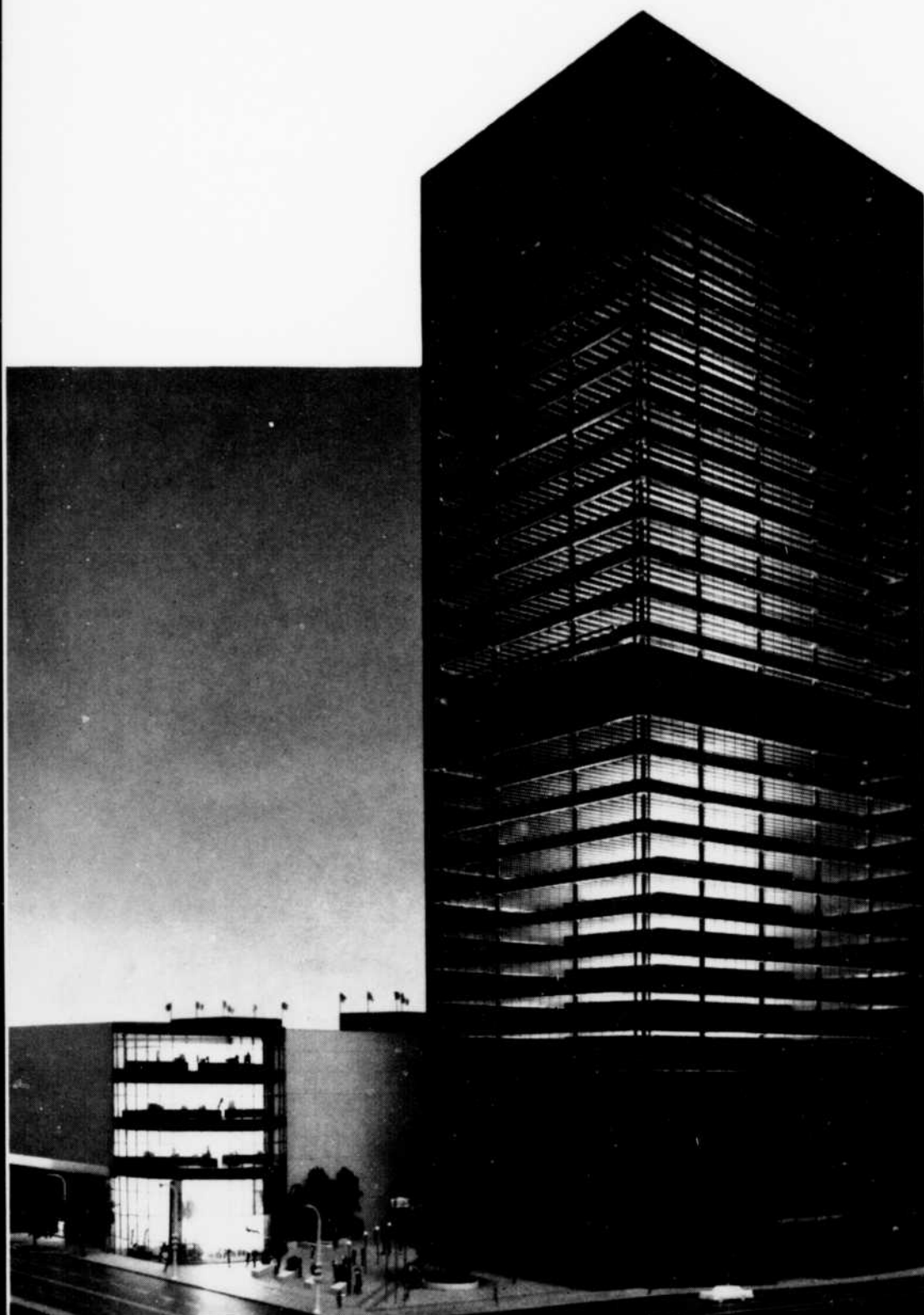


JENKINS CONTRÔLE LES EAUX DU PACIFIQUE

Centre Pacifique, Vancouver.



Quand vous construisez un ensemble qui doit devenir un des lieux les plus en vue du centre ville, vous faites doublement attention à ce que chaque pièce soit capable de rencontrer les exigences les plus rigoureuses.

Ceux qui ont construit le Centre Pacifique à Vancouver avaient une assez haute idée des valves Jenkins pour décider de les utiliser en chauffage, climatisation et plomberie.

Nous en sommes flattés . . . mais pas du tout surpris.
Jenkins Bros. Limited, Lachine, Qué.

Architectes: MacCarter, Nairne & Partners, Vancouver. Victor Gruen Associates, Los Angeles.
Ingénieurs conseils: H.H. Angus & Associates Ltd. (mécanique et électricité); Unecon Engineering Consultants Ltd. (structures).
Entrepreneurs en mécanique: Comstock International Limited; Lockerbie & Hole Western Limited.

JENKINS
Le spécialiste en valves.



Jenkins Bros

**ADMINISTRATION
ET RÉDACTION**
2500, avenue Marie-Guyard
Montréal 250, Tél. 344-4764

COMITÉ ADMINISTRATIF

Émeric-G. LÉONARD, ing.,
président

Yvan HARDY, ing.

Claude BRULOTTE, ing.

André LOISELLE, ing.

Michel ROBERT, ing.

Michèle THIBODEAU-DEGUIRE, ing.

Roland BOUTHILLETTE, ing.

SECRETARIE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

RÉDACTRICE

Madeleine G. LAMBERT

**COMITÉ CONSULTATIF
DE RÉDACTION**

Adrien LEROUX, ing.,
directeur

Raymond BARETTE, ing.

Pierre BELLEAU, ing.

G.-Réal BOUCHER, ing.

Donald J. BRYANT, ing.

Jean CHARTRAND, ing.

Jean L. CORNEILLE, ing.

Jacques DEBROUX, ing.

Josef HODE KEYSER, ing.

Pierre La ROCHELLE, ing.

Michel RIGAUD, ing.

Jean-Charles TREMBLAY, biochim.

PUBLICITÉ

JEAN SEGUIN & ASSOCIÉS INC.
Courtiers en publicité

3578, rue Masson, Montréal 405, Qué.
Téléphone : 729-4387

ÉDITEURS :

L'Association des Diplômés de Polytechnique, en collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal, la Faculté des Sciences de l'Université Laval et la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Sherbrooke. Publication mensuelle. — Imprimeur : Les Presses Elite.

ABONNEMENTS :

Canada — \$5.00 par année
Autres pays \$6.00

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

SOMMAIRE

ARTICLES

2 **ÉVOLUTION DU CONTRÔLE DANS LE DOMAINE
DES TRAVAUX PUBLICS**

par : Dr J. Hode Keyser

L'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) a tenu à Aix-en-Provence, en France, un Symposium sur la qualité des travaux routiers. Dans le but d'un échange de vues et de mise au point sur le développement de la technologie dans le domaine du contrôle, quatorze pays y ont participé : Allemagne, Autriche, Belgique, Canada, Espagne, États-Unis, France, Grande-Bretagne, Grèce, Japon, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas et Suède.

Cet article donne en bref les grandes lignes des conférences, discussions et échanges de vues qui ont eu lieu durant le Symposium.

10 **CHOIX D'UNE GÉOMÉTRIE OPTIMUM
POUR LES STRUCTURES EN FORME
DE VOILE MINCE DE RÉVOLUTION**

par : Luc Lachance, ing. et Ovila Landry, ing.

Dans le choix d'une structure en forme de voile mince, l'architecte ou l'ingénieur doit souvent faire face aux problèmes suivants : pour une portée et une hauteur données, quelle surface géométrique va donner les contraintes internes minimums ? Quels sont la portée, la hauteur et le type de voile qui vont offrir un comportement structural optimum pour un chargement donné ? Quelle est l'influence de la charge, de la portée et de l'épaisseur du voile sur les contraintes critiques ? Le présent article se propose de répondre d'une façon générale à ces questions, pour les types de voile mince de révolution les plus fréquemment utilisés en pratique.

RUBRIQUES

25 **COMMUNIQUÉ :** Le Conseil canadien des ingénieurs présente les vues de la profession sur l'immigration.

20 **LE MOIS :** Chroniques mensuelles

28 **RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS**

NDLR

Nous prions tous ceux qui désirent collaborer à la revue de s'adresser à la rédaction pour connaître les normes de publication.

ÉVOLUTION DU CONTRÔLE DANS LE DOMAINE DES TRAVAUX PUBLICS

par Dr J. Hode Keyser

Note biographique :

Monsieur Josef Hode Keyser est ingénieur surintendant au Laboratoire de Contrôle et Recherche de la Ville de Montréal et chargé de cours dans le domaine des matériaux à l'Université de Montréal et à l'Université Laval. Il a obtenu son diplôme d'ingénieur civil en 1955 et une maîtrise en génie civil en 1958 de l'École Polytechnique de Montréal et une maîtrise en matériaux en 1962 de l'Université Purdue aux États-Unis. En 1971, l'Université de Montréal lui conférait un doctorat en sciences appliquées.

Dr Hode Keyser est l'auteur d'importants ouvrages et articles publiés au Canada, aux États-Unis et en Europe.

Membre actif de plusieurs associations professionnelles nationales et internationales, le Dr Hode Keyser œuvre, de plus, au sein de divers comités d'étude pour des organismes tels que Conseil National de Recherche du Canada (CNR), American Society for Testing and Materials (ASTM), Association canadienne de normes (ACNOR), pour ne mentionner que quelques-uns.

Dr Hode Keyser fut le représentant officiel du Canada au Symposium International sur le contrôle de la qualité des travaux routiers tenu en France et préparé par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).

I — Introduction

L'Organisation de coopération et de développement économique a tenu à Aix-en-Provence, en France, un Symposium sur la qualité des travaux routiers. Dans le but d'un échange de vues et de mise au point sur le développement de la technologie dans le domaine du contrôle, quatorze pays y ont participé : Allemagne, Autriche, Belgique, Canada, Espagne, États-Unis, France, Grande-Bretagne, Grèce, Japon, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas et Suède.

Cet article donne en bref les grandes lignes des conférences, discussions et échanges de vues qui ont eu lieu durant le Symposium.

II — Signification du contrôle de la qualité

L'acception de cette expression varie d'un pays à l'autre. Des groupes qui présentent des intérêts différents s'en font une idée différente. Comme les traditions et le mode varient d'une région à l'autre, les rapports entre entrepreneurs et le service de contrôle varient aussi.

Cependant, quelle que soit l'idée que l'on se fait du contrôle de la qualité, son but reste le même : construction, au plus bas coût possible, d'un ouvrage qui aura un bon comportement tout au long de sa vie anticipée et qui exigera un minimum d'entretien.

Il y a deux façons de concevoir le contrôle de qualité :

II. 1

- En France et en Belgique, on estime généralement qu'il doit y avoir une étroite collaboration entre le service d'inspection du client d'une part, l'entrepreneur ou la direction de l'usine d'autre part. Cette collaboration peut même aller jusqu'à l'établissement d'un contrôle conjoint de toutes les phases de la construction ou de la production²². Par exemple, en ce qui concerne la fabrication des mélanges bitumineux, le contrôle peut porter sur le réglage de l'alimentation en granulats froids, la température des composants, le dosage des granulats et du liant, etc.
- Un contrôle de qualité entendu de cette façon ne peut avoir lieu que là où il existe une confiance mutuelle entre le fabricant et le client et où les relations entre les deux parties sont bonnes sinon excellentes. Le client doit aussi être prêt à dédommager l'entrepreneur ou le fabricant pour des travaux qui n'ont pas été prévus dans le contrat.
- Le principal inconvénient de cette façon de concevoir le contrôle de la qualité est que le maître-d'œuvre, ayant collaboré et contribué au contrôle, ne peut qu'accepter les matériaux fabriqués ou les travaux exécutés.

II. 2

- Dans les pays de l'Amérique du Nord et aussi dans certains pays de l'Europe il y a une autre façon de concevoir le contrôle de la qualité : les exigences sont clairement indiquées dans le cahier des charges et c'est au fabricant ou à l'entrepreneur qu'incombe la responsabilité de fournir un produit ou d'accomplir un travail qui correspond entièrement aux exigences des spécifications.

- Dans ces pays on pratique surtout un contrôle de réception et l'entrepreneur est généralement pénalisé lorsque les travaux ne correspondent pas aux exigences des spécifications. Dans ce système l'entrepreneur a plus de liberté d'action. Il peut utiliser les méthodes de fabrication ou de construction qu'il désire et produire au plus bas coût possible, pourvu que le produit final de son travail soit conforme aux exigences stipulées dans le cahier des charges.
- Vu que le service d'inspection du client ne collabore pas au contrôle, la responsabilité de la qualité des travaux incombe au seul entrepreneur.
- L'expérience a montré qu'à la longue c'est un système de contrôle efficace. Des exigences bien formulées et précises et un contrôle strict de réception obligent les fabricants et les entrepreneurs à s'efforcer de produire des matériaux et à faire des travaux conformes aux spécifications²³.
- De plus, l'exacte formulation des exigences s'avère aussi plus avantageuse et plus juste pour les soumissionnaires, ceux-ci sachant dès le début à quoi s'en tenir. Ils peuvent ainsi préparer leurs soumissions, leurs calculs portant sur un produit ou un travail bien défini.

Les deux conceptions du contrôle de la qualité sont valables. La façon de concevoir le contrôle dépend des conditions de travail, des traditions, des habitudes et de la mentalité des gens d'une région ou d'un pays.

Ce qui est important, c'est d'atteindre le but et cela veut dire de fournir un produit ou d'exécuter un travail de bonne qualité. Nous citerons comme exemple deux organismes importants qui, chacun à sa façon, justifient l'une ou l'autre des conceptions du contrôle de la production des mélanges bitumineux.

Le ministère des Transports du Canada emploie le premier système de contrôle chaque fois que l'on juge que le personnel de l'entrepreneur n'est pas assez compétent pour assurer un contrôle efficace de la production des mélanges bitumineux. Cependant, l'entrepreneur doit s'assurer du bon fonctionnement de son équipement et de fournir un matériau de qualité acceptable. Ainsi le ministère assure, conjointement avec l'entrepreneur, la qualité du produit et a la certitude que les mélanges bitumineux utilisés seront conformes aux exigences des spécifications.

À la Ville de Montréal, où les entrepreneurs sont en général mieux équipés et organisés, on préfère le deuxième système de contrôle de qualité. On l'utilise depuis une quinzaine d'années et on en est satisfait. Les entrepreneurs assurent le contrôle par leurs propres moyens, ce qui leur permet de fabriquer un produit acceptable au plus bas coût possible.

Aussi bien dans l'un que dans l'autre des systèmes, il est extrêmement important que cela soit le propre intérêt de l'entrepreneur qui constitue pour celui-ci un stimulant de produire selon les exigences des spécifications. Il faut se rendre compte que le but ultime de l'entrepreneur est de fournir un produit ou un

travail acceptable au plus bas coût possible. Il n'est pas intéressé à la qualité absolue. C'est sa façon de concevoir la qualité. Donc, son contrôle va viser un produit ou un travail qui sera accepté par le client et non un produit de haute qualité.

III — Système efficace de contrôle de qualité

La figure 1 montre un système qui a pour but d'assurer la qualité des travaux. On y voit que la qualité dépend des composants suivants : conception (design), spécification, construction proprement dite²⁴. Pour obtenir la qualité prescrite il faut que tous les intéressés collaborent étroitement : l'architecte, l'ingénieur, les techniciens, l'entrepreneur et les fournisseurs de matériaux.

