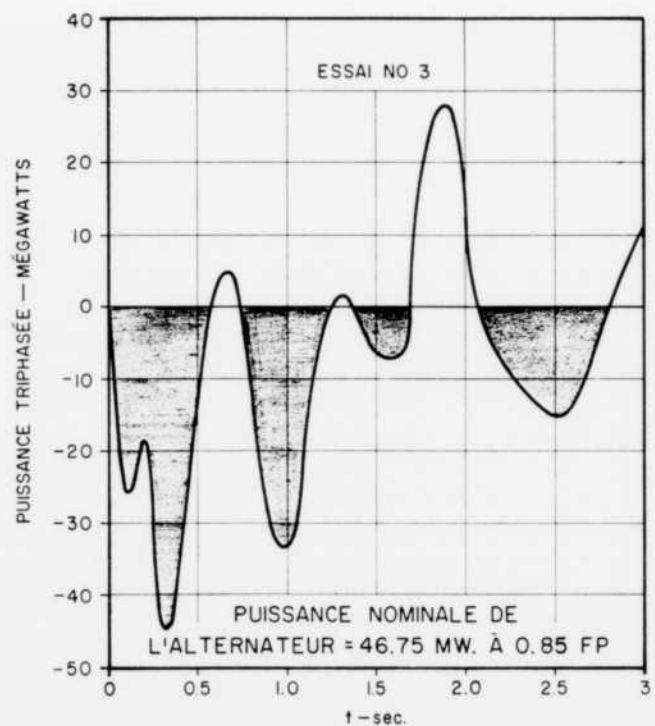


FIGURE 9

Fluctuation de la machine durant les trois premières secondes de l'autosynchronisation. Cette courbe expérimentale représente un couplage à environ 4½% de glissement.

Discussion des résultats d'essais

La pierre d'achoppement en autosynchronisation est l'effort d'arrachement qui s'exerce sur l'enroulement statorique. La figure 5 établit le parallèle entre le courant d'un court-circuit triphasé pour lequel l'alternateur est conçu et le courant qui circule durant les premiers cycles du couplage. Ce courant atteint, au maximum, 65% de l'intensité du courant de court-circuit. L'effort mécanique imposé au bobinage diminue comme le carré du courant (1); il atteint donc tout au plus 40% de l'intensité en court-circuit.

Quant à l'effort de torsion transmis à l'arbre de la turbine, il est négligeable, cet effort est dans le rapport de l'effet volant de la turbine à l'effet volant total du groupe, soit 4% du couple appliqué au rotor. L'enregistrement du va-et-vient de puissance entre l'alternateur et le réseau fournit une image de ce couple. Il atteint son maximum durant la première seconde alors que la machine tire du réseau une énergie synchronisante considérable, après quoi les fluctuations de puissance deviennent oscillatoires, une fois la machine accrochée.

Nous avons choisi, pour illustrer ce phénomène, l'essai No 3 qui s'est fait à un glissement de 4½% environ (fig. 9). La première pulsation de puissance atteint la puissance nominale de la machine après un quart de seconde; elle aurait dépassé cette valeur si le couple actif, n'eût été l'ouverture des vannes à 24%, avait eu moins de force.

Par ailleurs, on constate l'apport du couple actif sur la courbe de glissement de la figure 4. Il aurait été normal, dans ce cas, que le pôle passe par 180° pour aller s'accrocher à 360°. Mais à cause du couple actif, le rotor est revenu sur ses pas de 240°, pour finalement se synchroniser à la position 0°.

Si on se reporte à la définition du glissement critique, les essais permettent de conclure au couplage à l'intérieur de la bande optimale de glissement dans tous les cas.

Une ouverture de vannes plus grande combinée avec une constante de temps plus courte de l'excitation (fig. 6 et 8) auraient sans doute pour effet d'élargir la bande admissible de glissement; seule une expérimentation poussée permettrait d'arriver à une conclusion définitive à ce sujet.

Pour terminer cette brève analyse, précisons que la tension de barre subit une chute appréciable au moment du couplage (fig. 7) et qu'elle n'atteint sa valeur normale qu'après 5 secondes, délai nécessaire pour l'établissement du courant d'excitation. La chute

est accentuée du fait qu'une forte impédance, celle du transformateur, s'insère entre la machine et le réseau.

Conclusion

À ce jour, l'autosynchronisation, telle que réalisée à la centrale de Carillon, a fourni des résultats concluants. Toutefois, le procédé pourrait être amélioré par l'élargissement de la bande admissible de glissement grâce à l'utilisation mieux ordonnée des couples engendrés par la turbine et par le système d'excitation. Ces couples dépendent de systèmes asservis; on ne peut donc les manier sans une connaissance approfondie du comportement de ces systèmes.

Pour l'Hydro-Québec, l'autosynchronisation n'apparaît plus uniquement sous le jour d'un procédé sûr et rapide. Il semble, en effet, que cette pratique concourra à une exploitation plus rationnelle des centrales contrôlées du centre du réseau à l'aide de cerveaux électroniques.

Autre aspect intéressant de l'autosynchronisation, l'économie de matériel et de temps dans les anciennes centrales qui comportent un grand nombre de génératrices de faible puissance. L'accrochage simultané d'un groupe de machines devenant possible, l'appareillage de commande de même que la manoeuvre s'en trouveraient simplifiés.

Des essais sont présentement en cours aux Cèdres, une de nos plus anciennes centrales. À cet endroit, les machines se distinguent par l'absence de régulation automatique de la tension et d'enroulements amortisseurs. L'emploi de certains artifices permettra, espérons-nous, d'obvier à ces particularités.

La prochaine étape dans nos études de l'autosynchronisation aura pour objet la centrale de Manic II. La puissance des machines installées, 140,000 kVA, aussi bien que le système d'excitation ultra-rapide à composants statiques dont elles sont équipées, rendront ces essais très délicats mais fort intéressants.

Bibliographie

- (1) *Connecting Synchronous Machines in Parallel by the Self-Synchronizing Method*; L. G. Mamikonians, CIGRE, rapport 152, 1964.
- (2) *Considérations sur le couplage en parallèle des alternateurs par la méthode de l'autosynchronisation*; C. Penescu, CIGRE, rapport 101, 1958.
- (3) *Glissement optimum de l'autosynchronisation des générateurs connectés aux réseaux de transport d'énergie*; I. Hano, C. Venosono et H. Yoshikawa, CIGRE, rapport 307, 1960.
- (4) *Autosynchronisation d'un alternateur à grande puissance raccordé au réseau de l'Hydro-Québec*; conférence prononcée à la session 1963 de l'AIEE par H. F. Abbott, A. Gaudette, P. A. Léger, G. Roberge (non publiée).
- (5) *Synchronisateur Brown-Boveri, type F*; J. Morin, 1960 (non publié).

La recherche opérationnelle

Son rôle dans l'entreprise

par CLAUDE PAPION

La méthode scientifique, telle que pratiquée en physique, en biologie, en chimie est à la base d'une façon nouvelle d'aborder les problèmes de gestion. Le contrôle des opérations, dans le sens de la poursuite des objectifs fixés par l'Administration de l'Entreprise, est à la veille d'une révolution importante ayant son fondement dans la compréhension de l'influence combinée de l'écoulement de l'information, de la matière, de l'argent, de l'investissement et de la main d'oeuvre. La connaissance de la façon dont ces cinq facteurs agissent les uns sur les autres provoquant parfois des perturbations désagréables pourrait servir à anticiper les effets des décisions, des mesures préconisées, des routines à instaurer, et du choix des investissements. Une brève incursion dans le domaine des concepts nouveaux de gestion devrait convaincre l'Industriel même le plus sceptique, qu'une profession nouvelle, excitante, dynamique, demandant une préparation intellectuelle très poussée, est en voie, non de le supplanter, mais au contraire de lui apporter les éléments essentiels à la pratique de son art : le génie industriel.

Nature de la Recherche Opérationnelle

Ces concepts nouveaux en matière de gestion forment dans leur ensemble ce qu'il est convenu d'appeler la Recherche Opérationnelle.

Diriger les vendeurs vers les clients au bon moment, allouer efficacement les dépenses publicitaires,



Monsieur Claude Papion a obtenu une licence ès sciences mathématiques de l'université de Rennes et un diplôme d'ingénieur en mécanique de l'École Supérieure d'ingénieurs de Nantes. De plus, il a obtenu une maîtrise ès sciences mathématiques de l'université de Montréal. Monsieur Papion est présentement responsable de tous les travaux de recherche opérationnelle à la Société de Recherches économiques et scientifiques (SORES, Inc.) de Montréal.

établir des systèmes de bonis équitables, contrôler les stocks de marchandises brutes ou finies, planifier la production, sont autant de problèmes à la solution desquels la Recherche Opérationnelle s'enorgueillit d'avoir contribué.

Ces résultats n'ont pu être obtenus que dans la mesure où la Recherche Opérationnelle est parvenue à évaluer les points critiques indispensables à l'administrateur et à présenter des faits concrets pour supporter et guider son jugement.

On peut évidemment prétendre que les administrateurs n'ont pas cessé de faire autre chose depuis les temps les plus reculés. Les grands généraux de l'histoire accomplissaient aussi ce travail d'évaluation des effectifs militaires ennemis, des conditions atmosphériques et géographiques, de ses ressources enfin, avant de donner l'ordre d'attaquer ou de se replier. Les progrès de la science dans tous les domaines ont engendré le fractionnement des tâches, rendant ce travail d'évaluation extrêmement pénible.

La Recherche Opérationnelle est avant tout une recherche dans les opérations de l'organisation au service de laquelle elle est utilisée. Cette recherche est d'un genre particulier néanmoins. La matière étudiée n'est pas l'équipement utilisé, ni le moral des participants, ni même les propriétés physiques des articles que l'on fabrique, mais bien l'amalgame de tout ceci, en total, sous forme d'une entité économique. Les opérations ainsi conçues sont soumises à l'analyse au même titre qu'un nouveau détergent subit les tests du chimiste.

Ainsi le cerveau humain enregistre toute information provenant du monde extérieur aussi bien que celle relative à l'état de santé de chaque partie du corps. Cette information est analysée, confrontée avec l'expérience passée, voire avec celle de nos aînés (pas toujours hélas), un modèle de la situation se construit

et un système de contrôle s'établit. Aussi longtemps que les bruits environnants demeurent à un certain diapason chacun demeure absorbé dans sa tâche... ou sa rêverie. Que le téléphone sonne et le modèle est perturbé. Le centre de commande est immédiatement averti : décision de répondre ou non à la communication peut alors être prise.

De la même façon, au niveau de l'organisation de l'entreprise, le but de la R.O. est précisément de mettre au point le système d'information et de contrôle, en un mot le cerveau, dont le poste de commande, en l'occurrence, l'administrateur, a besoin. Un chercheur opérationnel reporta sur un encéphalogramme l'histoire économique d'une compagnie, couvrant une période de quatre ans. L'un de ses amis, psychiatre, à qui le graphique fut présenté sans explication, fit le diagnostic suivant : cette personne présente les signes évidents d'un état épileptique caractérisé.

La construction d'un modèle de gestion requiert donc :

- a) la mise au point d'une mesure d'efficacité adaptée à la fonction étudiée considérée dans sa perspective propre par rapport aux objectifs poursuivis par l'organisation tout entière.
- b) le développement d'un modèle de contrôle des opérations, basé sur les techniques mathématiques, qui tienne compte des objectifs de la fonction étudiée et des contraintes auxquelles elle est soumise,
- c) l'extraction de l'information nécessaire et suffisante pour que l'administrateur puisse prendre une décision au fur et à mesure que les événements se déroulent,
- d) la possibilité pour le modèle de suivre l'évolution des conditions extérieures et intérieures tout en tenant compte de l'influence des décisions prises.

Formation intellectuelle du chercheur opérationnel

Si tel est le rôle de la Recherche Opérationnelle, quelle doit donc être la formation que l'ingénieur industriel se doit d'acquérir.

Tout d'abord, il ne fait pas l'ombre d'un doute qu'une solide formation scientifique de base, propre à éveiller et à développer l'esprit d'analyse, soit essentielle.

Cependant, à cette formation technique doit s'ajouter une vaste culture générale car l'ingénieur industriel est en contact non seulement avec la matière, mais aussi, et peut-être surtout avec l'homme. Il doit pouvoir communiquer aisément avec l'administrateur ou l'homme d'affaires d'une part, avec l'opérateur sur une ligne d'assemblage, d'autre part. Son rôle est bien souvent celui d'un éducateur et ce, vis-à-vis chaque échelon de l'organisation. Pour le plus grand bien du public, l'évolution rapide de la société moderne requiert une constante adaptation des moyens de gestion, que ce soit au niveau gouvernemental où l'exploitation des ressources naturelles doit être compatible avec la disponibilité des ressources humaines pour ainsi garantir un niveau de vie décent, ou que ce soit au niveau de l'entreprise privée où fondamentalement le même problème d'équilibre se pose. L'ingénieur industriel ainsi placé à l'avant-garde de cette évolution a pour tâche d'en assurer l'harmonie tout en canalisant les débordements possibles.