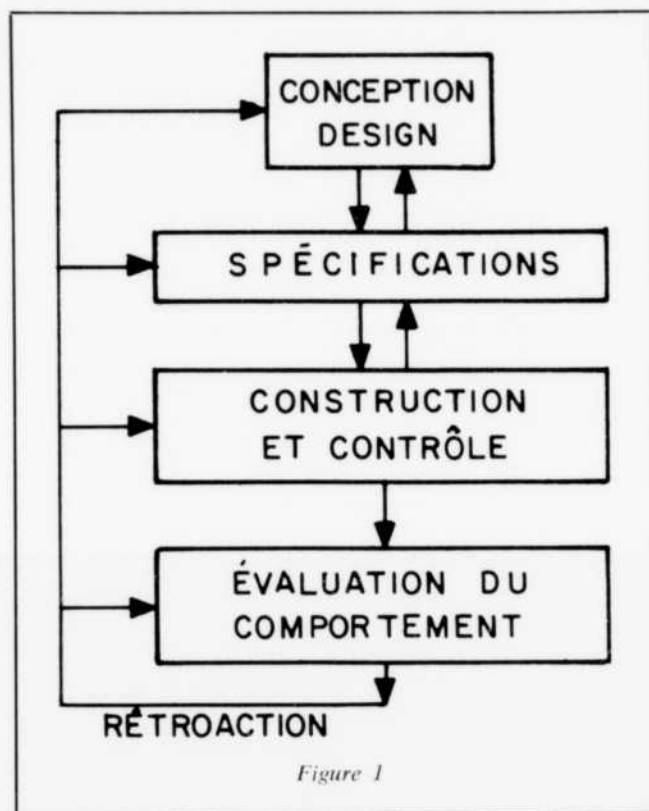


Figure 1

Le propriétaire-client, représenté souvent par un ministère ou un autre service administratif, peut aussi de son côté, contribuer à l'amélioration de la qualité. Il peut par exemple : faire exécuter les travaux avant la venue de l'hiver ; laisser à l'entrepreneur assez de temps pour s'équiper et planifier les travaux ; éviter, si possible, les arrêts de travail inutiles, etc.

Il est aussi important de vérifier régulièrement, par une évaluation continue du comportement, si l'objectif que l'on s'est fixé a été atteint. De cette façon, on peut détecter les faiblesses dans la préparation de chacune des phases de la construction et, si nécessaire, apporter des modifications au « design », aux spécifications, aux procédés de fabrication, à l'outillage et aux méthodes de travail.

Dans le but ultime d'améliorer la qualité, la rétroaction doit être assurée à partir de toutes les phases de la construction.

IV — Économie résultant du contrôle de la qualité

Du point de vue pratique, qualité doit être synonyme d'économie et le contrôle de la qualité doit avoir pour conséquence une réduction du coût total des travaux. Le coût total d'une construction peut être exprimé comme suit :

$$C_t = C_c + C_e + C_q + C_n + C_v$$

où

C_t = Coût total de la construction

C_c = Coût de la construction y compris la préparation des plans et des cahiers des charges

C_e = Coût lié à l'entretien durant la vie de l'ouvrage

C_q = Coût lié au contrôle de la qualité

C_n = Coût lié aux accidents et dommages résultant d'un mauvais comportement

C_v = Coût lié à la durée de vie de l'ouvrage

Le coût du contrôle de la qualité est minimal comparé aux autres dépenses. Le coût du contrôle de la construction varie généralement entre 1 et 3% du coût des travaux tandis que le coût du contrôle de la production des matériaux peut varier entre 3 et 15% du coût total du produit final. Le pourcentage varie selon l'importance de la production ou de la construction, le niveau du risque accepté par le client et la fiabilité du fabricant ou de l'entrepreneur.

Un manque de contrôle ou un contrôle inadéquat peut résulter dans une augmentation considérable du coût de l'entretien (C_e) et de celui lié à la durée de vie de l'ouvrage (C_v). En voici deux exemples :

- La durée de vie d'une chaussée peut diminuer de 40% suite à une réduction de 10% de la résistance à la compression du béton de fondation ;
- Un compactage inadéquat ou insuffisant peut causer une baisse sensible de la durée de vie d'une chaussée et une augmentation considérable des frais de son entretien.

L'influence du risque du client et de celui de l'entrepreneur sur le coût est traitée dans la référence (1).

V — Définitions des caractéristiques des matériaux et des travaux de construction

Les caractéristiques des matériaux et des travaux de construction doivent être définies en termes de niveau de qualité et de niveau d'uniformité désiré.

L'uniformité de chaque caractéristique mesurée d'un ouvrage est fonction de l'uniformité du procédé de fabrication, des matériaux, des méthodes de travail, de l'échantillonnage et des essais (voir figure 2).

Les nombreuses analyses de variance, qui ont été faites récemment dans plusieurs pays, ont fourni des renseignements sur les variations dues aux matériaux, au procédé de fabrication, au procédé de construction, à l'échantillonnage et aux essais. En connaissant ces variations, on peut : a) mieux définir la qualité ; b) établir des limites réalistes des spécifications ; c) établir des exigences concernant la précision des essais ; et d) établir des règles de décision valables quant à l'acceptation des matériaux ou d'un ouvrage.

Les références 6, 7, 13, 24 et 27 présentent des exemples typiques de ce genre d'étude.

Les études de McMahon, Granley, Kelly et Backer^{6, 13} ont fourni des renseignements sur la somme

totale de variations à laquelle on peut s'attendre au cours des travaux routiers sous contrôle normal. Ils y ont souligné l'importance relative des variations dues à l'échantillonnage et aux essais qui, dans le cas d'un contrôle normal de l'asphalte et du béton, représentent à elles seules environ 50% de la variation totale.

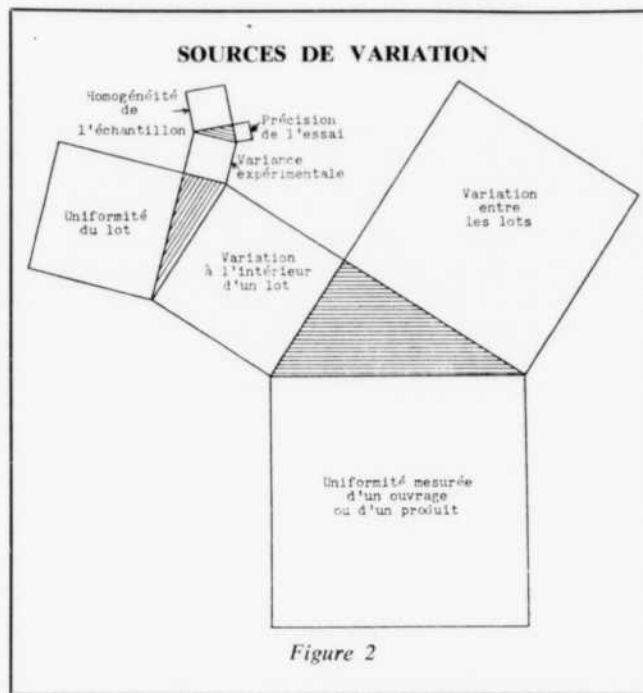


Figure 2

Les références 7 et 24 traitent de la répétabilité et de la reproductibilité des essais conventionnels et de la façon de compiler des données à ce sujet ; dans la référence 7, Sherwood du British Road Research Laboratory discute la classification des sols et les essais de compactage tandis que Haas²⁴ traite des essais conventionnels de mélanges bitumineux.

Völkl²⁷ souligne le fait que les normes de construction doivent être périodiquement révisées à la lumière des nouvelles connaissances acquises à la suite des analyses des données compilées dans le passé et des résultats fournis par les programmes d'essais établis.

Le rôle des variations dues aux matériaux et aux procédés de fabrication et de pose et leur influence sur le comportement des ouvrages n'est pas toujours bien connu. Il faudra encore beaucoup de recherche pour l'évaluer pleinement.

VI — Échantillonnage et essais

Mathews et Godsall¹² ont traité en profondeur la question de l'échantillonnage.

Les auteurs insistent sur le fait que les méthodes d'échantillonnage et d'essais doivent être choisies en tenant compte du but de ces opérations.

Si l'on procède à l'échantillonnage et aux essais dans le but d'établir des critères pour le « design » ou pour les spécifications, il est recommandé de déterminer le niveau moyen de qualité désiré et de fixer la variation totale normale ; cela exige un échantillonnage au hasard. Si on le fait dans le but d'un contrôle de production, il est nécessaire de suivre les changements dans le niveau moyen de variation ; cela demande un échantillonnage régulier lié au temps (échan-

tillonnage périodique) ou à la quantité (échantillonnage par lot). Enfin, si l'échantillonnage doit décider de l'acceptation des matériaux ou des travaux, on cherche le niveau moyen général de qualité et la variation totale; cela exigerait un échantillonnage au hasard. Cependant, comme l'on ne peut juger de la qualité générale avant la fin des travaux, on risque de laisser sans contrôle des portions entières de travaux. Il s'ensuit que l'échantillonnage devra être plus régulier qu'un vrai échantillonnage au hasard afin que l'on puisse exercer un contrôle et prendre des décisions nécessaires au cours des travaux.

Mathews et Hardman¹¹ soulignent le fait que le but de l'échantillonnage et des essais de matériaux est de permettre de prendre des décisions en tenant compte des risques du client et de l'entrepreneur. Il faut pour cela connaître l'influence de l'endroit et de la méthode d'échantillonnage ainsi que celle de la taille de l'échantillon sur les résultats d'essais obtenus^{2, 8, 12}.

Durant la dernière décennie, on a consacré beaucoup d'effort au développement de méthodes d'essais rapides. Le besoin des méthodes rapides s'est fait sentir pour les raisons suivantes :

a) En général, les méthodes d'essais doivent être plus significatives¹³ que les méthodes existantes ;
 b) On doit faire face au taux croissant de la capacité de production (augmentation considérable de la production journalière ou horaire) et à la rapidité de construction. Par exemple, la production de sol-ciment peut atteindre 1000 t/h, celle du béton 400 m³/h.

La construction peut aujourd'hui se poursuivre d'une façon continue. Si l'on veut avoir un contrôle efficace, il faut procéder aux essais en nombre suffisant pendant le court laps de temps qui s'écoule entre deux stades de construction afin que l'on puisse décider de l'acceptation des portions de travaux quand il est encore temps d'apporter des modifications et des mesures correctives aux travaux en cours.

Il s'ensuit que les méthodes d'essais doivent être assez rapides pour pouvoir y soumettre un grand nombre d'échantillons dans le peu de temps disponible ;
 c) La précision des essais doit en général être améliorée. La variation due aux essais doit être petite, comparée aux variations dues aux matériaux ou à la production¹³.

d) Des essais sur échantillons volumineux sont plus représentatifs. Par exemple, une chaussée est construite avec des matériaux hétérogènes et les travaux portent sur de grandes étendues. Comparé aux autres types de construction, le coût par unité de surface est relativement bas. Il est donc désirable de prendre des échantillons volumineux ou de procéder à un échantillonnage continu afin de détecter plus facilement les défauts d'une portion de travaux et d'obtenir une meilleure idée générale de la qualité.

En Amérique du Nord, on a fait d'énormes progrès dans l'amélioration des méthodes d'essais, particulièrement dans le développement d'appareils de mesures nucléaires⁴. Par exemple, les méthodes nucléaires de mesures de densité et de teneur en eau sont rapides et suffisamment précises pour mesurer la densité des matériaux compactés et leur humidité.

On a aussi développé des méthodes sismiques pour mesurer le degré de compactage des chaussées. Les méthodes soniques, qui sont généralement accep-

tées pour la vérification des soudures, sont aussi utilisées pour la mesure des propriétés mécaniques du béton, bien que dans ce dernier domaine leur emploi ne s'est pas ou pas encore généralisé.

Il existe aussi de l'équipement électronique qui fonctionne sur le principe de résistivité ou celui de magnétisme utilisé pour la vérification de la disposition des armatures dans le béton ou pour la mesure de l'épaisseur de diverses couches composantes d'une chaussée.

En Europe, on s'efforce aussi de développer des méthodes d'essais peu dispendieuses, rapides et en même temps significatives, particulièrement dans le domaine du compactage des sols, des mesures de déflexion de surface et de profils des chaussées.

Un bon exemple de ce qui s'est fait en France et en Angleterre est montré sur le tableau 1¹⁴.

TABLEAU 1

Type d'appareil	Type de mesure	Vitesse	Nombre de localisations par km	Coût par km
Défectographe	Longitudinale discontinue le long de 2 lignes	2 km/h	2 x 300	\$40
Profilomètre longitudinal	Longitudinale continue le long de 1 ou 2 lignes	36 km/h 72 km/h		\$ 5
Profilomètre transversal	Transversale	10 km/h	100 profils	\$10
Appareil de mesure de friction	Longitudinale discontinue	50 km/h	100 points	\$ 5

On s'accorde généralement à dire qu'il est indispensable de faire plus de recherche sur la répétabilité et la reproductibilité des méthodes d'essais et d'établir un bon contrôle intralaboratoire.

Sherwood⁷ dans son étude de reproductibilité d'essais de classification et de compactage de sols rapporte ce qui suit : « la reproductibilité, obtenue par 1 opérateur, 8 opérateurs dans le même laboratoire et par 40 opérateurs dans des laboratoires différents, exprimée en termes de coefficient de variation, était de 2, 5,5 et 13% respectivement pour la limite de plasticité et 1, 3 et 7,5% pour la limite de liquidité. Pour les essais de compactage, les coefficients de variation de la teneur en humidité optimale étaient 1, 7 et 11% et pour la densité maximale à l'état sec 0,2, et 1 et 2 respectivement ».

Ces résultats montrent que le même opérateur peut obtenir des valeurs semblables avec un degré d'exactitude acceptable. Cependant, la reproductibilité entre différents opérateurs et différents laboratoires n'était pas aussi bonne que l'on attendait. Cette mauvaise reproductibilité est causée par le manque de précision des méthodes d'essais et le procédé employé par l'opérateur.

Cette étude indique clairement qu'il est nécessaire :

- a) d'employer un système de contrôle intralaboratoire concernant la précision des appareils et les techniques opératoires des exécutants ;
- b) d'améliorer continuellement les méthodes d'essais et au besoin les remplacer par d'autres qui permettront d'abaisser le niveau d'erreur ;
- c) de faire l'analyse des résultats d'essais avec discernement.

VII — Dispositifs employés pour le contrôle de production ou de travaux de construction

Des progrès importants furent réalisés durant ces dernières années dans le domaine de l'instrumentation servant au contrôle de production ou de travaux de construction. Par exemple, Parey¹⁶ a montré comment on contrôle, en France, la consistance du béton hydraulique en enregistrant de façon continue la consommation d'énergie du moteur d'entraînement du malaxeur. Dans un autre domaine, Beaty²⁵ a démontré que l'uniformité des revêtements de chaussée a pu être grandement améliorée grâce à un dispositif automatique de contrôle de production de type autorégulateur.

Il faudra encore beaucoup de recherches pour mettre au point de bons dispositifs et des systèmes généraux de contrôle automatique de production ou de travaux de construction. D'après Kirkham et Matthews¹⁹, les buts visés dans la recherche d'un système de contrôle sont les suivants :

- a) optimiser les différentes opérations individuelles du système de production afin de minimiser les variations et de maintenir le niveau de qualité désiré ;
- b) maintenir le coût de production ou de construction aussi bas que possible.

Des exemples de recherche en cours au British Road Research Laboratory sont donnés dans la référence 19. Une usine expérimentale de production de mélanges bitumineux fut construite spécialement pour étudier les divers dispositifs de contrôle des opérations des différentes parties de l'usine et de son ensemble. Différents dispositifs existants furent évalués ou des nouveaux ont été mis au point pour la détection des variations relatives à divers paramètres : température, volume d'alimentation, mouvement, position, niveau, granulométrie, viscosité, etc.

Il est à remarquer que dans la plupart des cas, grâce à des dispositifs de contrôle automatique appropriés, des ajustements peuvent être faits au cours de la production alors qu'il est encore temps d'améliorer et de corriger la production. Ce concept de prévention et de correction en cours de production avant qu'il ne soit trop tard est à la base même du contrôle de la qualité.

VIII — Programme de contrôle efficace de la qualité

Selon Halstead et Mahon⁴, l'essentiel d'un programme de contrôle efficace de la qualité des constructions routières se résume dans les réponses aux trois questions suivantes :

1. Quoi exiger ?
2. Comment l'exiger ?
3. Comment déterminer que nos exigences ont été satisfaites ?

La réponse à la première question dépend de l'état de la recherche, du progrès de la technologie et de l'expérience. Tous ces facteurs contribuent à définir les besoins et exigences concernant les matériaux, les propriétés et les caractéristiques de la conception des éléments de construction.

La réponse à la seconde question dépend de la façon avec laquelle les détails sont exprimés dans les spécifications : les caractéristiques particulières qui devront être contrôlées, les besoins concernant le niveau de qualité visé, et l'uniformité du produit quant à chacune des caractéristiques.

La réponse à la troisième question dépend de la précision et de l'exactitude des méthodes d'essais aussi bien que du temps requis pour effectuer les essais. La durée de l'essai détermine souvent le nombre de résultats disponibles pour décider d'une acceptation. De plus, la relation entre la caractéristique ou la propriété mesurée au cours d'un essai et le comportement subséquent de l'élément est un facteur important dans le système de contrôle. Malheureusement, souvent on ne connaît pas cette relation, bien qu'on la détermine parfois d'une façon empirique.