Il paraît superflu d'insister ici sur la formation spécialisée indispensable à la pratique de la Recherche Opérationnelle. Un maçon ne travaille pas sans outils. Le chercheur opérationnel ne peut manquer d'équiper sa panoplie des outils propres à son sort. Il serait trop long peut-être de les citer tous.

Mentionnons rapidement :

- les techniques d'échantillonnage,
- les techniques de gestion des stocks,
- les techniques d'allocation,
- les théories des lignes d'attente,
- la théorie de la décision.

Avenir de la Recherche Opérationnelle

Notre société est en pleine transformation. Déjà certains débordements sont en voie, si l'on n'y prend garde, de dégénérer non pas irrémédiablement peut-

être, mais suffisamment pour en ébranler les assises. De là à prévoir l'effondrement de l'édifice est peut-être encore prématuré.

Abondance de ressources naturelles, exploitation rare, voire inexistante dans certains secteurs et généralement mal distribuée géographiquement.

Ressources humaines nombreuses, peu préparées à s'adapter aux conditions actuelles, ou dirigées sans grande conviction d'ailleurs, vers des débouchés qui n'existent déjà plus. Population concentrée dans la région de Montréal avec au delà... quelques îlots.

Le rôle de la R.O. se situe à deux niveaux, tout au moins dans l'immédiat :

- a) au niveau gouvernemental d'abord : de quelles ressources humaines, financières, matérielles dispose-t-on ? Selon quel critère peut-on parvenir à les utiliser efficacement pour le plus grand bien de la société tout entière ?
- b) au niveau de l'entreprise privée : les ressources financières sont assez limitées. En créer de nouvelles ne saurait avoir la moindre chance de succès si déjà dans les entreprises existantes, des méthodes plus efficaces d'exploitation ne sont pas introduites.

Sans doute, au préalable certains mythes devront-ils être détruits :

- i) c'est en premier lieu celui de l'incapacité de l'ingénieur industriel à communiquer efficacement avec l'administrateur qui, à mon sens, est le plus grave. Sa formation intellectuelle en est probablement responsable. L'enseignement supérieur devrait pouvoir y remédier.
- ii) celui du coût de la R.O. Considérée comme un outil son introduction doit être compatible avec les ressources de l'entreprise.

Mais comment assurer à la R.O. la place qu'il convient de lui accorder en supposant pour un moment que son utilité soit reconnue ?

- i) tout d'abord, l'enseignement supérieur doit dès à présent offrir la formation qu'il convient d'inculquer à l'ingénieur industriel.

Mais là encore il s'agit de distinguer entre une demande immédiate qui s'est développée dans l'industrie privée au cours des dernières années, et une demande future encore incertaine.

L'établissement de nouveaux programmes présuppose une évaluation précise des débouchés présents et futurs. Le recrutement des professeurs et l'orientation des élèves dès leur entrée dans les cadres de l'enseignement supérieur, doivent être étudiés avec soin. L'École Polytechnique a dès cette année entrepris cette tâche.

- ii) la Société canadienne de Recherche Opérationnelle dont les membres ont déjà reçu cette formation, peut-être de façon incomplète, j'en conviens, est disposée à participer à l'élaboration de tels programmes en s'appuyant sur l'expérience déjà acquise.
- iii) mais le mot de la fin revient à l'homme d'affaires, à l'administrateur. La Recherche Opérationnelle ne saurait s'implanter que dans la mesure où il est convaincu lui-même de son utilité.

Il est bien évident qu'un outil nouveau n'a aucune chance d'être introduit sur le marché avec succès, si sa première sortie ne s'accompagne pas d'une certaine publicité; que celle-ci ait laissé à désirer dans le cas de la R.O., c'est bien possible.

Cependant que son acceptation, même dans les milieux avertis soit si lente est un sujet déconcertant.

Peut-être l'administrateur est-il trop préoccupé par les décisions qu'il lui faut prendre au jour le jour, pour s'attarder outre mesure sur leurs effets, à longue échéance, que la Recherche Opérationnelle tente de prévoir.

Je crois fermement que des rencontres fréquentes entre l'homme d'affaires, l'enseignement supérieur et la Société de R.O. peuvent très efficacement résoudre le problème délicat de l'introduction de la R.O. dans l'entreprise, qu'elle soit privée ou gouvernementale. Qui fera le premier pas ?



L'ordinateur électronique et la solution des problèmes de structure

par MAURICE D'ARCY

L'ordinateur électronique est aujourd'hui très accepté comme méthode de calcul en structure et dans tous les domaines du génie en général. Cependant, le volume d'ouvrage que l'on effectue actuellement à l'aide de ces machines est relativement modeste comparé à celui fait avec des méthodes manuelles. Il y a peut-être plusieurs raisons pour ceci, mais la principale réside dans le fait que plusieurs ingénieurs demeurent encore sceptiques quant aux avantages apportés par l'ordinateur électronique.

Étapes à suivre pour solutionner un problème à l'aide d'un ordinateur électronique

Identification du problème

Ceci est une question de choisir une méthode d'approche générale, décidant des différents résultats qu'on veut obtenir, en spécifiant toutes les données nécessaires ainsi que les limites du programme. Pour certaines applications, cette étape est très simple, tandis que pour d'autres, ceci peut demander assez de travail. Pour cette étape, l'ordinateur n'est d'aucune utilité.

Description mathématique

Il y a comme règle générale plusieurs façons de décrire un procédé mathématiquement. Dépendant du problème que l'on a à résoudre, l'ingénieur peut trouver des formules mathématiques standard ou s'il n'y en a pas qui s'appliquent, il devra dériver lui-même les

formules dont il a besoin. Cette étape requiert une connaissance approfondie du problème ainsi que des mathématiques qui s'y rapportent.

Les formules mathématiques ordinairement employées ne sont peut-être pas toujours acceptables dans le langage de la machine, puisque l'ordinateur électronique ne peut faire que des opérations mathématiques et prendre des décisions quantitatives seulement.

Les fonctions trigonométriques, les équations différentielles, les intégrales, les racines carrées, les logarithmes pour n'en nommer que quelques-uns, doivent être exprimés en terme d'opérations arithmétiques.

Connu sous le nom d'analyse numérique, cette branche des mathématiques qui est beaucoup plus vieille que les ordinateurs électroniques est dédiée à la solution de problèmes numériques.

Considérons par exemple, les méthodes de calcul employées pour trouver la solution d'un système d'équations algébriques linéaires. Pour n'en mentionner que quelques-unes seulement, nous avons la règle de Cramer, la méthode d'élimination de Gauss, la méthode de relaxation etc. L'analyse numérique étudie ces différentes méthodes en appuyant sur les questions importantes, comme l'estimation des erreurs ainsi que le taux de convergence.

La programmation

Pour bien comprendre ce qu'est la programmation considérons d'abord comment on se sert d'un "desk calculator". L'opérateur entre des nombres sur le clavier et presse un bouton marqué $+$, $-$, \times , \div , dépendant de l'opération désirée. La machine alors calcule mécaniquement les résultats. Un procédé semblable ne pourrait pas être employé avec un ordinateur électronique car il y aurait énormément de perte de temps. En effet, dans le temps nécessaire à presser le bouton pour faire une addition, la calculatrice peut



Monsieur Maurice D'Arcy est un ingénieur civil, diplômé de l'École Polytechnique de Montréal, en 1960. Il obtenait une maîtrise en structures de l'université de l'Illinois, États-Unis, en 1962. Présentement, il est en charge du département de Structures pour le bureau d'ingénieurs-conseil Régis Trudeau & Associés, à Montréal.

actuellement faire des milliers d'additions. Comme ces machines sont assez dispendieuses à opérer, par raison d'économie, une méthode d'approche complètement différente a dû être employée.

L'homme doit faire sa part de travail avant que le problème arrive à la calculatrice. Pour procéder de cette façon, le problème devra être étudié très minutieusement en détail à l'avance. Comme nous l'avons déjà mentionné, l'ordinateur électronique peut effectuer un nombre limité d'opérations de base, quelques-unes aussi simples que l'addition et d'autres beaucoup plus sophistiquées. La solution de n'importe quel problème doit être exprimée comme une séquence de ces opérations de base. Cette séquence est appelée un programme et sa préparation est appelée la programmation. Avant que la machine puisse répondre au programme, celui-ci devra être exprimé en un certain code que la calculatrice pourra obéir. Les différentes étapes de calcul sur un ordinateur sont semblables à un chemin de fer, pour lequel les rails (le programme) sont posés à l'avance. L'ordinateur commence au début des opérations et suit exactement le tracé prévu par le programmeur. Exactement comme le train sur un chemin de fer, de temps en temps l'ordinateur fait une pause pour donner et recevoir des informations. Le problème de programmes est le problème de poser les rails que l'ordinateur va suivre exactement, de façon à résoudre les problèmes. La programmation est pleine d'embûches, car communiquer avec l'ordinateur c'est exactement comme communiquer avec un robot qui a un vocabulaire très restreint et qui suit à la lettre tout ce qu'on lui dit. Il ne peut exercer aucune originalité alors nous devons prévoir toutes les possibilités.

Il serait bon d'ajouter ici qu'une fois le programme écrit, il peut être employé aussi souvent que désiré, avec des données différentes. Par exemple, un programme qui a été écrit pour trouver l'inverse d'une matrice peut être employé pour inverser une très grande variété de matrices. L'effort intellectuel nécessaire pour écrire le programme n'a pas à être rejeté, en autant que le programme a été conservé. Une librairie de programme représente le fruit de plusieurs centaines d'heures de programmation.

Vérification du programme

Il y a très peu de chances que le programme soit sans erreur, la première fois qu'il est essayé sur l'ordinateur. Dans certains cas, la machine arrêtera complètement en essayant d'exécuter une instruction qui n'est pas dans son vocabulaire, ou une erreur de logique dans la programmation. Si la machine se rend jusqu'à la fin du programme, c'est-à-dire donne des résultats, ces résultats au début sont souvent erronés. C'est pourquoi on doit s'assurer que les erreurs soient cor-

rigées afin que le programme accomplisse exactement ce que l'on veut qu'il fasse. Savoir détecter une erreur dans un programme, est aussi important que d'écrire le programme.

Production

Finalement, le programme peut être combiné avec les données d'un problème et passer sur l'ordinateur. Ordinairement plusieurs séries de données sont fournies à l'ordinateur en même temps. Cette étape peut prendre de quelques secondes à plusieurs heures, dépendant du problème et de l'ordinateur électronique employé.

Quand un problème est-il trop petit ou trop grand pour un ordinateur électronique

La vitesse et la capacité de la mémoire limite habituellement l'ordre de grandeur des problèmes qui peuvent être résolus sur un ordinateur en particulier. Certainement un programmeur d'expérience peut pousser une calculatrice à l'extrême de ses capacités, mais il reste toujours certains problèmes qui ne sont simplement pas pratiques sur un ordinateur en particulier. Dans ce cas, il faut recourir à un ordinateur plus puissant ou subdiviser le programme en différentes parties.

Pour ce qui est de savoir quand un problème est trop petit pour justifier l'emploi d'un ordinateur, il n'y a pas deux personnes qui sont d'accord sur ce point. Un programmeur expérimenté qui a accès à un ordinateur peut l'employer aussi facilement qu'une règle à calcul et il préférera écrire un programme plutôt que d'évaluer à la main quelques (X) pour plus de 10 valeurs de X.

Il y a au moins trois (3) critères importants qui justifient l'emploi d'un ordinateur électronique pour la solution de petits problèmes.

- 1) Le temps.
- 2) Le coût.
- 3) L'exactitude des résultats.