En principe, un programme de contrôle efficace de la qualité doit être adapté aux conditions locales. Il doit :

- a) prendre en considération d'une part les possibilités de fabriquer un produit uniforme avec les matériaux, l'usine, l'appareillage et la main-d'œuvre disponibles, et d'autre part les services de laboratoire ainsi que le contrat de travail, les conditions locales, les crédits disponibles pour le contrôle, le coût et tout autre facteur inhérent à la mise en œuvre ;
- b) être conçu de façon à permettre toute action corrective, lorsque possible, avant que la production soit achevée ou le travail terminé. La valeur d'un système de contrôle réside plus dans les mesures préventives prises à la suite d'analyses de résultats d'essais que dans les remèdes subséquents.

Il faut toutefois remarquer que dans certains cas, il est difficile de refuser un matériau sur le chantier, comme dans le cas d'une livraison de pierre concassée provenant d'une source très éloignée. Il serait alors préférable de contrôler le matériau à la source.

Il est de plus en plus évident, et toutes les parties en cause s'en rendent compte, qu'un plan de contrôle efficace de la qualité est absolument nécessaire lorsqu'on vise un comportement donné et lorsque le coût total, en tenant compte de la durée de l'ouvrage et de l'entretien, doit être minimal.

L'état des connaissances sur la précision des essais et sur les variations normales des matériaux et des méthodes de production et de construction s'améliore continuellement. Il est donc possible d'élaborer des plans d'échantillonnage plus rationnels en tenant compte des risques du fournisseur et du client.

Aux États-Unis, 25 des 50 états utilisent des plans d'échantillonnage pour le contrôle des matériaux et des ouvrages dans le domaine routier. Aux Pays-Bas,

l'Association des constructeurs et l'Administration ont établi des règles d'acceptation sur la base du contrôle statistique³. Au Japon, la technique de contrôle statistique est similaire à celle définie dans les normes MIL Standards 105 et 414 en ce qui concerne les mélanges bitumineux¹⁷. En Espagne, un « plan d'échantillonnage et d'acceptation pour la compaction des tranchées » est en vigueur et est basé sur la norme MIL Standards 414⁵. En Grande-Bretagne²¹ des plans d'acceptation simples et économiques ont été élaborés pour le contrôle du ciment, du béton et des revêtements bitumineux. Le plan de contrôle du béton de ciment portland est basé sur des mesures tandis que celui concernant les revêtements bitumineux repose sur l'observation des attributs. Dans les deux cas, les limites d'acceptation sont calculées de façon à accepter au moins 95% des matériaux de la qualité spécifiée.

Voici une brève description du plan d'acceptation des mélanges bitumineux en vigueur dans l'État de Virginie¹⁴ et du programme de contrôle de la qualité des constructions routières appliqué par la Ville de Montréal²³.

Hudson et Steel ont présenté d'une façon détaillée dans une publication¹⁴ la façon d'établir un plan d'acceptation. Le procédé à suivre consiste dans les étapes suivantes :

1. Déterminer, à l'aide des études expérimentales, le niveau moyen et la variabilité des mesures d'une caractéristique pour un produit jugé acceptable.
2. Déterminer, en tenant compte des considérations techniques, le niveau moyen de cette caractéristique pour lequel le produit devient inacceptable.
3. Choisir les niveaux de risque : « β » d'accepter un produit de mauvaise qualité et « α » de rejeter un produit de bonne qualité.
4. Déterminer le nombre d'essais qui constituera la base d'acceptation d'un lot.
5. Déterminer, à l'aide de la table des valeurs de « t », les limites d'acceptation.
6. Déterminer les facteurs d'ajustement des prix des lots se trouvant dans des conditions marginales.

Un exemple d'application de cette méthode pour l'acceptation du béton de ciment portland dans l'État de West Virginia est donné dans le document de référence 14.

Le système de contrôle, en vigueur à la Ville de Montréal, est en grande partie basé sur le système d'assurance de qualité décrit dans la section III. Lorsqu'on définit les paramètres à l'étape de la conception et lorsqu'on établit les limites des spécifications, on tient compte des variations normales dues aux matériaux, au procédé de fabrication et aux essais. L'acceptation des matériaux est déterminée par un ensemble de règles de décision qui tiennent compte des erreurs d'échantillonnage et d'essai ainsi que des risques du fournisseur et du client. Les matériaux et les ouvrages de qualité inférieure sont soit rejetés, soit payés à un prix réduit calculé d'après la proportion de baisse de rendement estimée.

Avant de commencer la production ou avant la pose, l'entrepreneur doit soumettre à l'acceptation de la Ville de Montréal les mélanges bitumineux, les bétons de ciment portland ou leurs constituants selon le cas.

La Ville a mis au point un programme de contrôle de la qualité qui consiste en trois phases distinctes :

1. Une appréciation de l'aptitude du fournisseur à produire des matériaux et des mélanges de qualité suffisante, c'est-à-dire : approbation de l'équipement et de l'usine ; approbation de la qualité et de l'uniformité des constituants ; approbation des formules de mélanges à partir des exigences des normes et de leurs variations naturelles.
2. Surveillance continue de la production et des activités de contrôle du fournisseur. Durant la production un inspecteur de la Ville est dépêché à l'usine ou sur le chantier. Il doit suivre les différentes étapes de production, porter un jugement à partir des observations faites, prélever les échantillons nécessaires et exécuter les essais. Pour résumer sa fonction, on peut dire qu'il doit s'assurer que le fournisseur ou l'entrepreneur effectuent les travaux dans des conditions contrôlées.
3. Contrôle statistique régulier. On prépare des cartes de contrôle pour chacune des propriétés soumises au contrôle. On porte sur ces cartes les limites de contrôle calculées à partir des résultats obtenus sur une vingtaine d'échantillons prélevés au cours d'une production contrôlée et conformes aux exigences de la norme de référence.

Lors de l'analyse statistique des résultats, on estime le niveau moyen, la variabilité aussi bien que la précision des essais pour chacune des propriétés. À partir de ces informations et de la fiabilité du fournisseur, on établit les règles de décision pour l'acceptation ou le refus.

Dans le but de vérifier l'efficacité du « design », les spécifications et le programme de contrôle de la qualité, la Ville a entrepris un programme continu d'évaluations des chaussées. Ces données servent aussi de base pour une planification de la construction et de la réfection des chaussées.

IX — Conclusion

Le Symposium sur le contrôle de la qualité des ouvrages routiers a permis de faire le point sur le progrès réalisé dans le domaine du contrôle qualitatif. De plus, les secteurs de ce domaine qui ne sont pas encore suffisamment connus et qui nécessitent des études plus approfondies ont été identifiés. Voici les conclusions générales des publications présentées et des différentes séances de discussion :

1. Pour établir un plan satisfaisant et efficace de contrôle de la qualité il faut : définir la qualité désirée, veiller à ce qu'elle soit atteinte au cours de la production, prévoir les moyens pour la mesurer et finalement l'évaluer.
2. Pour définir d'une façon réaliste la qualité d'un ouvrage, il est essentiel de réévaluer constamment les méthodes de « design » et les spécifications à la lumière des résultats obtenus durant la construction et du rendement atteint. Toutefois, cela n'est possible que si un système intégré d'assurance de qualité a été conçu de façon à permettre la rétroaction continue entre le « design », les spécifications, l'analyse des résultats d'essais et l'évaluation du comportement.

3. Le contrôle de la qualité doit être fait suivant un plan conçu d'avance. Le plan doit être adapté aux conditions locales, c'est-à-dire qu'il doit prendre en considération la disponibilité des matériaux, le type d'usine, les particularités de l'équipement et de la main-d'œuvre ainsi que leur capacité à produire un matériau uniforme, etc.
4. La responsabilité de l'entrepreneur doit être clairement définie. Pour de meilleurs résultats, le plan de contrôle doit présenter une motivation d'ordre économique afin d'inciter l'entrepreneur ou le fournisseur à produire des matériaux et à réaliser des ouvrages de qualité.
5. Le but du contrôle est de réaliser des économies. Par conséquent, le plan de contrôle doit nécessairement entraîner une réduction du coût total de l'ouvrage en tenant compte de l'entretien.
6. Les propriétés des matériaux et les caractéristiques des ouvrages routiers doivent être définies en termes de niveau de qualité et d'uniformité désiré.
7. Pour définir les caractéristiques des ouvrages routiers, il est nécessaire d'avoir une certaine connaissance de la variation normale de la qualité des matériaux, du rendement des méthodes et des procédés de production et de construction, des erreurs dues à l'échantillonnage et de la précision des méthodes d'essais.
8. La qualité doit être mesurée à l'aide de méthodes d'essais significatives. Les méthodes d'essais doivent être précises, simples et peu coûteuses. Elles doivent être aussi suffisamment rapides pour permettre d'exécuter un nombre suffisant d'essais sans nuire à la production ou aux travaux de construction.
9. Les méthodes d'essais et d'échantillonnage doivent être choisies rationnellement en fonction des buts visés.
10. Un système efficace de contrôle de la qualité doit comprendre la vérification continue de la précision de l'échantillonnage et des instruments de mesures ainsi que des techniques d'essais des opérateurs.
11. Un bon plan de contrôle doit être basé sur les mesures correctives prises à la suite de l'analyse des résultats d'essais plutôt que sur des remèdes subséquents. Les programmes de contrôle de la qualité doivent être conçus de façon à pouvoir prendre lesdites mesures correctives, lorsque possible, au cours de la production ou avant l'achèvement des travaux. On peut atteindre cet objectif en adoptant des dispositifs de contrôle des phases de production et en employant un système de contrôle automatique pour l'ensemble du procédé.
12. Les plans d'acceptation doivent être basés sur les éléments suivants :
 - a) niveau de qualité désiré ;
 - b) uniformité ;
 - c) risques prédéterminés du fournisseur et du client ;
 - d) méthodes d'essais normalisées ;
 - e) critères de décision réalistes.

Il ressort des délibérations du Symposium de l'OCDE que des progrès tangibles ont été réalisés durant les dernières années en ce qui concerne la systématization et la rationalisation du contrôle de la qualité, mais qu'il reste encore beaucoup à faire en ce qui concerne : a) la définition de la qualité ; b) la mise au point des dispositifs et des systèmes de contrôle ainsi que des méthodes d'essais et des appareils d'échantillonnage ; c) la compilation des données sur les variations normales des propriétés des matériaux, des procédés de production et de la répétabilité des essais ; d) il faudra aussi mettre en application les résultats de recherches obtenus à ce jour. ■

RÉFÉRENCES

Articles publiés à l'occasion du
Symposium de l'OCDE
sur le contrôle de la qualité

1. Bonitzer, J., *Problèmes spécifiques dans le contrôle de qualité des travaux routiers en France*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris, France.
2. Mathews, D.H. and Hardman, R., *Risk in Specification, Control and Acceptance of Road Materials*, Road Research Laboratory, Crowthorne, U.K.
3. Van de Fliert, C., Brouwers, J.A.C., Span, J.J. Th. and Wester, K., *Quality Control of Road Pavements in the Netherlands*, State Road Laboratory, Netherlands.
4. Halstead, W.J. and McMahon, T.F., *Quality Assurance for Highway Construction in the United States*, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, U.S.A.
5. Vargas, G.C. and Gonzalez, P.G.-H., *A Spanish Experience in the Control of Fill Compaction*, Ministry of Public Works, Espagne.
6. McMahon and Kelley, J.A., *Variability of Test Results in the Measurement of Compaction of Soil Embankments and Soil Aggregate Bases*, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, U.S.A.
7. Sherwood, P.T., *An Examination of the Reproducibility of Soil Classification and Compaction Tests*, Road Research Laboratory, Crowthorne, U.K.
8. Simon, J. et Leflaive, E., *Nombre et dimension des échantillons : incidence sur l'interprétation du contrôle*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, France.
9. Arquié, G., *Le contrôle des granulats*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, France.
10. Hopkins, L.C., *Quality Control in the Amalgamated Roadstone Corporation*, United Kingdom, Amalgamated Roadstone Corp. Ltd., United Kingdom.
11. Mathews, D.H. and Hardman, R., *Control and Acceptance of Bituminous Materials and Concrete*, Road Research Laboratory, Crowthorne, U.K.
12. Mathews, D.H. and Goodsall, G.D., *Some Problems in the Sampling and Testing of Bituminous Mixtures and Concrete*, Road Research Laboratory, Crowthorne, U.K.
13. McMahon, T.F., Granley, E.C. and Baker, W.M., *Measured Variations in Portland Cement and Bituminous Concrete Construction in the United States*, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, U.S.A.
14. Hudson, S.B. and Steele, G.W., *Statistical Specifications for Intermediate Products*, West Virginia Department of Highways, United States.
15. Sauterey, R., *Contrôle continu en cours de fonctionnement des produits intermédiaires*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, France.
16. Parey, Ch., *Les contrôles de matériels : contrôles pré-alables et contrôles en cours de fabrication*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, France.
17. Matsuno, S., *Current Situation of Sampling Inspection of Asphalt Pavement Construction in Japan*, Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Japan.

18. Léger, Ph., *Mesures à grande cadence sur chaussées : buts et moyens*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, France.
19. Kirkham, R.H.H. and Mathews, D.H., *Research at the Road Research Laboratory on the Automatic Control of Manufacture*, Road Research Laboratory, United Kingdom.
20. Malbrunot, P., *Conditions technologiques d'une politique de contrôle continu des enrobés en cours de fabrication*, C.A.F.L. Ermont, France.
21. Nagel, J., *Assessment and Accounting of Building Operations in the Field of Road Construction Using Statistically Guaranteed Characteristic Values*, Institut für Strassenwesen, Technical University, Germany.
22. Hondemarcq, H. et Doyen, A., *Le contrôle des travaux routiers en Belgique*, Ministère des Travaux Publics, Administration des Routes, Belgique.
23. Hode Keyser, J., *Design, Specifications, Control and Performance Survey: « A Quality Entity »*, City of Montreal, Department of Public Works, Canada.
24. Haas, H., *The Strabag/Deutag Inter-Laboratory Study on Stone-Filled Fine Asphaltic Concrete 0-12 mm Grain Size*, Strabag Bau-Ag., Germany.
25. Beaty, R.W., *New Developments in Process Controls for the Asphalt Finisher*, Barber-Greene Company, United States of America, Illinois, U.S.A.
26. Gragger, F., *Experiences with Statistical Quality Control of Five Types of Mineral Aggregates in Northern Germany*, Ilse der Schlackenverwertung, Gross Bülden, Germany.
27. Vökl, L., *Investigation of the Variability in the Characteristics of Bituminous Mixtures*, Ilse der Schlackenverwertung, Gross Bülden, Germany.
28. Schubauer, A., *Statistical Quality Control in Bituminous Road Construction*, Alfred Kunz and Co., Germany.

**LABORATOIRE
D'INSPECTION
ET D'ESSAIS INC.**

- ÉTUDES GÉOTECHNIQUES
RECOMMANDATIONS ET CHOIX
DE FONDATION
- CONTRÔLE ET SURVEILLANCE
BÉTON DE CIMENT
BÉTON BITUMINEUX
- CONTRÔLE DE LA COMPACTION

8594, LAFRENAIE, MONTRÉAL 458, (514) 325-3040
335, ST-HUBERT, JONQUIÈRE, (418) 542-2927
2660, CHEMIN STE-FOY, C.P. 220, QUÉBEC 10, (418) 653-8704

L'apporte- habilité



**Nouveaux appareils Kodak
"pocket" Instamatic**



**SONDAGES
CONTRÔLE
DES
MATÉRIAUX**

12e année à votre service

TESTS DE FONDATION INC.

435 BOULEVARD DÉCARIE, MONTRÉAL 379
TÉL. : 744-2866



**DIVISION DES SERVICES PROFESSIONNELS
WARNOCK HERSEY INTERNATIONAL LIMITED**

Services de consultation

Technique des sols • Expertises
Métallurgie et analyses minéralogiques
Essais chimiques et physiques
Études économiques et des marchés

Vancouver • Calgary • Edmonton • Regina • Winnipeg
Hamilton • Toronto • Montréal • Saint John • Halifax
Bureaux à l'étranger: Antilles, Amérique central et Amérique du Sud

Choix d'une géométrie optimum pour les structures en forme de voile mince de révolution

par Luc Lachance, ing. et Ovila Landry, ing.