Supposons que le temps est le facteur principal. En estimant le temps requis pour un problème, nous devons considérer toutes les étapes en partant des données du début jusqu'au résultat final. Lorsqu'un ordinateur électronique est employé pour solutionner un problème, chacune de ces étapes doivent être considérées; la programmation, la préparation des données sur les cartes, la vérification du programme, le temps d'opération de la machine et finalement la tabulation des résultats. Pour un programme assez simple, la programmation peut représenter seulement une petite fraction du temps total. Si le programmeur

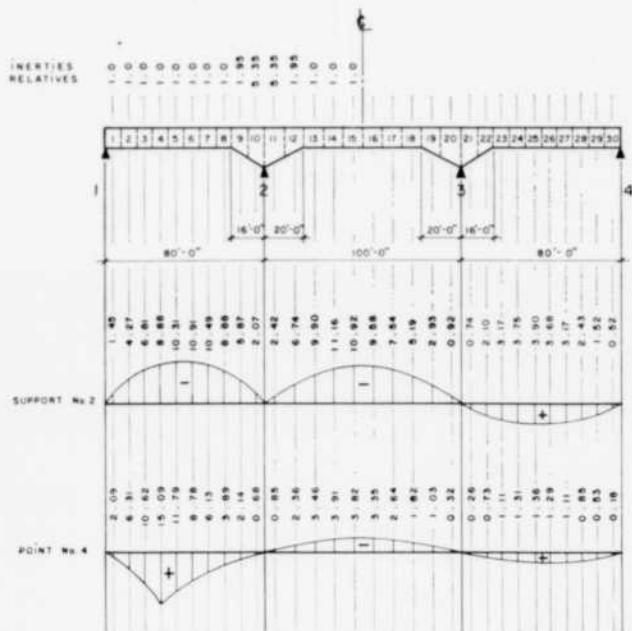


FIGURE 1

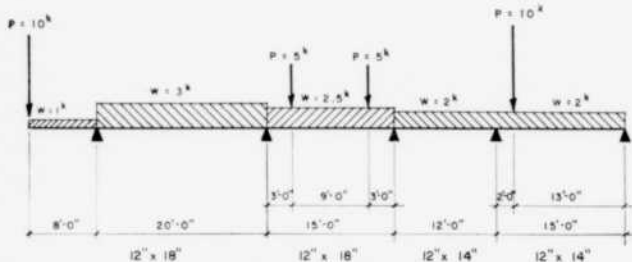


FIGURE 2

est inexpérimenté ou si la calculatrice n'est pas facile d'accès, un calculateur à main peut actuellement être plus efficace.

Coût

L'ordinateur électronique est actuellement économique quant au nombre de calculs qu'il effectue par dollar. Cependant, le temps du programmeur ou de l'ingénieur qui prépare le programme est assez dispendieux.

De plus, pour un problème qui nécessite seulement quelques opérations et plusieurs données, la préparation des cartes pour ces données peut représenter un pourcentage assez appréciable du coût total.

Exactitude des résultats

Finalement, un mot au sujet de l'exactitude des calculs. L'exactitude d'un opérateur sur un "desk calculator" est très variable. Plus les calculs sont compliqués, plus il y a de chance qu'il y ait des erreurs. Les tables peuvent être mal lues, les nombres transposés, les décimales aux mauvais endroits, etc. Par contre, l'ordinateur électronique est très fiable. Ces machines peuvent faire des millions d'opérations sans

erreur et de plus, peuvent faire des opérations très compliquées aussi précises que des opérations très simples. Au fait, la plupart des ordinateurs sont vérifiés quotidiennement.

Comme on peut le constater, la façon de juger quand un problème est trop petit pour un ordinateur dépend de plusieurs facteurs.

Applications

Il y a en structure énormément de problèmes qui se prêtent très bien à l'utilisation des ordinateurs électroniques, comme dans le domaine des ponts, des bâtiments etc., et pour illustrer les avantages de ces machines, nous allons donner quelques exemples pratiques.

1) Ponts et Viaducs

Dans le domaine des ponts et viaducs, il y a beaucoup de calculs répétitifs, qui sans être compliqués, sont très laborieux pour l'ingénieur en structure. Il serait peut-être intéressant ici de mentionner qu'actuellement en France, plus de 873 ponts ou viaducs ont été calculés à l'aide d'ordinateurs électroniques. Le calcul de ces structures avec un ordinateur électronique pourrait être subdivisé en parties, comme suit :

- Le calcul des lignes d'influence.
- Le calcul des moments dus à la C.M. et C.V. Uniforme.
- Le calcul des moments dus à la C.V. camions.
- Calcul de la déflexion.

Il serait trop long ici de présenter en détail tous ces programmes, mais pour illustrer les avantages que représentent l'ordinateur électronique, nous allons calculer les ordonnées des lignes d'influence pour moments, pour un pont de trois travées continues, à moment d'inertie variable (voir fig. No 1).

Dans le but de réduire au minimum le temps de préparation des données et de faciliter le travail de l'utilisateur, on a essayé de limiter dans la mesure du possible, les renseignements à fournir à l'ordinateur.

Tableau I

MEMBER	JOINT	AXIAL FORCE	SHEAR FORCE	BENDING MOMENT
1	3	51.3831880	-6.2753921	-297.2413376
1	2	-51.3831880	6.2753921	-606.4151104
2	6	77.2792848	4.3378850	212.8453024
2	5	-77.2792848	-4.3378850	411.8101376
3	9	15.3375262	-1.9375135	95.3564560
3	8	-15.3375262	1.9375135	183.6644880
4	2	16.9218242	-6.1592261	-433.0763776
4	1	-16.9218242	6.1592261	-453.8521792
5	5	26.1739280	4.5863943	324.2924640
5	4	-26.1739280	-4.5863943	336.1483136
6	8	4.9042454	-1.5728378	113.0042112
6	7	-4.9042454	1.5728378	113.4842888
7	2	0.1161650	34.4613608	1039.4914432
7	5	-0.1161650	37.5386376	-1408.7647360
8	5	0.3646745	13.5667182	672.6621120
8	8	-0.3646745	10.4332814	-246.6496992
9	1	6.1592367	16.9218242	453.8521984
9	4	-6.1592367	19.0781728	-712.6138176
10	4	1.5728409	7.0957543	376.4654912
10	7	-1.5728409	4.9042454	-113.4844336

Note : les moments sont donnés en kips-pouce.

Pour ce problème, tout ce que nous avons besoin est le nombre de travées du pont, la longueur de chacune des travées ainsi que l'inertie des poutres.

Le temps d'exécution pour la série complète des lignes d'influence est d'à peu près 6 secondes et le temps total sur la machine, incluant la compilation des données et des résultats est d'environ une minute.

Calculs des dalles et poutres continues dans un bâtiment en béton armé

Habituellement, l'ingénieur détermine approximativement les dimensions des dalles et des poutres et une fois qu'il a ces dimensions, il détermine les sections d'acier requises soit en employant la méthode des coefficients, la méthode de distribution des moments, ou graphiquement par la méthode des points fixes. Puis ensuite dans le cas des poutres, il procède au calcul des étriers. Comme nous le voyons, pour un plancher de béton, l'ingénieur passe une bonne partie de son temps à calculer les aciers. Avec l'ordinateur électronique, l'ingénieur dimensionne simplement les dalles et les poutres et la machine calcule ensuite exactement les moments négatifs et positifs, la section d'acier requise en positif et négatif, vérifie s'il est nécessaire de placer des aciers en compression, et si tel est le cas, donne la section de ces aciers en compression. Ensuite la machine calcule les réactions, le cisaillement à différents points sur les poutres et détermine ensuite la grosseur des étriers à employer ainsi que l'espacement de ces étriers.

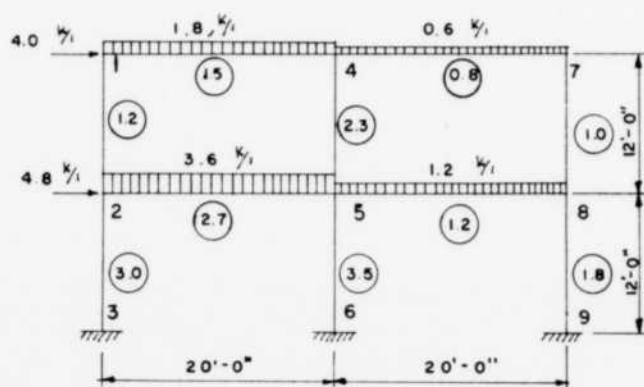
Pour des bâtiments assez standard, la machine peut dimensionner aussi les dalles et les poutres et les seules données requises sont le chargement et les portées. La fig. No 2 représente une série de poutres continues, avec porte-à-faux à une extrémité.

Nous avons assumé pour cet exemple, que les colonnes extrêmes étaient rotullées au haut, mais n'importe quel encastrement peut être assumé. De plus, on notera que l'ordinateur prend en considération la largeur de la colonne pour déterminer l'acier requis au-dessus du support.

Tableau II

MEMBER	JOINT	AXIAL FORCE	SHEAR FORCE	BENDING MOMENT
1	3	-2.9337791	3.2153395	280.6139744
1	2	2.9337791	-3.2153395	182.3949040
2	6	1.4007987	3.9056521	334.4735488
2	5	-1.4007987	-3.9056521	227.9403520
3	8	1.5329804	1.6789614	156.0755104
3	8	-1.5329804	-1.6789614	85.6949208
4	2	-0.8050412	1.1728438	76.1608104
4	1	0.8050412	-1.1728438	92.7287024
5	5	0.3155420	2.1064953	144.4032556
5	4	-0.3155420	-2.1064953	158.9320560
6	8	0.4894993	0.7206056	44.7382940
6	7	-0.4894993	-0.7206056	59.0289184
7	2	2.7574599	-2.1287379	-258.5557472
7	5	-2.7574599	2.1287379	-252.3413536
8	5	0.9583309	-1.0434812	-120.0022560
8	8	-0.9583309	1.0434812	-130.4332224
9	1	2.8270483	-0.8050411	-92.7287080
9	4	-2.8270483	0.8050411	-100.4811664
10	4	0.7205457	-0.4894993	-58.4509056
10	7	-0.7205457	0.4894993	-59.0289232

Note : les moments sont donnés en kips-pouce.



○ = RIGIDITÉ RELATIVE

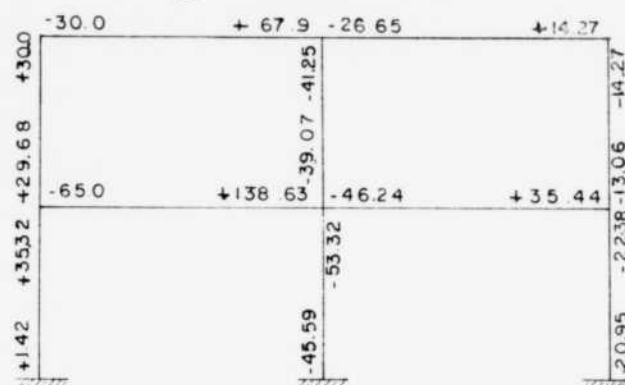


FIGURE 3

Le programme a été fait pour accommoder des charges uniformes et des charges concentrées. Le tableau No 1 donne les résultats obtenus.

Pour la solution des deux exemples que nous venons de présenter, l'ordinateur électronique IBM 7044 a été utilisé et le langage Fortran IV a été employé pour la programmation.

Exemple : cadre rigide

La solution d'un cadre rigide simple ne représente aucun problème en employant la méthode de distribution des moments ou la méthode "slope deflection".

Mais si nous avons à calculer le vent ou l'effet d'un tremblement de terre sur un édifice, le déplacement latéral ou le nombre d'équations à résoudre limitent l'emploi des méthodes conventionnelles et on est obligé de recourir à des méthodes approximatives.

Pour la solution des cadres rigides, des fermes etc., le langage "Stress" (Structural Engineering System Solver) est d'une grande utilité pour l'ingénieur en structure. L'ordinateur donne les moments, la force axiale et le cisaillement dans chaque membrure, les réactions, ainsi que le déplacement et l'angle de rotation des joints. La figure No 3 montre le cadre employé pour l'exemple, ainsi que les moments obtenus. Les tableaux Nos 2 et 3 donnent les résultats

Tableau III

BEAM NU.	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
① 6	-101.68	-55.45	-10.91	21.64	42.19	50.73	47.28	31.83	4.37	-35.08	-77.05
② 6	4.56	2.48	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	3.45
③ 6	1.32	-0.00	-0.00	0.94	1.83	2.21	2.06	1.38	0.93	-0.00	-0.00
④ 6	168.14	135.88	103.62	71.36	39.10	6.85	-25.41	-57.67	-89.93	-122.19	-154.44
⑤ 6	3.30	3.40	3.90	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.60	3.40
7	-77.30	-47.39	-13.88	6.51	21.28	30.42	33.93	31.83	24.09	3.23	-16.81
7	3.46	2.12	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
7	-0.00	-0.00	-0.00	0.93	0.93	1.32	1.48	1.38	1.05	0.93	-0.00
7	150.37	130.21	110.05	63.00	42.84	22.68	2.52	-17.64	-37.80	-94.85	-105.01
7	3.40	3.60	3.90	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.90
8	-20.06	-13.07	-5.77	-1.35	0.20	-1.14	-5.36	-12.46	-22.44	-35.29	-46.31
8	1.21	0.79	0.35	0.08	0.00	0.07	0.32	0.75	1.35	2.13	2.80
8	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.69	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.35
8	70.18	52.79	35.40	18.01	0.62	-16.77	-34.17	-51.56	-68.95	-86.34	-103.73
8	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.90
9	-42.10	-12.68	11.18	25.53	35.38	40.73	41.59	37.94	29.79	17.15	4.27
9	2.54	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	-0.00	-0.00	0.69	1.54	2.13	2.45	2.50	2.28	1.79	1.03	0.69
9	196.15	174.41	80.21	58.47	36.73	14.99	-6.75	-28.49	-50.23	-71.97	-93.70
9	4.40	4.60	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12

① Indique les moments en kips-pi.