NOTATION

α, β	Coordonnées curvilignes orthogonales
ν	Rapport de Poisson
σ_{θ_1}	Contrainte maximum à l'extrados [tension (+) et compression (-)]
σ_{θ_2}	Contrainte maximum à l'intrados [tension (+) et compression (-)]
σ_m	Contrainte maximum : σ_{θ_1} ou σ_{θ_2}
θ	Angle entre le rayon de courbure principal R_2 et l'axe de révolution du voile
A, B	Coefficients de Lamé ou coefficients de la première forme quadratique
E	Module d'élasticité
K	Courbure de Gauss ($k_1 k_2$)
R	Demi-portée du voile
R_1, R_2	Rayons de courbure principaux
W	Charge verticale uniforme sur le voile
X, Y, Z	Composantes de la charge de surface uniformément répartie
a, b	Paramètres géométriques des courbes génératrices
f	Flèche ou hauteur du voile
h	Épaisseur du voile
k	Paramètre géométrique des surfaces elliptiques et hyperboliques
k_1, k_2	Courbures principales
$p/2$	Distance focale de la parabole
u, v, w	Composantes du vecteur déplacement d'un point sur la surface moyenne du voile
z, r	Coordonnées cartésiennes des courbes génératrices des surfaces

Notes biographiques :

Monsieur Luc Lachance, diplômé de l'Université Laval en génie civil, a obtenu un doctorat de cette même institution après avoir poursuivi des études post-graduées aux universités de Londres et de Californie. De plus, il a été boursier Athlone en 1958.

Il est présentement professeur et chercheur à l'Université Laval, ainsi qu'administrateur de l'entreprise Quebec Gunité Marine Inc.

Monsieur Lachance est membre de plusieurs associations professionnelles, entre autres : Corporation des Ingénieurs du Québec, Institut Canadien des Ingénieurs, International Association for Shell Structures, Society of Naval Architects and Marine Engineers (U.S.), etc., et auteur de plusieurs communications.

Monsieur Ovila Landry, diplômé de l'Université Laval en génie civil, a obtenu une maîtrise de cette même institution en 1970. Après une expérience pratique en génie municipal, il a présentement la responsabilité du département d'informatique de la maison Rochette, Rochefort & Pineau Ltée située à Québec.

Introduction

Dans l'élaboration d'un projet de structure en voile mince, l'architecte ou l'ingénieur doit concevoir une forme qui réponde le plus parfaitement possible aux conditions et circonstances particulières données. Il doit tenir compte des critères d'urbanisme, de l'esthétique, des dimensions de la structure, des matériaux, de la technique de construction, des conditions climatologiques, du comportement structural et finalement des coûts du projet. L'un de ces facteurs, le comportement structural, est analysé en détail dans cet article pour les types les plus fréquemment utilisés de voile mince de révolution, et des critères sont établis pour déterminer la forme la plus avantageuse du point de vue des contraintes internes critiques. Plusieurs courbes et abaques permettant de faire le choix rapide de la géométrie optimum à utiliser pour des dimensions et des charges données sont présentés.

Le domaine des voiles minces offre à l'architecte une grande liberté de conception pour la réalisation de toits d'édifices, spécialement dans les cas d'entrepôts, de manufactures, de stades, d'arénas ou de théâtres qui requièrent de grandes superficies inobstruées par des colonnes, ou de grands champs de vision. Les voiles minces en forme de surface de rotation sont très fréquemment utilisés pour les toits de ce genre, les plus communs étant ceux formés par le cercle, l'ellipse, la parabole, l'hyperbole, la cycloïde et la chaînette.

L'analyse mathématique des voiles minces est complexe, difficile, longue et coûteuse, et il est nécessaire que l'architecte ou l'ingénieur puisse utiliser une méthode approximative rapide pour le guider dans le choix préliminaire d'une forme de voile acceptable. L'étude des voiles minces de forme quelconque peut se faire à l'aide des équations générales de Vlasov, formulées en fonction des déplacements de la surface moyenne u, v, w . Les trois équations fondamentales aux dérivées partielles ont la forme suivante¹:

$$\frac{1}{A} \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - (1 - \nu) \frac{1}{B} \frac{\partial \chi}{\partial \beta} + (1 - \nu) \left(K_u - \frac{k_2}{A} \frac{\partial u}{\partial \alpha} \right) = - \frac{(1 - \nu^2)}{Eh} X \quad (1)$$

$$\frac{1}{B} \frac{\partial \theta}{\partial \beta} + (1 - \nu) \frac{1}{A} \frac{\partial \chi}{\partial \alpha} + (1 - \nu) \left(K_v - \frac{k_1}{B} \frac{\partial v}{\partial \beta} \right) = - \frac{(1 - \nu^2)}{Eh} Y \quad (2)$$

$$- (k_1 + k_2) \theta + (1 - \nu) \frac{1}{AB} \{ 2ABKw + \frac{\partial}{\partial \alpha} (Bk_2u) + \frac{\partial}{\partial \beta} (Ak_1v) \} - \frac{h^2}{12} \Delta^2 (k_1^2 + k_2^2) w - \frac{h^2}{12} \Delta^2 \Delta^2 w = - \frac{(1 - \nu^2)}{Eh} Z \quad (3)$$

où

$$\theta = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial}{\partial \alpha} (Bu) + \frac{\partial}{\partial \beta} (Av) \right\} + (k_1 + k_2) w$$

$$\chi = \frac{1}{2AB} \left\{ \frac{\partial}{\partial \alpha} (Bv) - \frac{\partial}{\partial \beta} (Au) \right\}$$

$$\Delta^2 = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \right) \right\}$$

$$K = k_1 k_2 = \frac{1}{R_1 R_2}$$

Le système d'équations (1), (2) et (3) peut être résolu par ordinateur, au moyen de la méthode des différences finies². La solution donne les déplacements u, v, w de la surface moyenne du voile, d'où l'on tire les forces et les moments internes qui servent à calculer les contraintes résultantes³ σ_{ϕ_1} à l'extrados et σ_{ϕ_2} à l'intrados (figure 1).

* Les coordonnées (r, z) d'un point du méridien situé à la base du voile sont égales à (R, f) par définition.

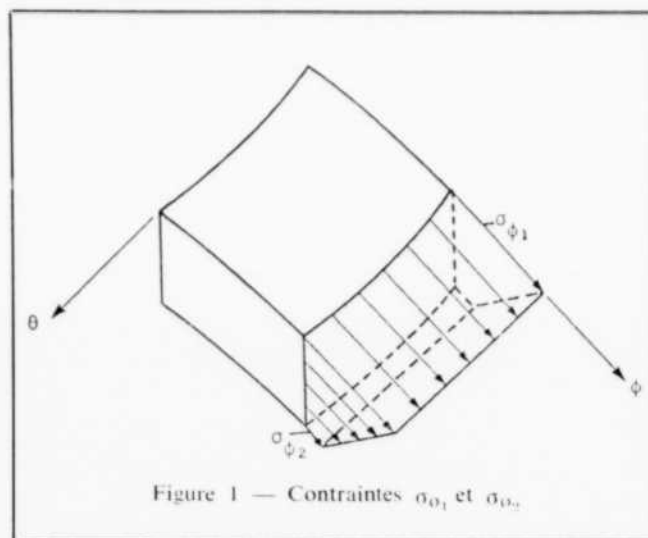


Figure 1 — Contraintes σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} .

Dans le but de comparer les différentes surfaces étudiées, il convient de choisir un voile de référence ayant une portée et une épaisseur données, et supportant une charge verticale uniforme. Un tel voile est montré à la figure 2.

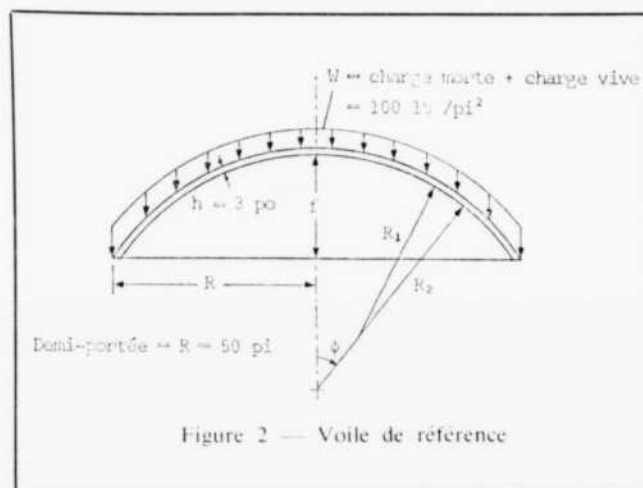


Figure 2 — Voile de référence

Caténoïde

Le premier type de voile étudié est la caténoïde, dont la surface moyenne est engendrée par la rotation d'une chaînette autour d'un axe de révolution. Dans le système de coordonnées z et r (figure 3), les équations paramétriques de la chaînette ont la forme suivante en fonction du paramètre indépendant σ :

$$r = \frac{a}{2} \ln \left(\frac{1 + \sin \sigma}{1 - \sin \sigma} \right)$$

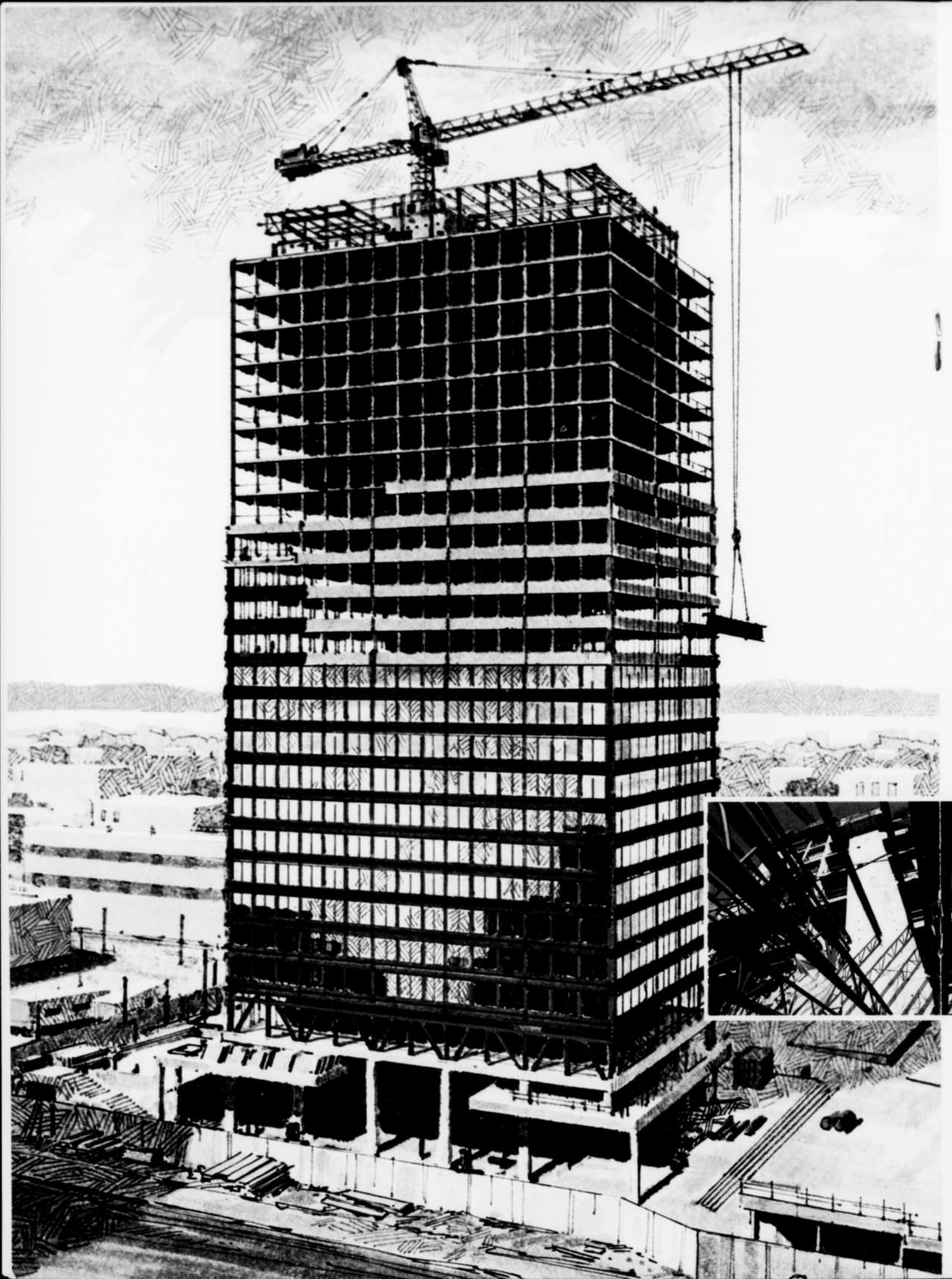
$$z = a \sec \sigma - a$$

$$R_1 = a \sec^2 \sigma$$

$$R_2 = \frac{a}{2 \sin \sigma} \ln \left(\frac{1 + \sin \sigma}{1 - \sin \sigma} \right)$$

Les rayons de courbure principaux de la caténoïde augmentent en fonction de l'angle au bord σ avec $R_2 < R_1$. Le rapport entre la flèche f et la demi-portée R n'est fonction que de σ . Lorsque σ tend vers $\pi/2$, le rapport f/R ainsi que les rayons R_1 et R_2 tendent vers l'infini*.

(suite page 14)



La Tour Stelco est mieux qu'un grand immeuble nouveau: c'est une grande idée neuve!

En fait, les auteurs de la Tour Stelco ont apporté à sa construction une foule d'idées neuves. Des innovations pratiques, esthétiques et économiques. Nous voulons vous en dire un mot.

Nous pouvons nous prononcer à ce sujet avec une certaine objectivité. En effet, même si notre compagnie en est le locataire principal, l'immeuble ne lui appartient pas. Ajoutons qu'il ne devait être construit d'acier que si celui-ci l'emportait, prix pour prix, sur plusieurs autres matériaux concurrents. Ce qui fut le cas.

En quoi la Tour Stelco diffère-t-elle? D'abord par ses caractéristiques principales. Elle comprend un noyau en béton armé, auquel sont fixées des poutres d'acier en treillis. Ces poutres supportent les planchers, également en acier, et relie le noyau aux colonnes extérieures qui sont des profilés de charpente creux à section carrée.

La façade abonde elle aussi en innovations économiques. L'immeuble est entièrement gainé de panneaux formant mur-rideau et écran contre la pluie, fabriqués en acier intempérique Stelcoloy à grande résistance. L'interaction de cet acier spécial et de l'atmosphère produit un revêtement oxydé à la fois attrayant et imperméable aux agents extérieurs, n'exigeant jamais de peinture ni d'entretien ultérieurs.

Construite presque entièrement d'acier à la fois résistant et léger, la Tour Stelco a pris moins de temps et a coûté moins cher à construire que la plupart des bâtiments à étages multiples d'autres types.

Nous serons heureux de répondre à vos questions sur la Tour Stelco. Veuillez écrire à: The Steel Company of Canada, Limited, Department "A", Hamilton 23, Ontario.



stelco

The Steel Company
of Canada, Limited

Société canadienne ayant des bureaux de vente dans tout le Canada et des représentants sur les principaux marchés du monde

*Propriétaires et exploitants:
Yale Properties Ltd. et
The Standard Life Assurance Company
Architecte: Arthur C. F. Lau
Ingénieurs-conseils:
G. Horvath et Associés
Fabrication et montage
des charpentes d'acier:
Frankel Structural Steel Limited*



(suite de la page 11)

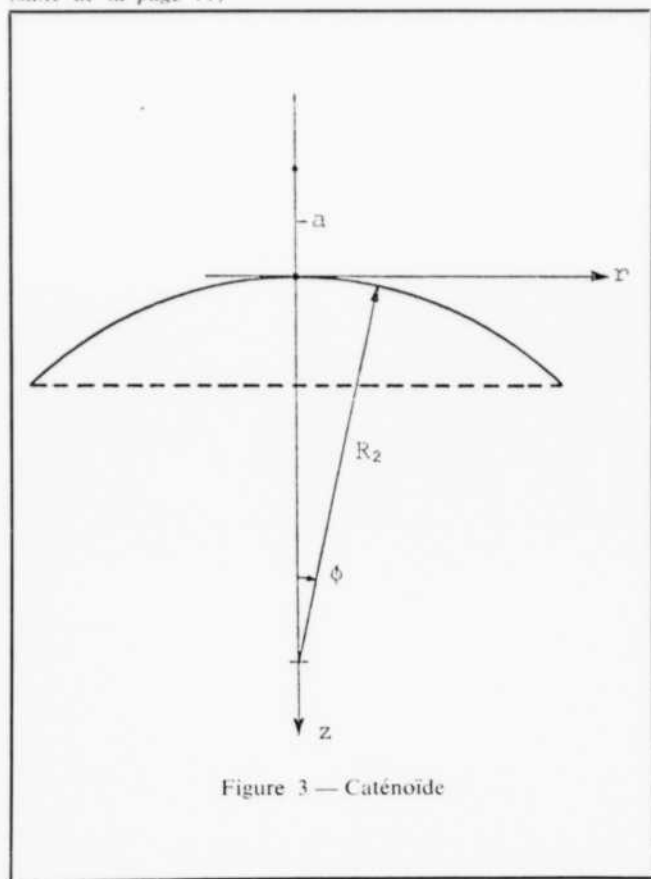


Figure 3 — Caténoïde

La figure 4 illustre les contraintes maximums σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} en fonction de f/R pour une caténoïde ayant une épaisseur de 3 pouces, une demi-portée de 50 pieds et supportant une charge verticale uniforme de 100 livres par pied carré. Les courbes révèlent que les contraintes diminuent exponentiellement lorsque le rapport f/R varie de 0.1 à 1.0. La zone d'utilisation optimum, si l'on considère seulement l'influence des contraintes, se situe entre $f/R = 0.85$ et $f/R = 0.95$. La contrainte minimum de compression atteinte à l'intérieur de cette zone est 140 livres par pouce carré. Au delà de $f/R = 1.0$, les contraintes augmentent rapidement en fonction de f/R et il est intéressant de noter que la zone économique est indépendante de la portée, de l'épaisseur et de la charge.

Cycloïde de révolution

La cycloïde de révolution est une surface engendrée par la rotation d'une cycloïde autour d'un axe de révolution. Tel que montré à la figure 5, la trajectoire décrite par un point de la circonférence d'un cercle qui roule sans glisser sur une droite fixe est appelée cycloïde.

Les équations paramétriques de la cycloïde, exprimées en fonction de l'angle ϕ dans le système de coordonnées z et r , prennent la forme suivante :

$$r = a(2\phi + \sin 2\phi)$$

$$z = a(1 - \cos 2\phi)$$

$$R_1 = 4a \cos \phi$$

$$R_2 = \frac{a(2\phi + \sin 2\phi)}{\sin \phi}$$

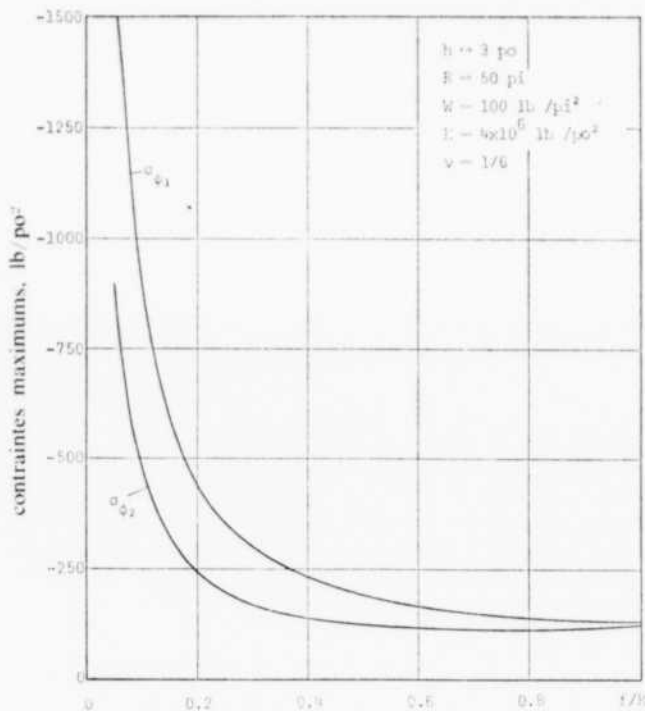


Figure 4 — Courbes de σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} en fonction de f/R pour la caténoïde

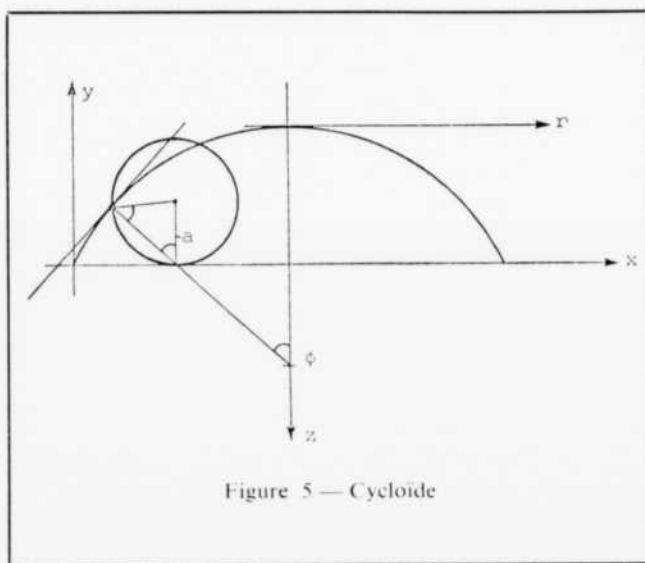


Figure 5 — Cycloïde

Contrairement à la caténoïde, les rayons de courbure principaux de la cycloïde de révolution diminuent en fonction d'un accroissement de l'angle au bord ϕ avec $R_1 < R_2$. Lorsque ϕ vaut $\pi/2$, R_1 devient nul, R_2 tend vers $a\pi$ tandis que le rapport f/R prend la valeur limite $2/\pi$. Par conséquent, la cycloïde de révolution ne partage aucune des propriétés géométriques de la caténoïde.

La figure 6 montre la variation des contraintes maximums σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} en fonction du rapport f/R . Les courbes révèlent que le rapport f/R optimum se situe à $f/R = 0.40$ et que l'utilisation de la cycloïde de révolution dans la zone $0.56 \leq f/R \leq 2/\pi$ entraîne des contraintes de tension à l'extrados (σ_{ϕ_1}). Cette dernière considération est importante lorsque le voile est construit en béton armé, à cause des dangers de fissuration.

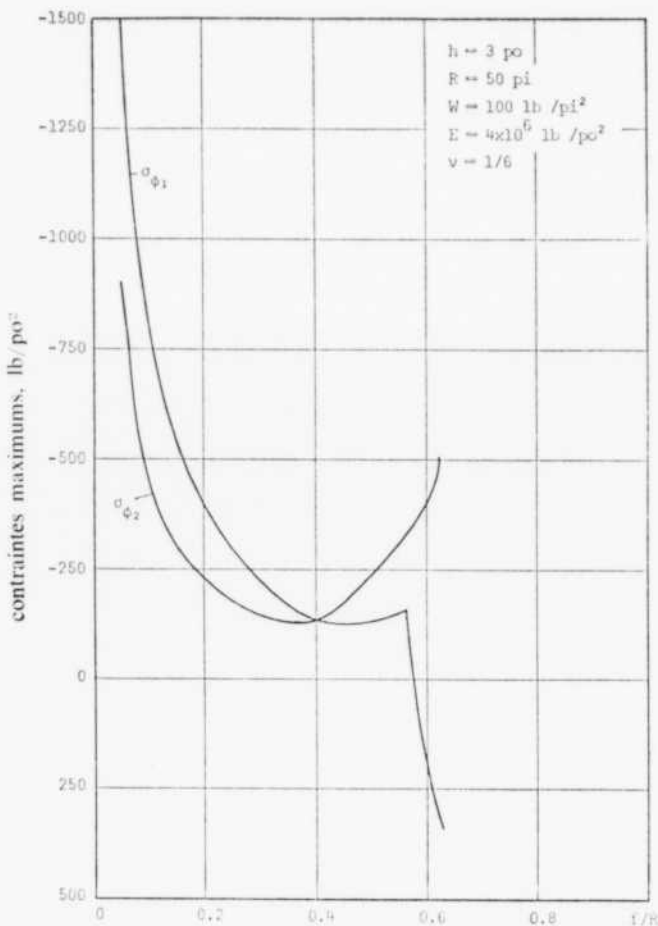


Figure 6 — Courbes de σ_{ϕ_2} et σ_{ϕ_1} en fonction de f/R pour la cycloïde

Paraboloïde de révolution

Le paraboloid est une surface engendrée par la rotation d'une parabole autour d'un axe de révolution. La parabole est une courbe qui appartient à la famille des coniques et son équation dans le système de coordonnées z, r (figure 7) est $r^2 = 2pz$, où $p/2$ représente la distance focale.

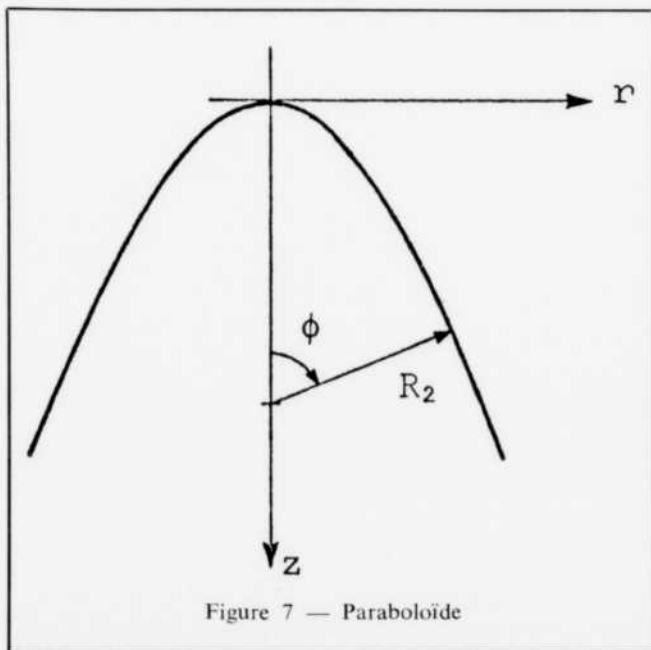


Figure 7 — Paraboloïde

Les équations paramétriques de la parabole prennent la forme suivante en fonction du paramètre α :

$$\begin{aligned} r &= p \tan \alpha \\ z &= \frac{p}{2} \tan^2 \alpha \\ R_1 &= p \sec^2 \alpha \\ R_2 &= p \sec \alpha \end{aligned}$$

La caténoïde et le paraboloid de révolution sont des surfaces qui possèdent les mêmes propriétés géométriques. Ainsi, les rayons de courbure principaux du paraboloid augmentent en fonction de α avec $R_2 < R_1$.

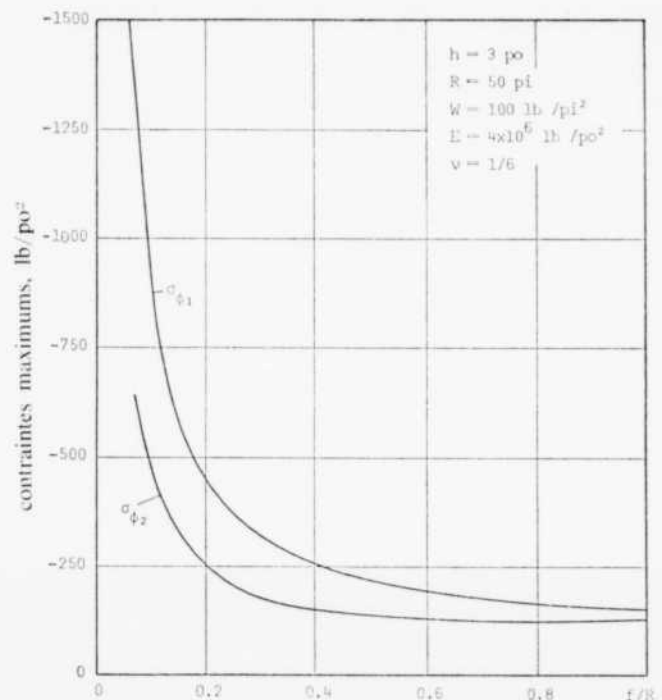


Figure 8 — Courbes de σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} en fonction de f/R pour le paraboloid

La figure 8 montre que les contraintes diminuent exponentiellement lorsque f/R varie de 0.1 à 1.0. Au-delà de $f/R = 1.0$, les contraintes augmentent rapidement en fonction de f/R . La zone d'utilisation économique, si l'on considère seulement les contraintes, se situe entre $f/R = 0.95$ et $f/R = 1.05$ et cette zone est indépendante de la portée et de l'épaisseur pour le type de charge étudié. De plus, il faut noter que les contraintes maximums σ_{ϕ_1} , à l'extrados sont supérieures aux contraintes maximums σ_{ϕ_2} , à l'intrados à l'intérieur de la zone étudiée, i.e. pour $0 \leq f/R \leq 1.0$.

Ellipsoïde de révolution

L'ellipsoïde de révolution est la surface engendrée par la rotation d'une ellipse autour d'un axe de révolution. Dans le système de coordonnées x, y illustré à la figure 9, l'équation intrinsèque de l'ellipse est $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, où a et b représentent respectivement le demi-axe majeur et le demi-axe mineur.

Dans le système de coordonnées z, r et en fonction du paramètre indépendant θ , les équations paramétriques de l'ellipse prennent la forme suivante :

$$r = \frac{a \sin \theta}{(\sin^2 \theta + k^2 \cos^2 \theta)^{1/2}}$$

$$z = ak \left[1 - \frac{k \cos \theta}{(\sin^2 \theta + k^2 \cos^2 \theta)^{1/2}} \right]$$

$$R_1 = a k^2 (\sin^2 \theta + k^2 \cos^2 \theta)^{-3/2}$$

$$R_2 = a (\sin^2 \theta + k^2 \cos^2 \theta)^{-1/2}$$

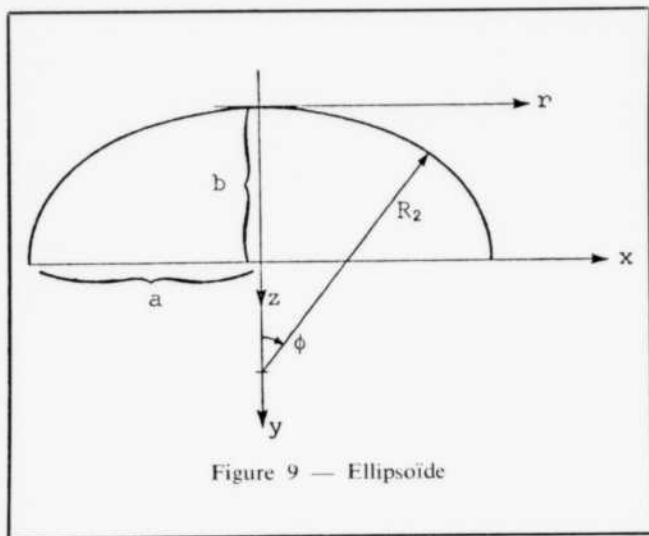


Figure 9 — Ellipsoïde

Le paramètre géométrique k définit le rapport entre le demi-axe mineur et le demi-axe majeur, i.e.

$$k = \frac{b}{a}$$

À cause de la simplicité de son équation intrinsèque et parce qu'il existe plusieurs combinaisons de variables indépendantes qui donnent un même rapport f/R , l'ellipsoïde a toujours été une forme efficace pour solutionner les problèmes de construction en voile mince les plus divers.

La différence fondamentale entre l'ellipsoïde et les surfaces étudiées précédemment vient du rapport f/R qui, en plus d'être fonction du paramètre θ , est aussi fonction du paramètre géométrique k . Par conséquent, le rapport $k = \frac{b}{a}$ constitue l'une des principales propriétés de l'ellipsoïde. À l'intérieur de la zone $0.1 \leq k \leq 1.0$, les rayons de courbure principaux de l'ellipsoïde varient comme ceux de la cycloïde de révolution avec $R_1 < R_2$. Dans la zone $1.0 < k \leq 2.0$, le comportement des rayons R_1 et R_2 est semblable à celui des rayons principaux du paraboloïde et de la caténoïde avec la différence qu'ils tendent vers une valeur finie lorsque θ tend vers $\pi/2$.