② Acier minimum requis en po.ca. au haut des poutres.

③ " " " " " au bas des poutres

④ Donne le cisaillement dans les poutres en livres par po.ca.

⑤ La dernière ligne donne la grosseur de l'étrier et l'espacement (ex: 3.30 le premier chiffre donne un étrier simple No.3 tandis que le chiffre suivant donne l'espacement, qui ici est de 3 pouces.)

obtenus respectivement avec les charges uniformes et charges horizontales. On notera que le moment final est la somme des moments des tableaux No 2 et 3.

Conclusion

En résumé, nous voyons que l'ordinateur électronique ne peut, par lui-même, solutionner des problèmes, il suit simplement les procédures qui lui sont dictées.

Il serait faux de penser aussi, que l'ordinateur enlève à l'ingénieur toute la responsabilité de concevoir le problème, car en fait, l'emploi de ces machines demande de la part de l'ingénieur, beaucoup plus de préparation ainsi qu'une pleine compréhension du problème et des mathématiques qui y sont reliés.

Cependant, dû à un calcul plus précis et à l'opportunité d'investiguer plusieurs solutions, il est possible pour l'ingénieur de réaliser des économies de matériel, sans pour cela sacrifier la sécurité de la charpente.

En plus de réduire le coût des calculs, l'ordinateur électronique permet à l'ingénieur de compléter

l'ouvrage en temps et c'est pourquoi ces machines sont destinées à devenir dans un avenir très rapproché, le noyau central d'une révolution complète dans notre approche des problèmes de structure et de leurs exécutions.

Bibliographie

- (1) *Numerical Methods and Fortran Programming* by DANIEL D. McCracken et WILLIAM S. DORN.
- (2) *A primer of programming for digital computers* by MARSHALL H. WRUBEL.
- (3) *Proceedings of A.S.C.E.*, journal of the structural division, December 1966.
- (4) *Proceedings of A.S.C.E.*, journal of the structural division, June 1963.
- (5) *A.S.C.E.*, 2nd conference on electronic computation, September 1960.
- (6) *Frame analysis, a unified introduction to the matrix analysis of structures* by A.S. HALL and R.W. WOODHEAD.
- (7) *Analysis of statically indeterminate structures* by JOHN PARCEL and ROBERT B.B. MOORMAN.
- (8) *Engineers and/or computers*, Civil Engineering, November 1961.
- (9) *Engineers and/or computers Part II*, Civil Engineering, January 1962.
- (10) *Stress: A user's Manual a Problem oriented Computer language for Structural Engineering*.
- (11) *Association Scientifique de la précontrainte: un demi-siècle de Technique Française de la Précontrainte*, Tome I. Travaux avril 1966. ■

Développement Automatique Désormais Grâce au KODAK Q-System.



20 secondes seulement pour de splendides copies photographiques intermédiaires.

Il y a plus d'un moyen d'obtenir des copies photographiques intermédiaires de dessins industriels. En fait il y en a deux.

Le premier consiste à utiliser en chambre noire, des cuves et des révélateurs. Il faut alors 20 minutes pour obtenir des copies photographiques intermédiaires... et les résultats ne sont pas toujours constants.

Le second c'est le développement par KODAK Q-System qui a lieu à la lumière ambiante. Il suffit d'une exposition à la machine diazo et d'un passage dans un System KODAK Auto-Processor. Pas de produits chimiques à mélanger.

Il faut 20 secondes pour avoir une copie photographique intermédiaire... et les résultats sont constants. Laquelle des deux méthodes préférez-vous?

Pour une documentation complète au sujet du KODAK Q-System écrivez à:

CANADIAN KODAK CO., LIMITED, Toronto 15, Ontario

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

L'ingénieur et la politique

par L. M. LORD

Bonne ou mauvaise, l'évolution technique balaie le pays comme une vague. Faible à l'origine, cette évolution a acquis aujourd'hui une importance telle qu'elle influence la vie de tous ou presque, toutes les institutions et tous les domaines de l'administration.

Les hommes de science l'appellent "la révolution de l'automatisation" et personne ne sait de façon certaine où elle nous conduira. Ceux qui ont présidé à sa naissance et à son progrès colossal sont ingénieurs ou hommes de science. À mon avis, cependant, il ne leur suffit pas d'avoir engendré "la révolution de l'automatisation". Il ne peuvent s'arrêter là car une réalité d'une telle importance comporte nécessairement pour ceux qui l'ont créée, d'autres responsabilités. Ils doivent aussi organiser, prévoir et coordonner les effets de leurs efforts créateurs sur notre société en participant, de façon directe, au gouvernement, par l'organisation politique du pays.

Il est curieux de remarquer que tandis que le docteur Louis T. Rader, président de Sperry Rand Corporation, Univac Division, qualifie l'automatisation de "prospérité en puissance", le président de la AFL-CIO, monsieur Georges Meany, la condamne comme une réalité qui "devient rapidement un véritable fléau pour notre société".

On a calculé qu'au cours des années soixante, quatorze millions de travailleurs environ accèderont au marché du travail du Canada et des États-Unis. Au cours de la même période, l'automatisation supprimera 28 millions d'emplois. D'une façon ou d'une autre, simplement pour ne pas perdre de terrain, il faut que notre économie parvienne à créer de nouveaux emplois pour ces 42 millions de personnes. Et cela ne ferait que conserver à notre économie, en 1970, le niveau de 1960, en une ère où l'augmentation de la productivité



Monsieur L. M. Lord a obtenu son diplôme d'ingénieur chimiste de l'université Michigan State, États-Unis, en 1952. Il fut, durant quelques années, chargé de cours à l'université McGill de Montréal et présentement à l'École Polytechnique, il enseigne la Méthode de Cheminement Critique. En 1964, il entra à l'emploi de la Corporation canadienne de l'Exposition universelle 1967 à titre d'ingénieur d'étude des systèmes de communication.

et de la consommation constitue une nécessité vitale pour notre progrès économique et notre système démocratique.

Monsieur J. A. Milsen "Professor of Control Engineering" à l'Université McGill a déclaré: "Les progrès techniques et l'explosion démographique ont transformé notre monde, au cours du siècle actuel, en un système dynamique que nous comprenons assez mal, dont les parties sont solidaires. Notre salut repose très certainement sur la rapidité des progrès que nous effectuerons en sciences sociales et qui nous apprendront à diriger ce système, au moins dans une mesure raisonnable.

Puisque l'ingénieur et les chercheurs en sciences physiques sont responsables de nos progrès techniques et qu'ils ont aussi mis au point certaines techniques de travail leur permettant d'étudier de vastes systèmes il importe qu'ils collaborent, lorsque cela leur est possible, avec le chercheur social, au contrôle rationnel de notre système mondial".

J'ajouterai aux observations du professeur Milsen, qu'à son avis, ce contrôle rationnel doit être une initiative et une création des gouvernements provincial et fédéral. Ainsi, l'ingénieur est moralement tenu de contribuer à ce contrôle et l'une des occasions qui lui est offerte est de se lancer en politique, ce qui lui permettra, en outre, de mieux utiliser ses connaissances et ses capacités.

Monsieur Louis Armand, ancien président de la S.N.C.F., de l'Union Internationale des Chemins de Fer et d'Euratton, a déclaré le 1er mars 1964, au cours d'une conférence sur la culture européenne, à l'Université de Grenoble, en France: "Il y a de bonnes raisons pour l'ingénieur de s'employer à l'administration puisqu'il est habitué à prévoir; et la capacité de prévoir c'est, avant tout, celle de gouverner. Les anciens ne croyaient aucunement à l'évolution. La notion du progrès en est une relativement récente. Mais ce qui importe davantage, c'est que nous savons qu'aucun progrès véritable n'est possible si nos techniques ne sont pas développées de la façon la plus favorable à l'humanité".

On prétend que l'ingénieur peut être un citoyen exemplaire, surtout parce qu'il organise. Il rapproche les atomes, les molécules, les fils électriques, les ma-

chines et les hommes. Pourquoi donc notre société humaine se priverait-elle des capacités remarquables d'organisation que lui apporte l'ingénieur.

Certains croient que ceux qui prévoient devraient être séparés de ceux qui ne prévoient pas. Que ce soit à Washington ou à Québec, partout le besoin pressant d'organiser se fait sentir : dans l'industrie, les groupements humains, les villes, les gouvernements, les Nations Unies. Il faut de l'organisation même dans la vie personnelle de chaque individu.

De par sa nature, le génie force les ingénieurs à travailler en équipes, dans une certaine mesure. Aucune distinction de nationalité ne peut subsister dans la profession. Ainsi, les ingénieurs établissent la base idéale du travail d'équipe qui caractérisera l'avenir, que ce soit dans un domaine technique ou politique.

L'ingénieur a appris à travailler avec des matériaux imparfaits et cette habitude l'a particulièrement bien préparé à utiliser des hommes imparfaits pour édifier une société meilleure. Dans notre pays, nous sommes unis aujourd'hui, autant par notre faiblesse, nos insuffisances ou nos imperfections que par nos points forts.

Bon nombre d'ingénieurs se sont depuis longtemps rendus compte qu'il ne nous suffit pas de servir la science, mais que nous avons à notre disposition un art et des techniques qui, par l'intermédiaire de la politique, peuvent être orientés au service de l'humanité.

L'ingénieur est continuellement épaulé par l'évolution. Contrairement à l'avocat qui se tourne vers le passé pour juger l'imperfection humaine d'aujourd'hui notre regard à nous doit embrasser l'avenir et les besoins futurs de l'humanité.

Portant la parole au symposium du "Engineers Joint Council" traitant des problèmes nationaux qui se dressent devant l'ingénieur, le docteur Herbert Holomon, secrétaire commercial adjoint en sciences et technologie, a déclaré que si l'ingénieur n'aide pas la société à régler les multiples problèmes qui se présentent à elle, en contribuant au choix des lignes de conduite et des décisions — car c'est dans ce domaine que l'ingénieur peut rendre les plus grands services — nous n'atteindrons jamais le statut de profession véritable, statut que nous ne mériterions d'ailleurs pas.

L'ingénieur doit faire face à des responsabilités qui, de plus d'une façon, sont le résultat de son activité. Il doit travailler de concert avec le psychologue, le sociologue, le législateur et l'homme politique qui dirige le pays, afin de contribuer à la coordination de tous les progrès techniques, dans tous les domaines et dont les répercussions se font sentir dans notre pays comme dans toutes les autres nations, afin de mettre nos progrès au service de l'humanité tout entière. ■

*Votre
entreprise se
développe-t-elle
comme
l'exige
sa clientèle?*



Afin de satisfaire à la demande grandissante de produits et de services, plusieurs entreprises canadiennes ont ajouté à leurs installations ou les ont modernisées grâce à des prêts obtenus de la BEI. Si vous songez à moderniser votre entreprise, à lui donner de l'ampleur ou si vous désirez vous établir en affaires, un prêt de la BEI pourrait vous aider.

bei **BANQUE
D'EXPANSION
INDUSTRIELLE**

FINANCEMENT À TERME POUR LES ENTREPRISES CANADIENNES

MONTREAL, P.Q.—110 OUEST, BOUL. CRÉMAZIE—TÉL.: 382-2891
901 CARRÉ VICTORIA —TÉL.: 866-2701
OTTAWA, ONT.—350, AVENUE KING EDWARD—TÉL.: 232-5789
QUÉBEC, P.Q.—925, CHEMIN ST-LOUIS—TÉL.: 681-6341
RIMOUSKI, P.Q.—133, RUE ST-GERMAIN—TÉL.: 724-4461
SHERBROOKE, P.Q.—31 OUEST, RUE KING—TÉL.: 562-2261
TROIS-RIVIÈRES, P.Q.—550, RUE BONAVENTURE—TÉL.: 375-1621

D'AUTRES SUCCURSALES DE LA BANQUE SONT SITUÉES À TRAVERS LE PAYS

LA LANGUE DU GÉNIE

"... celui-là est un malfaiteur, dit SAINT-EXUPÉRY, car pour l'usage d'un "avantage personnel il brise le vase d'un trésor commun. Pour s'exprimer il ruine "les possibilités d'expression de tous, comme celui qui pour s'éclairer incendierait "la forêt. Et ensuite il ne reste que cendres à la disposition des autres."

Air Lift — Gas Lift

Termes de l'industrie du pétrole

Définition : Opération d'extraction du pétrole, consistant à introduire du gaz (ou de l'air) sous pression dans l'espace annulaire entre le tubage (tubing) et le cuvelage (casing). Ce gaz (ou cet air) émulsionne l'huile et l'entraîne à la surface par la colonne du tubage (tubing).

Traductions proposées :

GAS LIFT = EXTRACTION AU GAZ

AIR LIFT = EXTRACTION À L'AIR

Available Light (Technique de)

Terme des techniques photographiques

Définition : Photographie instantanée sous faible éclairage ambiant.