La figure 10 illustre la variation des contraintes σ_{θ_1} et σ_{θ_2} maximums en fonction du rapport f/R . Cette figure montre que σ_{θ_1} et σ_{θ_2} diminuent rapidement en fonction de f/R pour atteindre une valeur minimum à $f/R = 0.26$. Elle révèle également que l'utilisation d'un rapport $f/R > 0.38$ entraîne la naissance de contraintes de tension σ_{θ} , à l'extrados. En résumé, pour $k = 0.5$ le rapport f/R économique est égal à 0.26 soit environ la demi-valeur de k .

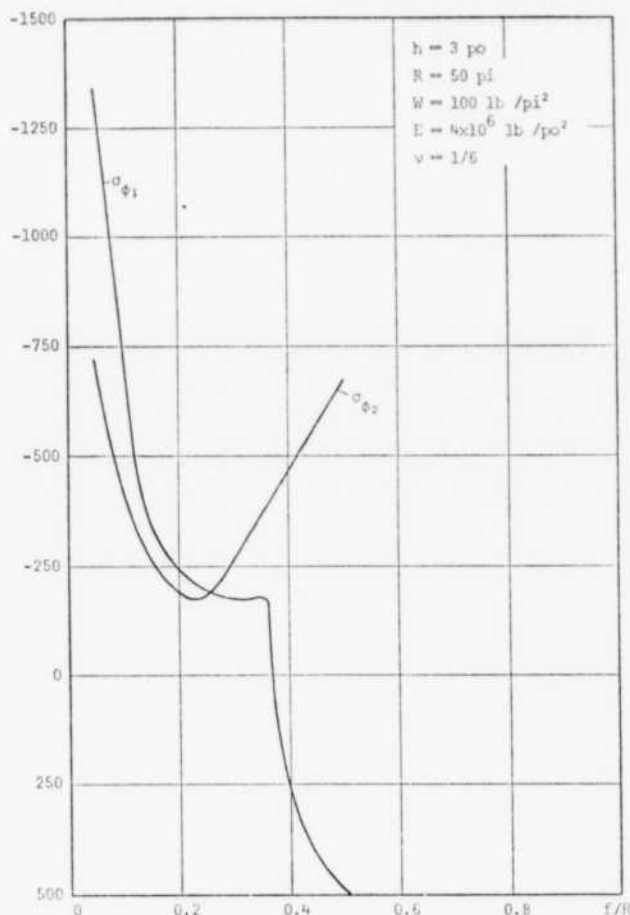


Figure 10 — Courbes de σ_{θ_1} et σ_{θ_2} en fonction de f/R pour l'ellipsoïde ($k = 0.5$)

La figure 11 montre que le rapport f/R optimum correspond à peu près à la demi-valeur du paramètre géométrique k ($f/R \approx k/2$). En plus de déterminer le rapport f/R optimum, il faut trouver le paramètre k qui donne les contraintes minimums et, à cette fin, la figure 12 montre que les plus petites valeurs sont obtenues à l'intérieur de la zone $1.0 \leq k \leq 1.2$.

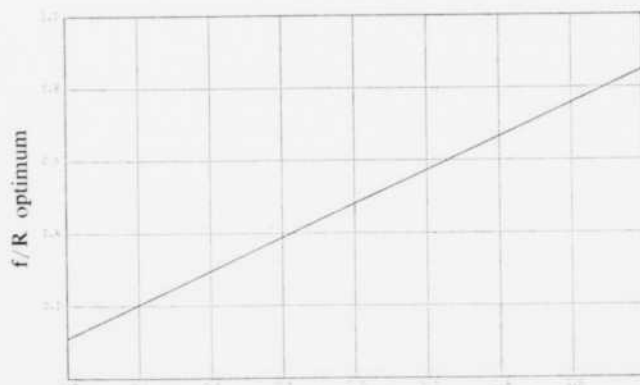


Figure 11 — Courbe de f/R optimum en fonction de k pour l'ellipsoïde

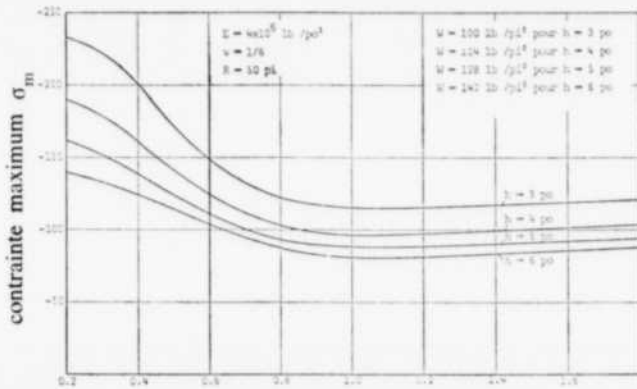


Figure 12 — Courbes des contraintes σ_m en fonction de k et de l'épaisseur pour l'ellipsoïde

Hyperbole de révolution à deux nappes

L'hyperboloïde est une surface engendrée par la rotation de l'hyperbole autour d'un axe de révolution. L'hyperbole est une courbe du deuxième degré qui appartient à la famille des coniques, et ses équations paramétriques dans le système de coordonnées z, r (figure 13) prennent la forme suivante :

$$r = \frac{ak^2 \sin \phi}{(\cos^2 \phi - k^2 \sin^2 \phi)^{1/2}}$$

$$z = a \left[-1 + \frac{\cos \phi}{(\cos^2 \phi - k^2 \sin^2 \phi)^{1/2}} \right]$$

$$R_1 = ak^2 (\cos^2 \phi - k^2 \sin^2 \phi)^{-1/2}$$

$$R_2 = ak^2 (\cos^2 \phi - k^2 \sin^2 \phi)^{-1/2}$$

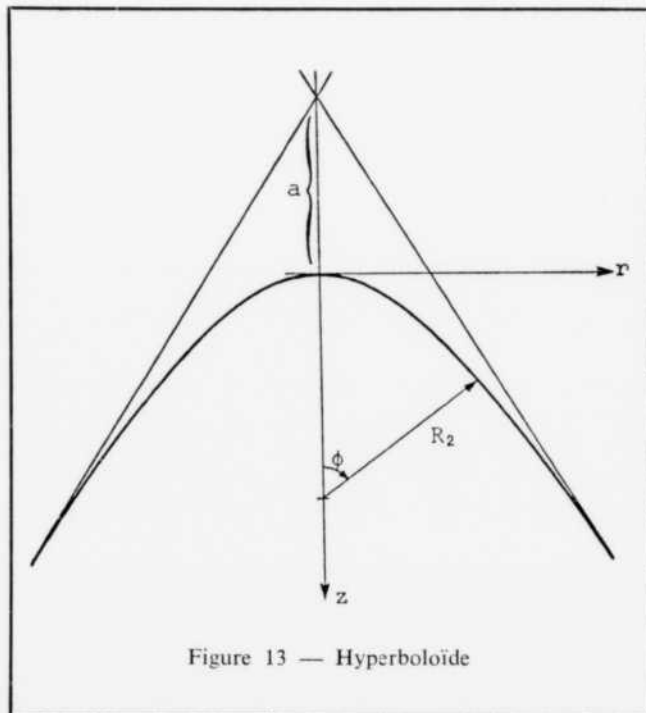


Figure 13 — Hyperboloïde

Le paramètre géométrique k définit le rapport entre le demi-axe conjugué et le demi-axe transversal. Comme l'ellipsoïde, l'hyperboloïde est caractérisé par le paramètre géométrique k et le rapport f/R qui est

fonction de ϕ et de k . Contrairement à l'ellipsoïde, il faut limiter l'étude à un angle ϕ maximum. Pour mieux comprendre cette restriction, notons que les rayons de courbure principaux R_1 et R_2 sont fonctions de la quantité $(\cos^2 \phi - k^2 \sin^2 \phi)^{-n}$, n étant égal à 1.5 pour R_1 et 0.5 pour R_2 . Il existe un point singulier pour l'hyperboloïde où l'expression $(\cos^2 \phi - k^2 \sin^2 \phi)$ est égale à zéro, et à ce point les rayons de courbure tendent vers l'infini. Le rapport $k = \cot \phi_{max}$ définit l'inverse de la pente des asymptotes à l'hyperbole. Par conséquent, pour un k donné il faut demeurer à l'intérieur d'une limite donnée par ϕ_{max} .

Tel que montré à la figure 14, le comportement de l'hyperboloïde ressemble sensiblement à celui des autres voiles. Les contraintes diminuent rapidement en fonction de f/R , pour atteindre une valeur minimum dans la zone $1.0 \leq f/R \leq 1.2$. Cependant, ce phénomène ne se produit que pour $0.1 \leq k \leq 0.4$. Au-delà de ce domaine, les contraintes σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} diminuent en fonction d'un accroissement du rapport f/R mais n'atteignent pas une valeur minimum.

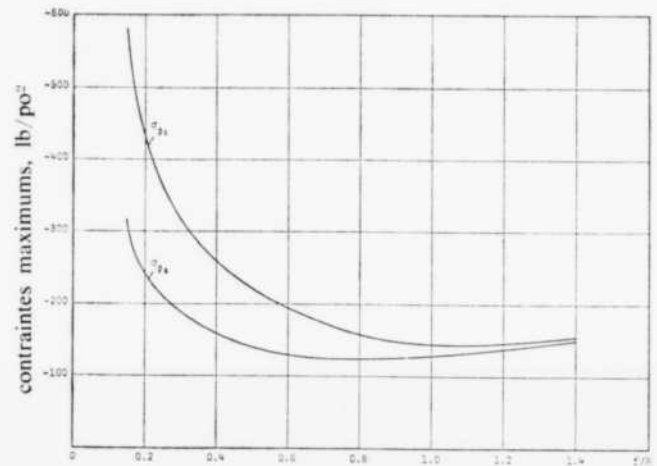


Figure 14 — Contraintes σ_{ϕ_1} et σ_{ϕ_2} en fonction de f/R pour l'hyperboloïde ($k = 0.1$)

Étude comparative

Les résultats présentés montrent pour chaque type de voile une ou plusieurs courbes donnant la variation de la contrainte maximum σ_m , i.e. σ_{ϕ_1} ou σ_{ϕ_2} , en fonction du rapport f/R . Une analyse comparative est présentée à la figure 15 qui illustre la variation de la contrainte par unité de charge σ_m/W en fonction du rapport f/R optimum pour chaque voile étudié. L'examen de cette figure révèle d'abord que la cycloïde donne les contraintes σ_m/W minimums dans la zone $0.38 \leq f/R \leq 0.40$.

En général, l'ellipsoïde caractérisé par le paramètre géométrique k donne des contraintes minimums pour un rapport f/R égal à environ $k/2$ (figure 11). Cependant, parmi toutes les surfaces elliptiques analysées, celle qui présente le meilleur comportement structural est définie par la zone $1.0 \leq k \leq 1.2$ (figure 12) et possède un rapport f/R compris entre 0.50 et 0.60.

Dans le cas de la caténoïde, les contraintes σ_m/W minimums sont obtenues dans la zone $0.85 \leq f/R \leq 0.95$, tandis que pour le paraboloïde, surface qui ressemble beaucoup à la caténoïde, la zone économique est limitée par $0.95 \leq f/R \leq 1.05$ (figure 15). Finalement, à partir des résultats obtenus l'hyperboloïde donne des contraintes minimums pour f/R compris entre 1.30 et 1.40.

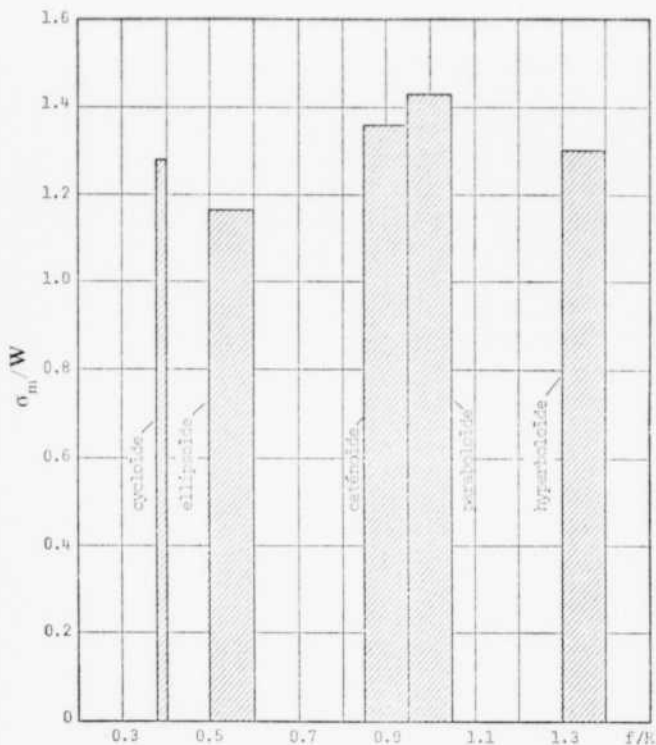


Figure 15 — Zones f/R optimums

Conclusions

Connaissant la zone économique pour chaque type de voile étudié, il serait intéressant de chercher quelle surface géométrique se comporte le mieux sous l'effet des charges appliquées. La figure 16 illustre la variation de la contrainte maximum par unité de charge en fonction du rapport f/R pour toutes les surfaces étudiées, et les conclusions suivantes peuvent en être tirées :

- 1) L'ellipsoïde défini par le paramètre géométrique k et ayant un rapport $f/R = k/2$ constitue la surface la plus économique, indépendamment de la zone d'utilisation.
- 2) La cycloïde possède une zone d'utilisation très restreinte mais devient, après la surface elliptique, la surface la plus intéressante dans la zone $f/R < 0.40$.
- 3) La sphère possède un champ d'utilisation relativement étendu et donne les contraintes σ_m minimums pour $f/R = 0.5$. Elle devient, après la cycloïde, la surface la plus avantageuse dans la zone $f/R < 0.40$.
- 4) La chaînette et la parabole engendrent des surfaces de révolution qui ont un comportement structural

semblable. Il faut se rappeler que leur zone d'utilisation économique est contiguë, tel que montré à la figure 15. Cependant, la caténoïde demeure la surface la plus avantageuse dans la zone $f/R < 1.2$.

- 5) La figure 17 illustre les méridiens générateurs des différentes surfaces de révolution étudiées, pour un rapport $f/R = 0.50$. Une analyse des figures 16 et 17 montre que plus le rayon de courbure du méridien est petit, plus les contraintes critiques tendent vers un minimum dans la zone $f/R < 0.5$.

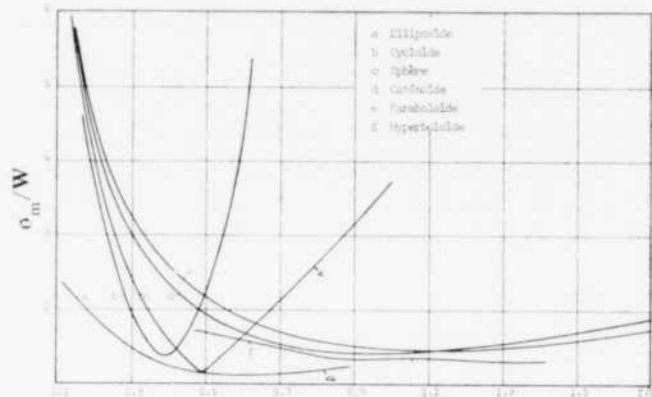


Figure 16 — Comparaison entre les différentes surfaces étudiées

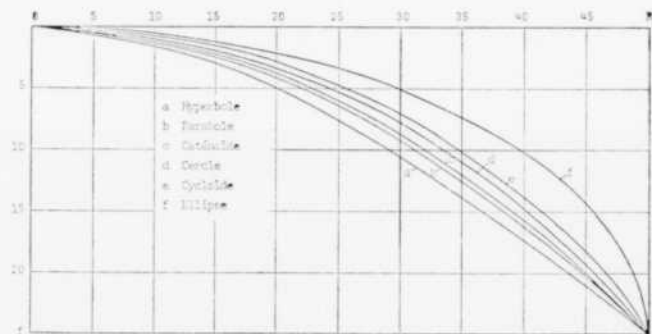


Figure 17 — Comparaison entre les méridiens générateurs des surfaces étudiées

La présente étude a porté sur les voiles de révolution encastés à la base, ayant une épaisseur constante, et supportant une charge verticale uniforme. L'analyse des différents paramètres qui influencent les contraintes internes critiques a révélé les points suivants :

- a) Les contraintes maximums sont généralement dans la direction du méridien et directement proportionnelles à la charge.
- b) Pour certains rapports f/R et pour tous les types de voile étudiés, l'influence de l'épaisseur et de la portée peut être considérée comme linéaire.
- c) Pour un type de voile considéré, il existe un rapport f/R qui donne des contraintes σ_m minimums, et ce rapport est généralement indépendant de l'épaisseur, de la portée et de la charge.