Nota. — Cette technique s'oppose à celle qui emploie les lampes-éclair. Ces lampes, en effet, donnent plus de facilités pour l'obtention de photographies la nuit ou à l'intérieur, mais, avec de moins bons résultats (les images sont heurtées, elle manquent de naturel). La technique de "l'available light" n'est devenue possible que grâce aux progrès réalisés dans la fabrication des surfaces sensibles.

Traduction proposée :

LUMIÈRE AMBIANTE (TECHNIQUE DE LA)

Back Filler

Terme des travaux publics

Définition : Machine comblant la tranchée au fond de laquelle a été placée la conduite de gaz ou de pétrole.

Traduction proposée : REMBLAYEUSE

Background

Terme général (employé également en physique nucléaire).

1 — Acception générale

a) relative à un événement :

Définition : Ensemble des données historiques, sociologiques, politiques, etc... dont un événement est résulté.

Traduction proposée suivant les cas :

TOILE DE FOND

ARRIÈRE PLAN

CÂDRE

AMBIANCE

ANTÉCÉDENTS

b) relative à une personne :

Définition : Ensemble des connaissances acquises et des travaux effectués qui peuvent servir de référence à cette personne.

Traductions proposées :

ACQUIS

BAGAGE

BASE DE CONNAISSANCE

2 — Acceptions particulières à la physique nucléaire

Ces acceptions seront étudiées sur une fiche spéciale. Des discussions internationales sont actuellement en cours sur ce sujet. Elles ont pour but de mettre en parallèle les vocabulaires anglais et français. Les difficultés que rencontre ce travail conduisent à proscrire de façon absolue l'usage de background en français.

Backing and Flanking

Terme de navigation fluviale

Définition : Technique utilisée par les convois de chalands poussés, pour franchir les courbes des fleuves. Le bateau pousseur fait tourner ses hélices en marche arrière, ce qui refoule l'eau sur ses gouvernails de flanquement, et permet au convoi de suivre exactement la rive.

Traduction proposée : FLANQUEMENT

Back Off

Terme de l'industrie du pétrole (forage)

Définition : Procédé consistant à débloquer par l'explosion d'une petite charge d'explosif les joints des tiges d'une sonde, coincés lors du forage.

Traduction proposée : DEBLOCAGE (À L'EXPLOSIF)

Beam — Beam Catcher

Termes de physique nucléaire

1 — Beam

Définition : Ensemble de particules groupées, ayant une direction commune privilégiée.

Traduction : FAISCEAU

2 — Beam Catcher

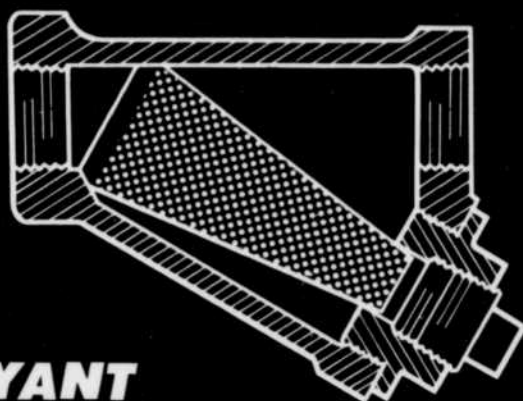
Définition : Dispositif utilisé, dans un but expérimental, pour arrêter tout ou une partie d'un faisceau de particules.

Traduction : PIÈGE (À FAISCEAU⁽¹⁾).

(1) Le contexte précise nécessairement de quel piège il s'agit.

Publié avec l'autorisation du Comité d'étude des Termes Techniques Français, 23 rue Philibert-Delorme, Paris et l'Office de la Langue Française de la province de Québec ■

**CE
TAMIS
À
ÉLÉMENT
CONIQUE
AUTONETTOYANT**



**RÉDUIT LA PERTE
DE PRESSION
JUSQU'À 60%**



VOILA UN AUTRE AVANTAGE QUI PLACE AU PREMIER RANG LES TAMIS POUR CANALISATION LUNKENHEIMER-MORRISON!

L'élément conique en acier inoxydable de ce tamis Figure 5347 pour canalisation caractérise les avantages des tamis fabriqués par Lunkenheimer-Morrison. L'élément conique en acier inoxydable améliore le débit en diminuant la perte de pression jusqu'à 60%. Ce tamis en fonte est disponible avec raccords vissés dans les dimensions de ½" à 3" à une pression de vapeur de 250 lb/po. ca. Pour quelque usage que ce soit, vous trouverez un tamis pour canalisation Lunkenheimer-Morrison. Téléphonnez ou écrivez pour obtenir livraison le jour même de ce tamis ou de tout autre tamis pour canalisation Lunkenheimer-Morrison.

TAMIS LUNKENHEIMER-MORRISON NORMAUX

Figure 5350 en bronze: Raccordement vissé, pression de vapeur 300 lbs ou pression froide sans choc 600 lbs. Dimensions ¼" à 6".

Figure 5348 en bronze: Raccordement à brides. Pression de vapeur 300 lbs ou pression froide sans choc 600 lbs. Dimensions ¾" à 6".

Figure 5346 en fer: Raccordement à brides. Pression de vapeur 125 lbs ou pression froide sans choc 200 lbs. Dimensions 2½", 3", 3½", 4", 6".

Figure 5361 en fer: Raccordement à brides. Pression de vapeur 250 lbs ou pression froide sans choc 400 lbs. Dimensions 2" à 6".

TAMIS DUPLEX LUNKENHEIMER-MORRISON

Fabriqués pour un usage continu. En tournant simplement une clef, le tamis propre remplace le tamis sale. Dimensions ¾" à 2", en bronze. Raccordement à brides 300 lbs.

Dimensions 2½" à 4". Corps en fer. Garniture en bronze, raccordement à brides, 125 lbs.

Pression maximum: ¾" et 1" 500 lbs. EAU-HUILE-GAZ sans choc. 1¼" à 2" 250 lbs. EAU-HUILE-GAZ sans choc. 2½" à 4" 150 lbs. EAU-HUILE-GAZ sans choc.

Le tamis standard a un élément en grillage de laiton à 40 mailles. Autre grosseur de grillage disponible sur demande.

Pour obtenir de plus amples renseignements, voyez votre distributeur Lunkenheimer-Morrison ou écrivez à

LUNKENHEIMER-MORRISON

CANADA LIMITED

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

LM-115 F

ABRÉGÉS...

Les satellites Alouette I et II remportent des succès fantastiques

Il y a un peu plus d'un an déjà, le Canada lançait à partir du Western Test Range de la Californie son deuxième satellite artificiel, qui allait ainsi rejoindre Alouette I en orbite depuis le mois de septembre 1962. Les succès remarquables de ces deux satellites ont été reconnus récemment lorsque le Dr. J. H. Chapman, le grand responsable du projet, s'est vu remettre la médaille d'or Dellinger accordée par la Union Radio Spatial Internationale.

Alouette I a démontré que l'ionosphère est beaucoup plus énergique et comporte plus d'anomalies que prévues. Ainsi, on reconnaît maintenant qu'il existe une fosse d'ionisation près de l'équateur et que des bandes verticales d'ionisation apparaissent de temps à autre près du pôle nord magnétique. Alouette I fut également chargé de surveiller les niveaux de radiation de la ceinture interne de Van Allen, un facteur de sécurité très important pour les futurs cosmonautes. Cependant le succès le plus remarquable d'Alouette I, succès reconnu par tous les experts, reste encore sa longue durée d'exploitation. Conçu pour fonctionner pendant un an, ce satellite est toujours en orbite et il fournit même des informations trois heures durant chaque jour. Ce succès remarquable ajoute du prestige au Defense Research Board du Canada et aux compagnies canadiennes, la de Havilland Aircraft et la R.C.A. Victor, qui ont participé étroitement au projet.

Alouette II fonctionne 5 à 7 heures par jour et promet lui aussi d'avoir une longue durée. Sa structure est identique à son prédécesseur, toutefois il fut placé sur une orbite plus élevée. Ses antennes fabriquées par de Havilland, forment un dipôle croisé de 240 pi. x 75 pi., ce qui s'avère la structure la plus longue à être placée en orbite.

Ce programme de recherche spatiale, effectué conjointement par la NASA et le Defense Research Board du Canada, vise à démontrer qu'il se produit une période d'activité des points solaires dans l'ionosphère qui va graduellement en augmentant, mais qui devrait atteindre son maximum aux environs de 1970.

Plate-forme océanique en acier

Le Conseil national de recherches est à l'origine de ce curieux projet, qui sera éventuellement construit en acier. Il s'agit d'une immense structure de 200 pieds de diamètre et de 150 pieds de profondeur, en forme de cuvette, qui pourra flotter en pleine mer presque sans bouger et servir de base flottante soit à des stations de forage, à des stations de repérage des satellites, voire à des hôtels en plein océan ou comme quai.

L'auteur du projet est G. L. E. Jarlan, chef de la division des constructions mécaniques du Conseil national de recherches, qui apporte une solution intéressante au problème posé par l'absorption et la dissipation de la formidable énergie des vagues.

Le projet de M. Jarlan comporte essentiellement un cylindre vertical dont les parois et le fond sont percés de tubes de trois pieds de diamètre. Au centre du cylindre se trouve un réservoir flottant. Le choc des vagues sur la structure est brisé par les perforations de sa surface. L'eau se déverse par les tubes dans l'espace situé entre les parois et le réservoir flottant. Elle ressort ensuite par le même chemin, augmentant la turbulence et atténuant l'effet de la vague suivante. En pratique, la plate-forme ressemblera à un iceberg et sera, comme lui, aux trois quarts immergée. Un rebord parabolique en acier, sur toute la circonférence du cylindre, orientera vers le haut la pression du vent.

L'Aérotrain, véhicule glissant sur voie préparée pour transport de passagers à grande vitesse

Le train "glissant" n'est pas nouveau. De 1865 à 1921 de nombreux projets et tentatives ont vu le jour dans divers pays. Mais parmi celles-ci deux françaises sont tout particulièrement à signaler.

Celle de Louis Girard de 1880 à 1889. Un exemplaire de son chemin de fer sur coussin "d'eau" a même fonctionné en public sur l'Esplanade des Invalides.

Enfin Theric de 1902 à 1915 a repris cette idée en la perfectionnant et prévoyant le coussin "à air".

L'Aérotrain conçu par la Société Bertin doit donner une réponse particulièrement intéressante à deux problèmes actuels du transport : les liaisons ultra-rapides entre villes situées à moyenne distance (100 à 500 km) les vitesses utiles pouvant être choisies entre 200 ou même 400 km/h. les liaisons rapides entre une grande ville et ses satellites, 20 à 100 km effectués à des vitesses de 150 à 200 km/h.

Dans ces deux cas les avantages par rapport aux autres moyens sont les suivants : vitesse plus élevée avec une sécurité quasi totale, coût d'infrastructure moins élevé que pour le chemin de fer, — régularité tout temps et possibilité de départ et d'arrivée à l'intérieur des villes (silence, pas de vibrations, passage en superstructure) donc plus de possibilités que l'aviation intérieure, celle-ci conservant son avantage sur les distances plus longues.

Enfin par rapport aux autres propositions de cette nature (anglaises ou américaines) l'Aérotrain présente l'avantage d'utiliser les principes de sustentation à haute stabilité dont la valeur a été prouvée par l'expérience du "Ferraplane" ainsi d'ailleurs que des profils de voie particulièrement simples et économiques.

L'Aérotrain est un véhicule de transport rapide, suspendu sur coussin d'air, et se déplaçant sur une voie spéciale.

Dans l'aérotrain, le système classique des roues et de leur suspension n'existe plus.

Les coussins d'air, de faible épaisseur (quelques centimètres) sont formés entre le fond du véhicule et la paroi unie constituant la voie; ils sont limités latéralement par des joints souples et sont alimentés par des compresseurs qu'entraînent des moteurs type automobile ou aviation.

La voie est constituée par un sol en ciment de préférence avec une âme centrale (Té inversé). Des coussins d'air prenant appui sur cette âme assurent le guidage latéral. Les ailes horizontales du Té constituant le sol sont en fait légèrement inclinées vers l'extérieur de façon à assurer l'écoulement de l'eau et à faciliter l'évacuation des objets qui pourraient accidentellement tomber sur la voie.

Le guidage est assuré par un élément vertical, sorte de rail en ciment, sur lequel le véhicule prend appui par des coussins analogues aux précédents, également pourvus d'alimentations indépendantes.

Ce système permet d'atteindre les plus grandes vitesses, tout en assurant aux passagers un confort total : suspension idéale, suppression du bruit des roues, absence de vibrations et une très grande sécurité.

En outre, le filtrage quasi intégral de la suspension réduit beaucoup l'usure du matériel, donc les bruits de carrosserie, ainsi que les dépenses d'entretien et de renouvellement.

Au Canada, la pénurie de main-d'oeuvre qualifiée est souvent due à une mauvaise administration

Telles sont les paroles que prononçaient dernièrement M. George Simons, conseiller en placement du personnel et président de E Plus Ltd., devant les membres de l'Administrative Management Society, section de Montréal, réunis à l'hôtel Reine Elizabeth.

M. Simons a dit que deux des principales causes de cette pénurie sont le mauvais emploi que l'on fait des personnes compétentes et l'ignorance des possibilités des employés anciens et nouveaux.

Il s'est dit surpris de voir que tant de compagnies sont à la recherche d'ingénieurs alors que des ingénieurs se plaignent d'être employés comme dessinateurs, traceurs ou techniciens.

"Certaines compagnies, sous prétexte d'une période de formation, engagent des jeunes gens prometteurs avant que ceux-ci puissent leur être vraiment utiles et les cueillent ainsi à leur sortie de l'université."

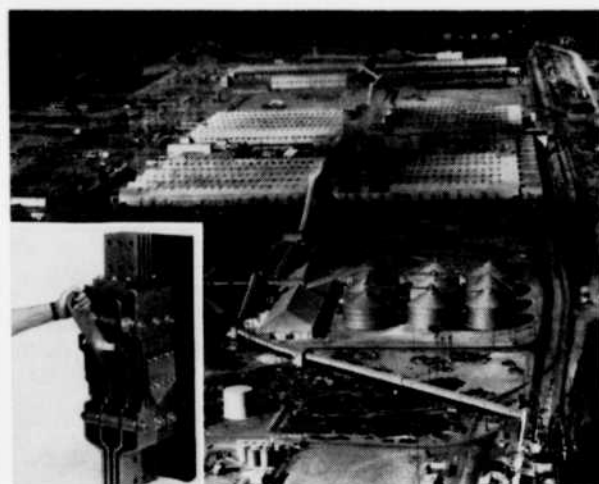
"Trop souvent", a-t-il ajouté, "cette formation consiste à promener le jeune homme en question d'un service à l'autre jusqu'à ce qu'on lui trouve un poste, non pas parce qu'il est qualifié et a été entraîné pour ce genre de travail mais parce que le poste est vacant et qu'il est la seule personne disponible."

Il a ajouté qu'une des meilleures solutions à la pénurie qui gêne déjà les recherches et le développement dans certains domaines spécialisés, comme celui de la chimie des polymères et celui de l'électronique, consiste à engager des candidats prometteurs et à leur donner une formation efficace.

"Les personnes dont nous avons besoin sont souvent déjà à notre emploi ou, du moins, elles l'ont déjà été. Cependant, à cause d'une mauvaise administration ou d'un manque de perspicacité, nous les avons perdues au profit d'une autre compagnie ou nous les avons dirigées vers un secteur où elles sont moins utiles."

"Pour un jeune homme prometteur, l'un des plus grands stimulants est l'assurance d'être promu à un poste supérieur. C'est d'abord ce qui l'attire dans une compagnie et c'est par la suite ce qui l'incite à y rester."

Bien que plusieurs compagnies accordent beaucoup d'importance à une sélection rigoureuse et à une bonne formation, M. Simons a déclaré que l'attitude d'un grand nombre de compagnies envers leurs employés lui rappelait une annonce qu'il avait lue dernièrement. Cette annonce était rédigée comme suit : "Messager demandé. Emploi permanent." ■



Vue de l'usine Alcan à Kitimat et, en cartouche, un des sectionneurs 10,000A. qui y sont utilisés — Les acheteurs avisés choisissent les sectionneurs MONTEL parce qu'ils sont faciles à manoeuvrer et économiques d'entretien.



MONTEL INC.

Siège social et usine :
C. P. 130,
MONTMAGNY, QUÉ.
TÉL. : 248-0235

Succursale :
Edifice Fides
235 est, Dorchester
MONTRÉAL 18, QUÉ.
TÉL. : 861-7445

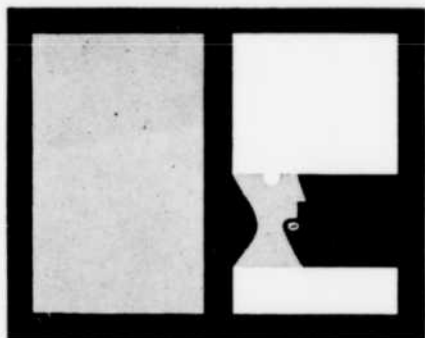
Étude • Recherche • Planification

- * Etude des infra-structures régionales et urbaines, prévisions, planification et rentabilité : écoles, hôpitaux, ports, routes, aqueducs, égouts.
- * Planification des transports routiers, ferroviaires, maritimes, aériens, urbains.
- * Etudes économiques, sociologiques, démographiques, renouvellement urbain.
- * Recherche opérationnelle : cheminement critique, simulation.
- * Informatique.

sorès inc.

Société de recherches économiques et scientifiques

1440 OUEST, RUE STE-CATHERINE
MONTRÉAL, TÉL. : 866-6336



CARNET DES INGÉNIEURS

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

GERVAIS, Jacques, Poly '65, qui était auparavant à l'emploi d'Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme & Lapointe, s'occupe maintenant de structures au bureau d'études Desjardins & Sauriol, ingénieurs-conseils, à Ville Laval.

GIRARD, Fernand-G., Poly '49, qui était responsable de la production, à l'usine de Sylvania Electric (Canada) Ltd., à Drummondville, vient d'être promu au poste de Directeur de l'usine.

GIRARD, Marc-André, Poly '62, du bureau d'études Desjardins & Sauriol, vient de terminer ses études de maîtrise en Génie sanitaire à l'Ecole Polytechnique et a reçu son diplôme de M. Sc.A. de l'Université de Montréal, à la collation des grades, en octobre dernier.

HOULE, Roger, Poly '51, qui était autrefois à l'emploi de Canadian Industries Ltd., travaille maintenant pour Crown Cork & Seal Co. Ltd., à Montréal.

LAVALLÉE, Jacques, Poly '65, qui était autrefois ingénieur des projets, au service du génie de la société House of Seagram Ltd., s'occupe maintenant de Génie industriel à la General Foods Ltd., à Ville LaSalle.

LEMIRE, Gérard, Poly '51, qui fut longtemps à l'emploi de l'Aluminum Co. of Canada, a maintenant ouvert, à Montréal, un bureau d'études qui se spécialise en fabrication (manufacturing) et organisation industrielle.

MANSEAU, Marcel, Poly '41, qui était antérieurement président de Creusot Technique Ltée, a été récemment nommé au poste de Directeur général adjoint de la société Volcano Ltée.

MARIEN, T.R., McG. '52, a été élu à la vice-présidence de la Pentagon Construction Co. Ltd., lors d'une récente assemblée du conseil d'administration de cette société.

MASSICOTTE, Jean-Blaise, Poly '61, qui était autrefois chef ingénieur industriel pour la société Brunswick Mining & Smelting, à Bathurst, N.B., est maintenant "O.R. Engineer" au Ministère de la Production de Défense, à Ottawa.

MAYER, Raymond-C., Poly '65, qui a terminé ses études de maîtrise à l'Ecole Polytechnique, le printemps dernier, fait maintenant partie du personnel enseignant à Polytechnique.

MICHAUD, J-Marcel, McG. '40, ingénieur spécialisé dans la technique des explosifs à l'emploi de Canadian Industries Ltd., a été récemment promu au poste de superviseur des services techniques — Explosifs et Munitions. Son bureau est au siège social de la société, à Montréal.

NÉCROLOGIE

BASTIEN, Jean-Paul, Architecte, Poly '17, est décédé à Montréal, le 28 février 1966. Né le 18 avril 1892, il fit ses études secondaires au Mont St-Louis, et son cours universitaire à l'Ecole Polytechnique où il obtint le diplôme d'Architecte en 1917. A sa sortie de Polytechnique, il ouvrit le bureau d'architectes Bastien & Cartier, puis pratiqua seul de 1926 à 1938. En septembre de cette année, il fut nommé inspecteur des Edifices publics par le gouvernement du Québec. Un an plus tard, au début de la seconde guerre mondiale, il s'engagea pour service actif dans l'armée canadienne (C.A.S.F.) à titre de paie-maître au Régiment de Maisonneuve. A la fin des hostilités, il retourna à l'emploi du gouvernement qui le nomma Architecte au Ministère du Travail, pour la sécurité des établissements industriels et commerciaux, ainsi que des édifices publics de la province de Québec, poste qu'il occupa jusqu'à sa retraite.

CHOQUETTE, Claude, Poly '64, est décédé accidentellement, le 9 juin 1966. Né à Montréal le 23 août 1941, il fit son cours scientifique à l'Ecole Secondaire Louis-Hébert où il fut diplômé avec grande distinction. Entré à Polytechnique sans avoir à subir l'examen d'admission, il y fit des études brillantes, couronnées en 1964 des diplômes d'Ingénieur et de Bachelier ès Sciences Appliquées (spécialité Génie métallurgique), avec la mention "distinction". En 4ème et 5ème année, son excellent dossier académique lui valut l'attribution des bourses Bond Metal Finishers et American Society for Metals.

A sa sortie de Polytechnique, il s'engagea pour la société Dominion Foundries & Steel Ltd. (DOFASCO) à titre d'ingénieur métallurgiste, poste qu'il occupait encore aux usines de la société à Hamilton quand la mort vint interrompre une carrière qui s'annonçait des plus brillantes.

PAGE, Roger, Poly '62, est décédé le 10 décembre 1966, des suites de brûlures subies à son travail, la veille. Né à Montréal le 3 juillet 1936, il fit son cours classique au Collège St-Laurent, où il obtint le diplôme de B.A. en 1957. Après de brillantes études à l'Ecole Polytechnique, il y obtint les diplômes de Bachelier ès Sciences Appliquées et d'Ingénieur métallurgiste, en 1962. Il débuta dans la carrière aux laboratoires de métallurgie de la société Aviation Electric Ltd., où il travailla durant une couple d'années. Il passa alors à la société Supreme Precision Castings Ltd., où ses talents et sa compétence lui méritèrent l'estime et l'appréciation de tous ses collègues. Il y a quelques mois, enfin, il s'engagea à la Montreal Metal Heat Treating Co. Ltd., où s'est produit le tragique accident qui faucha la brillante carrière professionnelle dans laquelle il s'était déjà distingué. ■

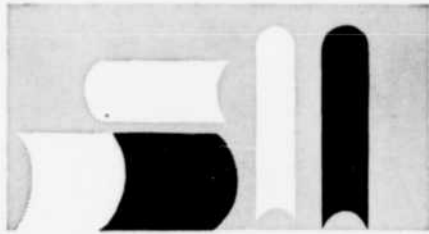


Qualité

Le béton de masse coulé dans les barrages, entre autres, nécessite l'emploi d'un type de ciment spécial d'une haute qualité, constamment uniforme. Les ciments St-Laurent soutiennent partout, avec avantage, leur réputation de grande qualité.

CIMENTS
ST-LAURENT





BIBLIOGRAPHIE

ATMOSPHERE

Physique de l'atmosphère tome 3 phénomènes d'absorption et de diffusion dans l'atmosphère, par Etienne Vassy. Un tome, éd. 1966, 287 pages, 191 figures, 45 Francs. Paris, Gauthier-Villars.

Ce troisième Tome, consacré aux phénomènes d'absorption, de diffusion et de polarisation des radiations tant lumineuses que radioélectriques dans l'atmosphère, est écrit dans la même intention que les deux tomes précédents : donner à des étudiants n'ayant que des notions de physique générale une idée aussi complète que possible de ces phénomènes.

L'auteur n'a pas manqué d'introduire les progrès apportés par l'utilisation de l'absorption et de la diffusion à l'étude de l'atmosphère terrestre, non plus que l'apport dû à l'emploi des fusées et satellites, moyens qui ont considérablement contribué à la bonne compréhension de ces phénomènes.

CIVIL

Fahrbanhübergänge in brücken und betonbahnen. Joints de chaussées pour ponts et routes en béton, par W. Köster. Texte en allemand avec des résumés et des légendes en français, par H. Bucksch. Un volume, éd. 1965, 380 pages (dont 35 en français) avec 291 figures, 78,09 Francs. Paris, Eyrolles — Bauverlag GMBH. Wiesbaden, Berlin.

Grâce à ses présentations systématiques et approfondies, l'ouvrage de Köster épargnera de longues recherches. Il indique, avec abondance de détails techniques, quels sont les types de joints et les procédés de construction les mieux adaptés à chaque cas particulier.