- d) L'ellipsoïde, défini par le rapport $\frac{b}{a}$ entre le demi-axe mineur et le demi-axe majeur, constitue la surface la plus avantageuse lorsque f/R est égal à environ $\frac{b}{2a}$.
- e) La caténoïde et le parabolôïde possèdent des rayons de courbure semblables, et leur comportement structural est presque identique.

La présente étude, qui a été faite dans le domaine élastique pour un chargement vertical statique correspondant à la charge morte et à une charge vive symétrique, peut servir de guide dans le choix préliminaire d'une structure en forme de voile mince. Dans certains cas, d'autres facteurs pourront modifier ce choix, comme la présence de charges non-symétriques, l'application d'efforts dynamiques, ou tout autre phénomène pouvant créer des contraintes dangereuses.

L'analyse numérique a été faite pour des voiles encastrés totalement à la base, ce qui représente en général l'état de contraintes le plus défavorable. Dans les constructions ordinaires, les voiles sont souvent appuyés sur des poutres de rive ou des murs, et l'encastrement n'est pas total. Il peut arriver aussi que certaines conditions aux appuis puissent engendrer des concentrations critiques de contraintes, comme par exemple la présence d'une colonne sur les bords. De tels cas doivent évidemment faire l'objet d'une étude rigoureuse.

Le comportement structural très favorable des constructions en forme de voile mince permet de réduire considérablement l'épaisseur du matériau, de telle sorte que généralement ce sont des considérations d'ordre pratique, comme le diamètre des barres d'armature ou le recouvrement de protection dans le cas de voiles minces en béton armé, qui gouvernent l'épaisseur minimum requise. Par conséquent, dans la majorité des cas, l'épaisseur des voiles minces peut être choisie comme constante.

Le présent article a pour but de fournir aux architectes et aux ingénieurs quelques notions fondamentales sur le comportement structural de plusieurs types de voile mince de révolution pouvant être utilisés comme toits d'édifices ou de bâtiments. Ces notions pourront servir de guide dans le choix préliminaire d'une forme de voile, lorsque les conditions du problème seront semblables à celles étudiées dans cet article, et par conséquent permettront de diminuer sensiblement le coût de l'analyse mathématique. ■

RÉFÉRENCES

1. Vlasov, V.Z. « *General Theory of Shells and its Applications in Engineering* » (NASA Technical Translation F-99), Moscow-Leningrad, 1949.
2. Landry, O. « *Influence du Méridien Générateur sur les Contraintes dans un Voile Mince de Révolution* », Thèse de Maîtrise, Université Laval, 1971.
3. Flügge, W. « *Stresses in Shells* », Springer-Verlag, 1962.

REMERCIEMENTS

Ces travaux de recherche ont été subventionnés par le Conseil National de Recherches du Canada et le Centre de Traitement de l'Information de l'Université Laval.

BOUTHILLETTE & PARIZEAU

INGÉNIEURS-CONSEILS
Mécanique - Électricité

9825, rue VERVILLE
Montréal 357 — 387-3747

Lalonde, Girouard, Letendre & Associés

Ingénieurs-conseils

8790, avenue du Parc — Tél. 384-6410
MONTRÉAL 354, QUÉ.



La Société
LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

615 RUE BELMONT

MONTRÉAL 101

LE

MOIS

INGÉNIEURS DEMANDÉS

NOMINATION / NÉCROLOGIE

Ingénieurs demandés

— **ARCO STONE CO. LTD.** (M. Raymond Laporte, ing.) 6970, rue Molson, Montréal 408, Québec. Tél.: (514) 725-5279.

Jeune ingénieur qui serait parfaitement bilingue, ambitieux et possédant bonne personnalité. Salaire intéressant et avancement assuré.

Note: Prière de communiquer directement avec M. Laporte.

— **ASEA INDUSTRIES LTÉE** (M. Gilles St-Amour, officier de sélection) 1600, Montée Ste-Julie, Varennes, Québec. Tél.: (514) 652-2901, poste 255.

Cette importante compagnie, à caractère international, est à la recherche de deux (2) ingénieurs électriciens, dont un (1) ingénieur de production et un (1) ingénieur de laboratoire. Salaire à discuter.

Note: Prière de communiquer directement avec M. St-Amour.

— **CANRON LIMITÉE** (M. Serge Plante, ing.) 277, rue St-Maurice, Trois-Rivières, Québec. Tél.: (819) 378-4801.

Un ingénieur métallurgique pour l'usine de Trois-Rivières, capable de travailler avec un minimum de supervision. Son travail consistera à assister l'ingénieur responsable du procédé pour les usines de Trois-Rivières et de Toronto. Il sera en charge de différents projets visant à améliorer la méthode, ainsi que la qualité des produits manufacturés. Cet ingénieur devra posséder un minimum de un an d'expérience dans le domaine de la métallurgie. Cet ingénieur du procédé sera donc relié directement aux processus suivants: élaboration de la fonte, traitement de la fonte, coulée centrifuge, recuit et finition, contrôle de la qualité, laboratoire. Salaire: à discuter.

Note: Prière de communiquer directement avec M. Plante.

— **C.N.R.** (Chemins de Fer Nationaux) (M. Jean-Pierre Laroche) 800 ouest, boulevard Dorchester, 9e étage, Montréal 101, Québec. Tél.: (514) 877-6517.

Quelques jeunes ingénieurs civils bilingues pour la construction et l'entretien des voies. Travail à Montréal et Belleville, Ontario. Salaire: environ \$12,000 au début.

Note: Prière de communiquer directement avec M. Laroche.

— **CLAUDE DUPRAS ET ASSOCIÉS, ingénieurs-conseils** (M. Yvon Veilleux, ing.) 5585, rue Monkland, Montréal 260, Québec. Tél.: (514) 487-5100.

Ce bureau est à la recherche d'un ingénieur électricien (plans et devis, bâtiments). Travail à Montréal. Salaire: à discuter.

Note: Le candidat s'adressera directement à M. Veilleux par téléphone.

— **CITÉ DE LASALLE** (M. Yves Roy, ing., gérant) Hôtel de ville, 13, avenue Strathyre, LaSalle, Québec. Tél.: (514) 366-7110.

Ingénieur civil, avec deux années d'expérience en génie municipal, pour travailler dans cette discipline sous la direction de l'ingénieur en chef, pour préparation de plans, devis et estimations de projets de services municipaux (égouts, aqueducs, pavages, trottoirs, etc.), étude et préparation de rapports techniques et divers. Le traitement et les allocations seront à négocier selon l'expérience.

Note: Prière de poser candidature par écrit en envoyant curriculum vitae à M. Roy.

— **M. JACQUES CLÉROUX, ing.**, entrepreneur général, 8618, avenue de l'Épée, Montréal 303, Québec. Tél.: (514) 273-9957.

Cet entrepreneur est à la recherche d'un ingénieur ayant une bonne expérience des chantiers de construction. Salaire: à discuter.

— **DOMINION GLASS LTÉE** (M. André Couvrette, ing.) 2376, rue Wellington, Montréal 104, Québec. Tél.: (514) 933-7331.

Cette compagnie manufacturière, ayant des usines à travers le Canada, est à la recherche d'un jeune ingénieur. Cette position offre de bonnes possibilités d'avancement au niveau de l'administration. Le candidat devra pourvoir à l'entretien général: édifices, compresseurs, et à l'élaboration des dessins, etc. Travail: à Montréal. Salaire: à discuter.

Note: Prière de communiquer par téléphone ou d'écrire à M. Couvrette.

— **J.H. DUPUIS LIMITÉE**, entrepreneurs généraux (M. F. Lareau, vice-président) 8165, rue Lafrenais, Ville St-Léonard 458, Québec. Tél.: (514) 323-4810.

Un ingénieur civil avec 5 à 10 années d'expérience dans l'estimation de bâtiment. Bon salaire avec participation aux profits.

Note: Prière de communiquer avec M. Lareau pour rendez-vous.

— **FORMEX LTD.** (M. Philippe Brosseau) 499, boulevard Guimond, Parc Industriel, Longueuil, Québec. Tél.: (514) 527-8871 ou 679-3430.

Deux (2) jeunes ingénieurs de chantiers avec quelques années d'expérience en construction. Salaire: à discuter.

Note: Le candidat s'adressera directement à M. Brosseau par téléphone.

— **HASKINS & SELLS ASSOCIATES** (M. Alain Moreau, conseiller) Édifice Sun Life, bureau 930, Montréal, Québec. Tél.: (514) 861-8512.

Un ingénieur géologue avec expérience en sols et en photogrammétrie. Travail à Toronto. Salaire: \$15,000 plus participation aux profits.

Note: Le candidat intéressé devra s'adresser directement à M. Moreau.

(suite page 22)

**Tout ingénieur qui acceptera un des postes offerts dans cette liste est prié d'en avvertir le
Directeur du Bureau de placement des Diplômés, M. Didace Beaulieu, ing.,
téléphone: 344-4764**

Espace et acier

L'acier de charpente a rendu possible
toute la commodité du spacieux
ensemble Pacific Centre



TOUR DE LA BANQUE
TORONTO-DOMINION,
VANCOUVER

Propriétaire: Pacific Centre Limited

Architectes: Gruen Associates et
McCarter, Nairne & Partners

Ingénieurs-conseils, charpente:
Unecon Engineering Consultants
Limited

Fabrication et montage
de l'acier: Dominion Bridge
Company Limited

L'ampleur de la charpente en acier de
la tour TORONTO-DOMINION permet aux
locataires d'aménager des bureaux
paysagers à la fois attrayants
et fonctionnels dans leur ensemble.



Le nouveau Pacific Centre est beaucoup plus qu'un centre commercial. Son premier édifice, la tour de la banque Toronto-Dominion, compte 30 étages et loge 4.000 locataires. Le Pacific Centre est le premier grand ensemble de Vancouver à illustrer la tendance vers la création de véritables "cités" commerciales, où l'on peut travailler, faire ses courses, manger et s'amuser à l'intérieur d'un même ensemble immobilier. En prévision des exigences nouvelles des locataires, dans l'avenir, il fallait un aménagement spacieux et entièrement modifiable. La solution: l'acier de charpente qui, se présentant en travées libres de plus

de 40 pieds, fournissait le maximum de souplesse et d'espace utile. De plus, la rapidité de la construction permettait le remboursement plus rapide des capitaux investis. On comprendra facilement pourquoi l'acier de charpente est la solution idéale aux problèmes de la construction moderne.

Pour se renseigner sur tous les avantages de la construction avec l'acier, il suffit de communiquer avec le bureau du Canadian Institute of Steel Construction de votre région. Si vous désirez construire un édifice qui soit longtemps fonctionnel, c'est l'acier qui vous offre la meilleure solution... l'acier de première qualité Algoma, bien sûr!



THE ALGOMA STEEL CORPORATION, LIMITED

SAULT STE. MARIE, ONTARIO • BUREAUX DE VENTE REGIONAUX: SAINT JOHN, MONTRÉAL, TORONTO, HAMILTON, WINDSOR, WINNIPEG, VANCOUVER



(suite de la page 20)

— **ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES** (Co-ordonnateur des Activités Internationales) 5255, avenue De-
celles, Montréal 250, Québec.

Professeur de production — Le candidat sera appelé à sé-
journer en Algérie pour une période de un ou deux ans, dans
le cadre du Département de Perfectionnement en Gestion des
Entreprises (DPGE) de l'Institut National de Productivité et
Développement (INPED), département créé avec la collabora-
tion des H.E.C. et de l'ACDI. Il serait souhaitable que le
candidat soit intéressé à poursuivre par la suite une carrière
universitaire à l'École des H.E.C.

TÂCHE :

- Enseigner la production à des cadres de gestion détachés
par les sociétés nationales, détenteurs pour la plupart d'un
diplôme universitaire et possédant plusieurs années d'ex-
périence.
- Participer à des travaux de recherche appliquée (rédaction
de cas, monographie, etc.) connexes à cet enseignement.
- Collaborer avec ses collègues de marketing, finance, per-
sonnel, économie, méthode quantitative, etc., à des cours
et travaux multidisciplinaires.

QUALIFICATIONS :

Le candidat sera détenteur d'au moins un MBA ou l'équi-
valent. Il aura à son crédit une expérience valable du monde
des affaires et/ou quelques années d'enseignement et aura
assumé d'importantes responsabilités.

CONDITIONS :

Poste disponible immédiatement. Affectation en Algérie
prévue pour fin avril 1973. Salaire : selon expérience et qua-
lifications. Allocation de vie à l'étranger ; logement fourni et
autres bénéfices.

Note : Prière de faire parvenir correspondance et curri-
culum vitae à l'adresse mentionnée ci-dessus.

— **LABRECQUE, VÉZINA & ASSOCIÉS**, ingénieurs-conseils
(M. Jacques Fortier, ing.) 3300, boulevard Cavendish, Mont-
réal 261, Québec. Tél. : (514) 482-3610.

Un ingénieur mécanicien avec dix (10) années d'expérience
en mécanique des bâtiments, plomberie, chauffage, climatisa-
tion, pour travail dans bureau d'ingénieurs-conseils.

Note : Prière de communiquer avec M. Fortier pour pre-
ndre rendez-vous.

— **LINES BROS.** (M. Pierre Beauchamp, ing.) rue Lewis,
Waterloo, Québec. Tél. : (514) 539-2455.

Un ingénieur mécanicien pour prendre charge de l'usine,
voir à l'équipement et à l'entretien des divers départements
tels que presses, peinture, plaquage, assemblage, etc. Le can-
didat devra être bilingue. Salaire : à discuter.

— **MLW INDUSTRIES** (Division de MLW — Worthington
Limitée) (M. Yves R. Choquette, officier du personnel et de
la sécurité) 1505, rue Dickson, Montréal 426, Québec. Tél. :
(514) 255-3681.

Quatre (4) ingénieurs mécaniciens ou électriciens, ayant au
moins 2 années d'expérience dans un domaine connexe aux
locomotives diesels-électriques. Travail dans pays étrangers
tels que : Nigéria, Grèce, Portugal, etc. L'entraînement désiré
sera donné aux candidats choisis, de préférence célibataires
et bilingues. Salaire : à discuter.

Note : Prière d'envoyer curriculum vitae à M. Choquette.

— **ROURKE, BOURBONNAIS & ASSOCIÉS** (M. Michel
Malone) 1808 ouest, rue Sherbrooke, Montréal 109, Québec.
Tél. : (514) 937-9525.

Un jeune ingénieur représentant pour industrie pétrolière,
ayant quelques années d'expérience en « marketing » et vente.
Le candidat choisi sera responsable de la vente des produits
auprès de la clientèle industrielle et devra être en mesure
d'interpréter les besoins de cette clientèle et promouvoir ses
produits. Position d'avenir et avancement assuré. Le candidat
devra être bilingue. Salaire jusqu'à \$14,000 suivant qualifica-
tions.

Note : Prière de communiquer avec M. Malone pour
prendre rendez-vous.

— **SERVICE ADMINISTRATIF CANADIEN OUTRE-MER**
(S.A.C.O.) (M. Roméo Mondello, ing.) 12270, boulevard
Taylor, Montréal 356, Québec. Tél. : (514) 334-0727.

Ingénieurs civils pour construction de routes en Algérie
(pays francophone). S.A.C.O. s'adresse principalement à des
ingénieurs retraités ayant le goût de voyager et désireux de
faire bénéficier la communauté de leurs connaissances et expé-
riences dans une mission de quelques mois à l'étranger. Dé-
penses de voyage et séjour payées plus une gratification de
\$20 par jour.

Note : Pour plus de renseignements, veuillez communiquer
avec M. Mondello.

— **SMART PERSONNEL** (M. D. Smart) Édifice Dominion
Square, bureau 339, 1010 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal
110, Québec. Tél. : (514) 871-1206.