Dans un premier chapitre, sont expliqués les propriétés fondamentales de la fente d'assemblage, la mise en place du joint, et les rapports existant entre eux. Ensuite, l'auteur traite de la question technique proprement dite des joints pour ponts et routes en béton, qu'il s'agisse de l'élaboration du projet ou de l'exécution sur le chantier. Un aperçu bien ordonné sur ce dernier point, établi selon des points de vue techniques et

économiques, guide dans le choix du type de joint approprié. Cette partie principale du livre est abondamment illustrée de photographies et de dessins montrant des réalisations. L'accent est mis sur celles qui, mal conçues ou d'une exécution défectueuse, ont amené des désordres dans les ouvrages.

Cet ouvrage a pour objet de mettre à la disposition du lecteur français l'ouvrage allemand accompagné d'une brochure annexe rédigée en français et contenant :

- la table des matières intégralement traduite;
- de larges résumés de chapitres et paragraphes;
- la traduction des légendes des 291 figures.

Savoir bâtir. Habitabilité — Durabilité — Economie des bâtiments, par Gérard Blachère. Un volume, éd. 1966, 294 pages, 28 figures, 54,64 Francs. Paris, Eyrolles.

L'auteur fait d'abord l'inventaire des exigences humaines en matière de logement : de nature physiologique, psychologique, sociologique et économique.

Puis, il donne l'état des connaissances actuelles pour quelques sciences appliquées : la lutte contre les condensations superficielles ou dans la masse, la ventilation naturelle, l'adaptation du logement à la famille et à l'individu...

Ensuite, il aborde l'étude de la durabilité des ouvrages du bâtiment, science incomplète encore, mais non inexistante. Le constructeur qui se préoccupe des mouvements différentiels et des corrosions supprime déjà bien des causes de ruine des constructions.

Enfin, il traite des aspects économiques du bâtiment, de la manière de comprendre la formation des prix et de les rendre sincères, et d'optimiser le couple prix-valeur tout au long du déroulement d'une opération de construction. On trouvera là notamment l'exposé et les acquis de la méthode (des plus et des moins), la notion de cherté du parti, la validité de la notion de série et des développements autour de la fameuse équation :

Industrialisation = Rationalisation + Mécanisation.

DOCUMENTATION INDUSTRIELLE

Le chauffage des rues pour fondre la glace et la neige

L'utilisation de tuyaux et de câbles électriques, enfoncés dans les pavages pour fondre la glace et la neige, fait l'objet d'une étude entreprise par la "Snow and Ice Section" de la "Division of Building Research" du Conseil National des Recherches et publiée dans le "Building Research Note 55". Cette brochure résume les renseignements requis pour concevoir de tels systèmes, indique où ces renseignements peuvent être obtenus, et enfin, fait état des lacunes et de la recherche dans ce domaine. Des exemplaires du Building Note 55 sont disponibles gratuitement en s'adressant à : Publication Section, Division of Building Research, National Research Council, Ottawa 7, Canada.

Nouvelle aide à la disposition des hommes d'affaires

Un livret décrivant les stimulants disponibles aux fabricants qui s'établissent ou agrandissent leurs usines dans des régions désignées n'importe où au Canada a été publié par l'Agence de développement régional du ministère fédéral de l'Industrie. Il fait connaître les avantages financiers de ce programme. On peut obtenir gratuitement des exemplaires de ce livret en s'adressant à l'Agence de développement régional, Ministère de l'Industrie, à Ottawa.

Un bureau de renseignements pour les chimistes

L'impossibilité pour un chimiste de se tenir au courant des nouvelles techniques qui se développent à travers le monde, se voit en partie résolue par la mise sur pied d'un bureau de renseignements, qui publiait dès janvier 1967, un hebdomadaire, Current Contents of Chemical Sciences, afin de faciliter la tâche du chimiste quant au choix de ses lectures. Pour tous renseignements

supplémentaires au sujet de cette revue, on est prié de s'adresser à : Institute for Scientific Information, 325 Chestnut St., Philadelphia, Pennsylvania 19106.

Une brochure sur les propriétés du tuyau Chemtite

La Canadian Johns-Mansville Co. Ltd. a publié une nouvelle brochure sur son tuyau Chemtite, canalisation résineuse armée d'amiante, qui achemine les fluides corrosifs à des températures et pressions élevées.

Fabriqué à partir de trois résines : époxydes, phénoliques et de polyester, le Chemtite résiste aux acides, alcools, alcalis, aldéhydes, amines, esters, substances organiques chlorées, cétones et oxydants.

Le tuyau Chemtite peut canaliser des fluides corrosifs à des températures de 50 à 300°F., à des pressions allant jusqu'à 150 livres au pouce carré. Le tuyau de résines epoxydes est recommandé pour température allant jusqu'à 250°F. et le tuyau de résines de polyester pour températures n'excédant pas 200°F. Le tuyau est offert en diamètres de 1 à 4 pouces.

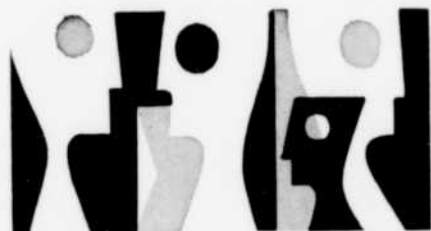
On peut obtenir de plus amples renseignements sur le tuyau Chemtite en écrivant à Canadian Johns-Mansville Co. Ltd., 565 Lakeshore Rd. E., Port Credit, Ontario. Demander la brochure TR-325A.

Choix et entretien des réchauffeurs pour moteurs industriels

Deux brochures abondamment illustrées de 16 et 20 pages respectivement, sur le choix et l'entretien des réchauffeurs (500 à 12,000 Watts) pour moteurs industriels, sont offertes gratuitement par Kim Hotstart Manufacturing Co., West 917 Broadway, P.O. Box 42, Spokane, Washington 99210.

Pompes centrifuges

Le bulletin B-305 de Bell & Gossett décrit la série 1531 de pompes centrifuges et spécifie leur emploi quant aux liquides à transporter et quant aux matériaux de construction du réseau de tuyauterie; ainsi, par exemple, on absorbe les systèmes de chauffage à l'eau chaude et les systèmes de ventilation à l'eau refroidie. ITT Bell et Gossett, Fluid Handling Division, Morton Grove, Illinois 60053, offre gratuitement ce bulletin à ceux qui en feront la demande.



AGENDA

5-9 mars — Conférence internationale de l'American Society of Mechanical Engineers sur l'énergie des turbines à gaz, à Houston, Texas. — Info : Meetings Manager, 345 E. 47th Street, New York, N.Y. 10017.

6-10 mars — Journées d'études sur les carrières organisées conjointement par le département de génie minier de l'Ecole Polytechnique, l'Association Québécoise des Techniques Routières et le Ministère des Ressources Naturelles. Ces journées d'études se tiendront à l'Ecole Polytechnique et ont pour but de rassembler les experts dans ce domaine afin d'évaluer le potentiel de cette industrie québécoise et développer une collaboration plus efficace. — Info : René Dufour, ing., Département de Génie Minier, Ecole Polytechnique, 2500, av. Marie-Guyard, Montréal 26, P.Q.

13-14 mars — Symposium annuel sur l'Astronautique de la Canadian Aeronautics and Space Institute, à Ottawa, Ont. — Info : Le Secrétaire, Chambre 704, 77 Metcalfe St., Ottawa 4, Ontario.

15-17 mars — 17ième conférence annuelle de l'Instrument Society of America sur l'instrumentation et l'appareillage de l'industrie du fer et de l'acier, à Pittsburg, Pa. — Info : N.F. Simcic, Division director, Jones & Langhlin Steel Corp., 900 Agnew Road, Pittsburg, Pa. 15230.

27-30 mars — 69ième assemblée générale annuelle du Canadian Institute of Mining and Metallurgy, à Ottawa, Ont. — Info : Le Secrétaire, 12 ouest, rue Richmond, Toronto 1, Ontario.

2-7 avril — 63ième convention annuelle de l'American Concrete Institute, à Toronto, Ont. — Info : L'assistant-secrétaire, Box 4754, Redford Station, Détroit, Michigan 48219.

26-27 avril — La seconde assemblée annuelle de l'International Lead Zinc Research Organization, Inc. (ILZRO), se tiendra à l'hôtel Sheraton-Mt-Royal, à Montréal, et aura pour thème "De la Recherche à la Mise en marché". Les assises porteront sur les nouvelles utili-

sations du plomb et du zinc, la recherche, et les renseignements techniques offerts aux membres de l'association. — Info : William C. Hall, for American Zinc Institute, 1301 avenue of the Americas, New York, N.Y. 10019.

1-4 mai — 4ième conférence internationale de l'Association Canadienne des Pâtes & Papier sur le blanchiment de la pulpe, à Toronto, Ont. — Info : P.R. Kinsey, Riegel Paper Corporation, Riegelwood, N.C.

3-5 mai — Assemblée annuelle du Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Petroleum Society, à Calgary, Alberta. — Info : Office of the technical activities Board, 345 east, 47th st., New York, N.Y. 10017.

Assemblée annuelle

Les diplômés sont priés de réserver la fin d'après-midi et la soirée du vendredi 24 février 1967, pour assister à l'assemblée générale annuelle et au banquet de l'A.D.P. qui auront lieu à l'hôtel Reine Elizabeth, à Montréal. ■

LES CIMENTS DU ST-LAURENT NOMINATION



M. J. L. BOURRET, ING.

M. Paul Chapdelaine, C.A., Président et Gérant Général, a le plaisir d'annoncer que M. Jean-Louis Bourret, Ingénieur, a récemment été nommé Adjoint du Président à la Compagnie des Ciments du St-Laurent. M. Bourret est gradué de l'Ecole Polytechnique de Montréal. Il a acquis une expérience de plus d'une dizaine d'années dans l'industrie du ciment et du béton. Il est membre actif de plusieurs organismes professionnels, para-professionnels et sociaux. Les fonctions de M. Bourret s'exerceront surtout au Bureau Administratif de la Compagnie à Montréal, responsable pour tout le Canada.

BEAUCHEMIN - BEATON - LAPOINTE

Ingénieurs-conseils

J.-A. BEAUCHEMIN
W. H. BEATON
H. LAPOINTE
ROGER-O. BEAUCHEMIN
PAUL-T. BEAUCHEMIN

6655, Côte-des-Neiges, Suite 410 Montréal 25
Téléphone 731-8521

BEAULIEU, TRUDEAU ET ASSOCIÉS

Ingénieurs-Conseils

Gérard O. Beaulieu, Ing. Gilles Gascon, Ing.
Marc R. Trudeau, Ing. Yvon Delisle, Ing.
Pierre G. Beaulieu, Ing. Jean-Marie Maccabée, Ing.
J.-René Lalancette, Ing. Louis-Aimé Lehoux, Ing.
Robert Morissette, Ing.

6650, ave Darlington, Montréal 26 / Tél. 737-3628

BROUILLET, CARMEL, BOULVA & Associés

Ingénieurs-conseils

Spécialités : CHARPENTES et FONDATIONS

Téléphone 274-5671
700 ouest, boul. Crémazie Montréal 15

Bureau de Montréal
1425, RUE DE LA MONTAGNE

Téléphone :
(514) 849-5733

GEO. DEMERS

INGÉNIEUR CONSEIL

Bureau de Québec
845, ST-CYRILLE O.

Téléphone :
(418) 681-7324

ÉTUDE C.-E. GRAVEL

Ingénieurs-Conseils

TRAVAUX MUNICIPAUX

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

BUREAU :
3717 Boul. Lévesque - MU. 1-1692-3-4
Chomedey, Ville de Laval, P.Q.

Tél. 288-1246-7

LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

Bureau fondé en 1928

H. Labrecque
L. Gagnon, A.G.
P. Neugebauer

Ingénieurs-conseils

10 ouest, rue St-Jacques, Montréal 1

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs-conseils

8790, avenue du Parc — Tél. 384-6410
MONTRÉAL 11, QUÉ.

LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS

Ingénieurs-conseils

615, rue Belmont Montréal 3

MONTI, LAVOIE, NADON

Ingénieurs-conseils

Génie civil, mécanique et industriel
Pâtes et papiers

1253 MCGILL COLLEGE, MONTRÉAL — 878-9543

SURVEYER, NENNIGER & CHÉNEVERT

INGÉNIEURS-CONSEILS



- Industries lourdes: aciéries, cimenteries, usines de zinc, d'amiante...
- Industries légères: usines de montage, fabriques de produits alimentaires...
- Grands travaux: barrages, routes, ponts...
- Travaux municipaux: aqueducs, usines d'épuration...
- Édifices, domiciliaires et publics: hôpitaux, écoles...
- Centrales nucléaires, thermiques, hydro-électriques...

1550 ouest, boul. de Maisonneuve

Montréal, Qué.

Téléphone: 868-1731

Lucien Perrault, Ing., B.A., B.Sc. A.
Président

849-6191

Les Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée

INSPECTION — ESSAIS — ANALYSES

1449, rue Crescent

Montréal 25



SONDAGES
CONTRÔLE
DES
MATÉRIAUX

TESTS DE FONDATION INC. FOUNDATION TESTING INC.

435 BOULEVARD DÉCARIE, MONTRÉAL 9

TÉL. : 744-2866

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC. (1937)

615, rue Belmont, Montréal 3

Spécialistes en Géotechnique



Sondages et forages;
Essais en laboratoire;
Rapports complets et
recommandations.

Tél. : 866-2433

LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.
1007 BOUL. LABELLE, LAVAL, QUÉ. 689-0240



- Forages et relevés géophysiques
- Études géotechniques
- Contrôle de sol, béton, asphalte et acier

En donnant votre souscription à

LA FONDATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE

vous aidez un étudiant pauvre

à poursuivre ses études d'ingénieur

INDEX DES ANNONCEURS

Algoma Steel Corp. Ltd., The	17	Ingénieurs Associés Ltée, Les	48
•		•	
Bailey Meter Co. Ltd.	2	KeepRite Products Ltd.	14
Banque d'Expansion Industrielle	39	•	
Beauchemin, Beaton, Lapointe	48	Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée, Les	49
Beaulieu, Trudeau & Associés	48	Laboratoires Ville-Marie Inc., Les	49
Brouillet, Carmel, Boulva & Associés	48	Lalonde, Girouard & Letendre	48
•		Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés	48
Canadian Allis-Chalmers Ltd.	21	Lord & Cie Ltée	50
Canadian Formwork Corporation	5	Lunkenheimer-Morrison Canada Ltd.	41
Canadian General Electric Co. Ltd.	3 - C III	•	
Canadian Johns-Manville Co. Ltd.	10	Montel Inc.	43
Canadian Kodak Co. Ltd.	37	Monti, Lavoie, Nadon	49
Canadian Vickers Industries Ltd.	4	•	
Canadian Westinghouse Co. Ltd.	11	Northern Electric Co. Ltd.	20
Ciments St-Laurent	45-47	•	
Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.	49	Recordak of Canada Ltd.	6
•		Redirack Industries Ltd.	18
Demers, Geo.	48	•	
Dominion Bridge Co. Ltd.	8-9	Sorès Inc.	43
Dorval Diesel Ltée	19	Surveyer, Nenniger & Chênevert	49
•		•	
Flygt Canada Ltd.	7	Tests de Fondation Inc.	49
•		•	
Gravel, C. E.	48	Volcano Ltée	C IV
•			
Hewitt Equipment Ltd.	C II		

ALLÉGEZ VOS CONSTRUCTIONS ET VOS PRIX DE REVIENT

AVEC LES
PANNEAUX NERVURÉS

'LORDECK'



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

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

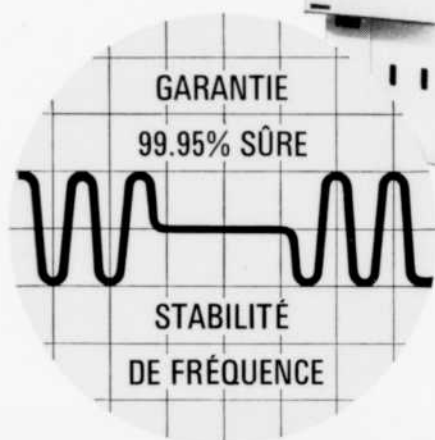
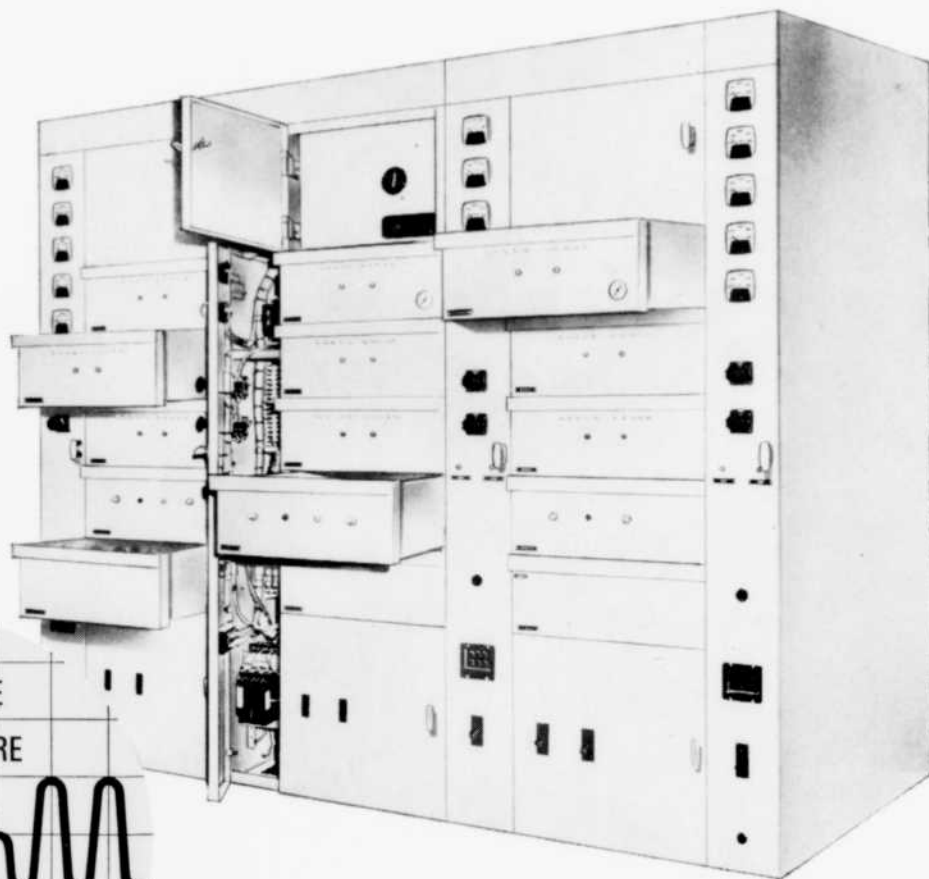
Les panneaux "Lordeck" sont fabriqués d'après vos longueurs spécifiées.

LORD & COMPAGNIE LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : J. H. Lord, Ing.

4700 Iberville, Montréal — 527-3111



Il existe un convertisseur statique CGE à transistors convenant à tout entraînement CA.

Allant de 10 Kva à 192 Kva, les convertisseurs statiques Canadian General Electric fournissent une stabilité de fréquence insurpassable pour la transformation du CA en CC et, inversement, en CA.

Une EFFICACITÉ SUPÉRIEURE à celle des appareils rotatifs de force comparable autorise des tolérances plus précises, améliorant la qualité du produit. UNE GAMME DE FRÉQUENCE ÉTENDUE élimine l'emploi de multiplicateurs et les changements de courroie. Des essais pratiques ont démontré la SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT SUPÉRIEURE des redresseurs aux silicones et de leurs éléments

électro-statiques. Les convertisseurs statiques CGE, étant plus légers et moins encombrants que les appareils rotatifs, le COÛT DE L'INSTALLATION EST INFÉRIEUR. L'absence de pièces travaillantes RÉDUIT LES FRAIS D'ENTRETIEN. Leur DESSIN MODULAIRE facilite les examens d'entretien courant. Le montage compensateur élimine les perturbations momentanées et les pertes de tension.

Pour tous détails sur le convertisseur statique CGE convenant le mieux à vos opérations, consultez votre représentant CGE ou écrivez à: Industrial Apparatus Department, Canadian General Electric, Peterborough, Ontario.

9204-12551 F



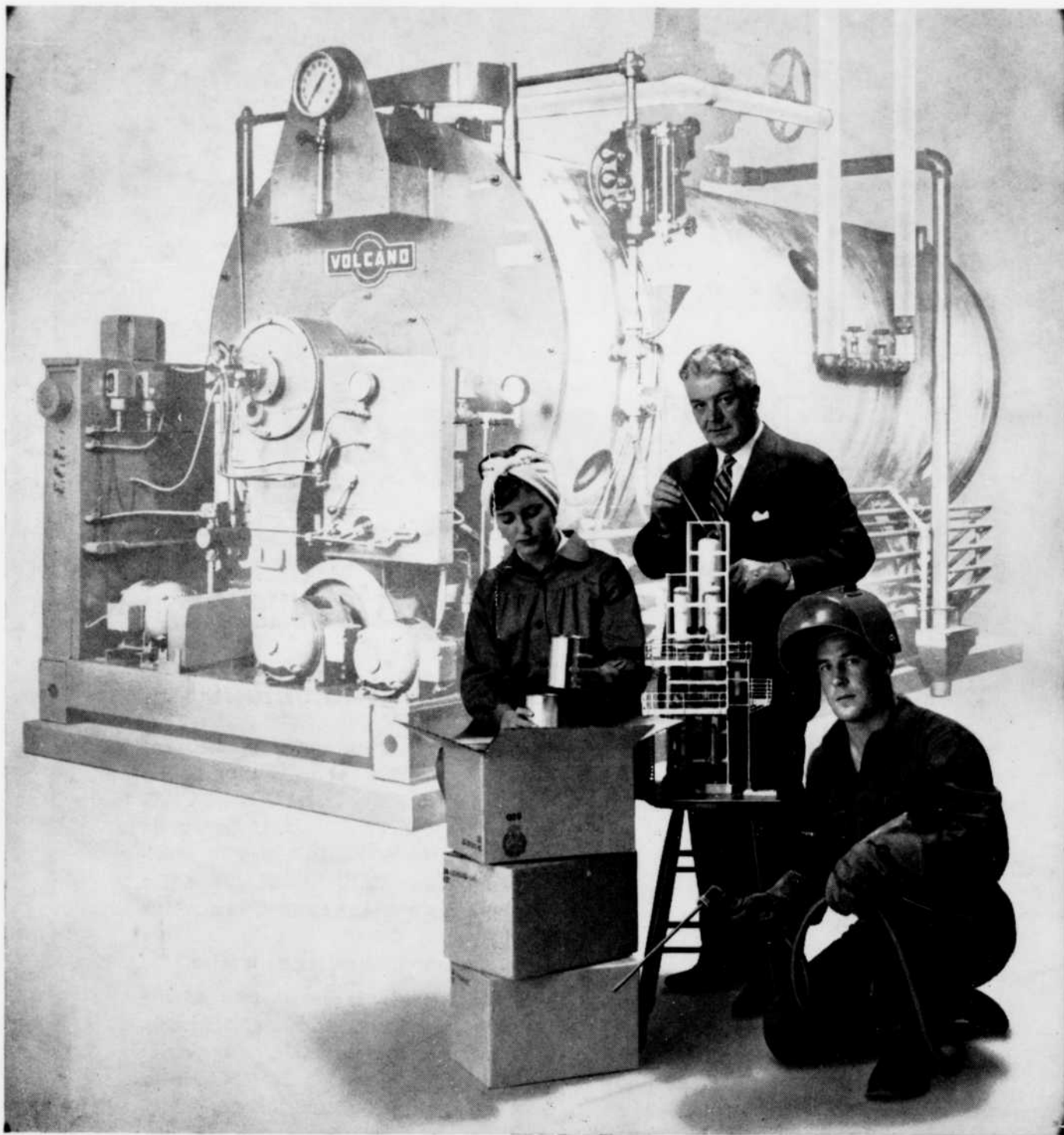
CANADIAN GENERAL ELECTRIC

L'expérience de la maison Volcano est la garantie de satisfaction qu'on recherche quand vient le temps de choisir des appareils de chauffage automatiques. Le rendement des chaudières Volcano installées dans des usines et immeubles de tous genres résulte, de fait, de la supériorité acquise par cette compagnie au cours d'au-delà d'un siècle, dans ce domaine hautement spécialisé. Au moment de la livraison, l'appareil

D'UN OcéAN À L'AUTRE
VOLCANO
SERT L'INDUSTRIE

est complet, prêt à être raccordé. Des techniques perfectionnées assurent un rendement sûr, efficace et économique, année après année. Vous pouvez en outre faire appel à nos spécialistes pour l'étude de tous vos besoins en chauffage. Communiquez avec le

distributeur Volcano de votre localité. Les CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES "STARFIRE" — appareils de 5 à 500 c.v., à l'huile, au gaz ou combinés.



VOICI UNE LISTE PARTIELLE DES ENTREPRISES QUI ONT CHOISI DES CHAUDIÈRES VOLCANO POUR LEURS USINES : ANSCO — ALCAN — CANADA DRY — CANADAIR — CHRYSLER — CNR — CPR — COCA-COLA — CONSUMERS GAS — FIRESTONE TIRE & RUBBER — FORD — FOUNDATION COMPANY — GATTUSO — GENERAL ELECTRIC — GENERAL MOTORS — IRON ORE COMPANY — IRVING OIL — JOHNS-MANVILLE — KELLOGG — McCOLL-FRONTENAC — PARKE-DAVIS — RCA — SHAWINIGAN ENGINEERING — SINGER — SYLVANIA — WESTINGHOUSE.