Ce bureau spécialisé en placement de personnel nous in-
forme qu'ils ont différents postes intéressants à offrir :

a) deux (2) directeurs de projets — ingénieurs civils de langue
française avec bonne expérience de la construction lourde.
Salaire : jusqu'à \$28,000.

b) un (1) ingénieur civil pour estimations et « planning » des
coûts, avec 5 à 8 années d'expérience. Salaire : jusqu'à \$14,000.

c) deux (2) ingénieurs en mécanique du bâtiment avec expé-
rience en ventilation et autres services mécaniques, édifices
commerciaux à Montréal. Salaire : jusqu'à \$18,000.

d) un (1) ingénieur de l'environnement — expérience en traite-
ment des eaux d'alimentation et d'égouts, génie municipal,
expansion industrielle. Salaire : jusqu'à \$18,000.

e) un (1) ingénieur bilingue avec 10 années d'expérience dans
l'industrie des produits forestiers : manutention, plans et devis,
administration, organisation d'ateliers, récupération des écor-
ces et rebuts, etc., à Montréal. Salaire : jusqu'à \$15,000.

f) un (1) ingénieur industriel pour usine de pâtes et papiers.
Travail à Montréal. Salaire : de \$16,000 à \$20,000.

g) ingénieurs pour contrôle des coûts de construction.
Travail à Montréal. Salaires : junior \$10,000, intermédiaire
\$12,000, senior \$15,000.

h) coordonnateur de projets — 15 à 20 années d'expérience
dans le génie civil : prévisions, achats, procédures de cons-
truction, etc., pour un bureau d'ingénieurs-conseils de Mont-
réal. Salaire : \$10,000 — \$15,000.

— **SPINO CONSTRUCTION LTÉE** (M. G. Gosselin) 1200
ouest, rue Louvain, Montréal 355, Québec. Tél. : (514) 381-
2351.

Cet entrepreneur de construction lourde a un emploi à
offrir à un jeune ingénieur intéressé à ce domaine.

Note : Prière de communiquer directement avec M. Gosse-
lin.

— **STEINBERG LIMITÉE** (M. D. Silverman, ing., directeur
du génie) 1500, rue Atwater, Place Alexis Nihon, Montréal
216, Québec. Tél. : (514) 931-9131.

Un (1) ingénieur qui ferait partie d'un petit groupe d'in-
génieurs chargés de préparer des normes et spécifications, véri-
fier les plans des ingénieurs-conseils appointés par la société
pour les travaux en cours, leur donner les directives néces-
saires, préparer des budgets et estimations, veiller à ce que
les travaux de construction ne dépassent pas les budgets ap-
prouvés, visiter les chantiers de construction, être en contact
avec les autorités locales du point de vue de l'application des
lois et règlements et, en général, conseiller et aider les diffé-
rents départements de la société en ce qui concerne leur
spécialisation.

Salaire intéressant serait offert au candidat actif et éner-
gique ayant la compétence nécessaire.

Note : Prière de poser candidature par écrit en envoyant
curriculum vitae à M. Silverman.

— **TÉTRAULT SHOE CIE LIMITÉE** (M. Pierre Bourget, ing.) 2251, rue Aird, Montréal 404, Québec. Tél.: (514) 259-2571.

Cette entreprise manufacturière est à la recherche d'un ingénieur industriel ayant 1 à 2 ans d'expérience.

Note: Prière de communiquer avec M. Bourget pour prendre rendez-vous.

— **WOODS, GORDON & CIE**, conseillers en administration (M. Claude Vézina, conseiller) 630 ouest, boulevard Dorchester, Montréal 101, Québec. Tél.: (514) 875-5835.

Un (1) ingénieur industriel — Le candidat choisi relèvera du Directeur des Projets et sera impliqué dans tous les aspects du génie industriel. Il devra initialement participer à l'agencement d'une usine et d'un entrepôt, conseiller la direction dans l'acquisition de machinerie et s'impliquer dans l'établissement de lignes de production. Expérience pertinente: 2 années et plus. Le salaire sera en fonction des qualifications du candidat choisi.

NOMINATION

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES



M. Robert-A. Boyd, ing.

Monsieur Roland Giroux, président de l'Hydro-Québec et président du conseil d'administration de la Société d'énergie de la baie James annonçait dernièrement que, par un arrêté du lieutenant-gouverneur en conseil, monsieur Robert-A. Boyd, commissaire à l'Hydro-Québec, était nommé, le 2 août 1972, administrateur de la Société d'énergie de la baie James puis, élu président de la Société par le conseil d'administration.

Diplômé de l'École Polytechnique de Montréal en 1943, avec spécialisation en mécanique et électricité, monsieur Boyd commence sa carrière à la compagnie Dominion Rubber comme ingénieur de plans et devis.

Il entre à l'Hydro-Québec le 1er décembre 1944, année de création de cette entreprise d'État, où il est d'abord affecté aux Projets techniques. Deux ans plus tard, il est muté à l'Exploitation métropolitaine où il devient contrôleur des opérateurs en 1947, ingénieur surintendant en 1954, ingénieur en chef en 1958, puis ingénieur en chef en 1962. En 1963, monsieur Boyd est promu directeur général de la Distribution et ventes et, en 1965, directeur général de l'Hydro-Québec. Nommé commissaire par le gouvernement du Québec le 1er avril 1969, l'Hydro-Québec le choisit en 1972 comme commissaire responsable du projet d'aménagement hydroélectrique de la baie James.

Monsieur Boyd est également président de l'Association canadienne de l'électricité, administrateur de Churchill Falls (Labrador) Corporation Limited et administrateur de l'Association canadienne de normalisation.

Il est membre de plusieurs associations professionnelles dont la Corporation des ingénieurs du Québec, l'Association des Diplômés de Polytechnique et de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers.

NÉCROLOGIE

DEMERS, Georges, Poly '35, est décédé, à Montréal, le 19 octobre 1972, à l'âge de 60 ans.

Né à Montréal, il fit ses études universitaires à l'École Polytechnique, où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et Ingénieur civil en 1935. En 1937, il s'inscrivait comme élève libre en génie civil à l'École Nationale des Ponts et Chaussées à Paris, France.

Il débuta dans la carrière au ministère de la Voirie provinciale et occupa successivement les postes d'ingénieur résident et d'ingénieur divisionnaire. En 1942, il fonda le bureau de génie-conseil Geo. Demers, spécialisé dans les domaines du génie civil et des travaux publics, couvrant ainsi d'importants projets maritimes, hydroélectriques, structures, etc.

Membre actif de nombreuses associations professionnelles, il occupa, au sein de ces associations, plusieurs fonctions, entre autres:

Président 1948 — Society of Industrial and Cost Accountants, section de Québec

Président 1951 — Institut Canadien des Ingénieurs, section de Québec

Président 1954 — Corporation des Ingénieurs du Québec

Président 1955 — Conseil Canadien des Ingénieurs

Président 1960 — Association des Diplômés de Polytechnique

Vice-président 1962-1964 — Institut Canadien des Ingénieurs

On relève dans ses publications une étude présentée au congrès de l'AWWA, en 1955, sur la nouvelle conduite d'adduction de la Ville de Québec.

ERRATA

« LES RÉSEAUX D'ORDINATEURS »

Numéro 282 — septembre 1972

Les lecteurs intéressés à cet article sont priés de noter la confusion dans les plaques représentant les divers réseaux.

Page 7 — Le réseau devrait porter le numéro 2 à la place du numéro 1.

La courbe au bas de la page devrait être associée au réseau numéro 4 au bas de la page 9.

Page 8 — Le réseau devrait porter le numéro 1 à la place du numéro 2.

La courbe représentée avec ce réseau devrait être associée au réseau se trouvant à la page 7.

Page 9 — La courbe représentée avec le réseau numéro 4, au bas de cette page, devrait être associée au réseau se trouvant à la page 8.

Page 4 — Les équations au bas de la page 4 devraient lire :

$$A(t) = 1 - e^{-\lambda_1 t}$$

$$B(x) = 1 - e^{-\mu x}$$

Nous présentons nos excuses aux auteurs, MM. J.A. Schwarz da Silva, ing. et René Guindon, ing., pour cette incohérence dans la présentation des figures.

« LE PONT AKONOLINGA SUR LE NYONG »

Numéro 282 — septembre 1972

Nous référons nos abonnés aux renseignements concernant ce projet, mentionnés en page 11.

Nous apprenons que M. Marc F. Beaulne, ingénieur, diplômé de l'École Polytechnique en 1967, prenait la relève de M. Jean-Luc Allary, ingénieur, responsable au Cameroun de la réalisation et de l'exécution du projet, pour le parachèvement des travaux, soit de juillet 1970 à juin 1971.

Ce renseignement nous a été confirmé par Beauchemin — Beaton — Lapointe Inc., ingénieurs et conseillers en planification.

L'efficacité JC/80

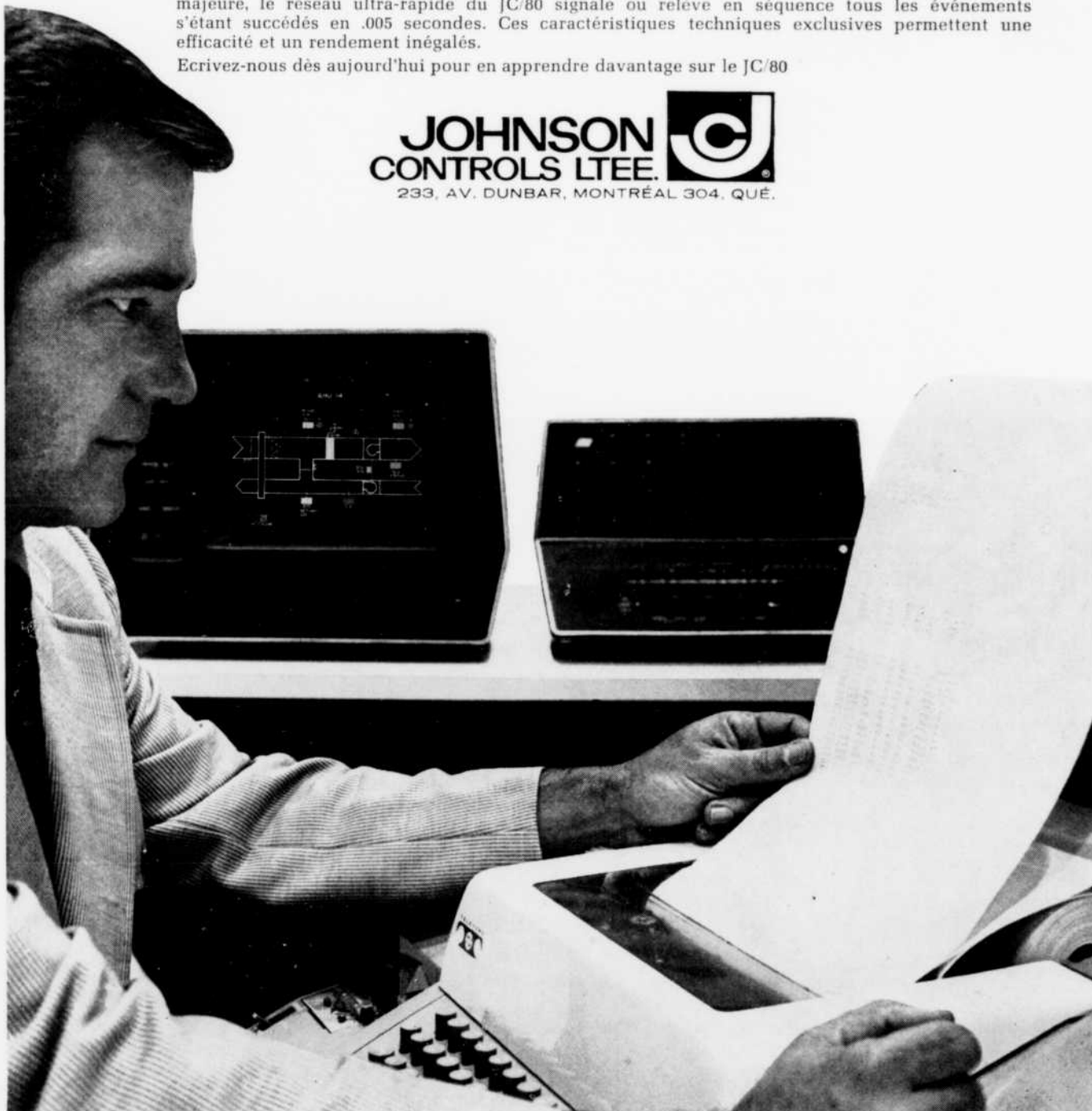
De nouvelles normes de rendement dans l'automatisation électronique des édifices.

Un système intégral. Voilà ce qu'est le tout nouveau système JC/80 de Johnson pour l'automatisation des édifices. Des voyants lumineux indiquent la transmission des données d'entrée et de sortie sur les panneaux de la salle de mécanique. Chaque panneau comprend un circuit de dérivation automatique qui assure le fonctionnement continu du système en cas de panne de courant locale. De plus, un dispositif de dérivation manuelle permet d'exécuter les réparations sans couper le système. Le montage "auto-contrôlé" déclenche automatiquement un signal d'alarme si une carte-fiche fait défaut ou est débranchée. Plusieurs autres caractéristiques contribuent aussi à rendre ce système intégral et d'une efficacité maximale.

Le système JC/80, entièrement automatisé, établit de toutes nouvelles normes de rendement. Le délai total de réponse du système (qui correspond à la vitesse d'analyse des anciens systèmes) est de 4 secondes maximum, quel que soit le nombre d'éléments en circuit. En cas de panne majeure, le réseau ultra-rapide du JC/80 signale ou relève en séquence tous les événements s'étant succédés en .005 secondes. Ces caractéristiques techniques exclusives permettent une efficacité et un rendement inégalés.

Ecrivez-nous dès aujourd'hui pour en apprendre davantage sur le JC/80

**JOHNSON
CONTROLS LTEE.** 
233, AV. DUNBAR, MONTRÉAL 304, QUÉ.



LE CONSEIL CANADIEN DES INGÉNIEURS PRÉSENTE

LES VUES DE LA PROSESSION SUR L'IMMIGRATION

Le Président du Conseil Canadien des Ingénieurs, au nom des associations constituantes du Conseil, soumettait dernièrement un mémoire à l'honorable Bryce Mackasey, Ministre fédéral de la Main-d'Oeuvre et de l'Immigration, afin de faire connaître les vues de la profession sur les lacunes qui existent actuellement dans la Loi sur l'Immigration et les Règlements et Procédures s'y rattachant.

Le texte du mémoire est le suivant :

1 — INTRODUCTION

Le Conseil Canadien des Ingénieurs désire soumettre, au nom de la profession d'ingénieur au Canada, ses commentaires sur la politique du Gouvernement du Canada, au sujet de l'immigration et sur la Loi, les Règlements et les Procédures présentement en cours dans ce pays, et offrir ses suggestions pour l'amélioration de certains aspects de cette Loi et de ces Règlements et Procédures qu'il considère contraires aux meilleurs intérêts du pays.

2 — RÉSUMÉ

DES RECOMMANDATIONS

2.1 Le Conseil recommande que la Loi, les Règlements et les Procédures soient modifiés de façon à ce que l'entrée des immigrants soit plus étroitement régie par la capacité d'absorption de chaque type d'immigrant par l'économie du pays au moment de la demande d'admission.

2.2 Le Conseil recommande que la Loi et les Règlements soient modifiés de façon à restreindre clairement l'admission temporaire au Canada de personnes qui y viennent pour travailler sur une base temporaire au seul genre de personnes qui ne sont pas couramment disponibles au Canada.

2.3 Le Conseil recommande de plus que des mesures soient prises dans le but d'empêcher la pratique actuelle qui permet à des personnes, entrant au Canada sur une base temporaire, de demeurer au pays presque indéfiniment ou d'une façon permanente à cause des longs délais inhérents à la procédure d'appel après une décision de déportation.

3 — DISCUSSION GÉNÉRALE

3.1 Le Conseil Canadien des Ingénieurs désire reconnaître les excellentes relations qui existent présentement entre les autorités de l'Immigration et la profession d'ingénieur à tous les niveaux et exprimer sa haute appréciation de l'esprit de coopération qui régit ces relations.

Les opinions exprimées dans ce mémoire ne doivent par conséquent pas être considérées comme une critique du système ou de son administration; elles sont soumises tout simplement afin d'exprimer les vues d'un groupe professionnel possédant une expérience de longue date avec un grand nombre de néo-canadiens d'un genre bien spécifique et dont la réputation de justice et d'honnêteté dans ce domaine n'est plus à faire.

3.2 La profession d'ingénieur, par ses associations professionnelles provinciales, a établi des procédures régissant l'admission à l'exercice de la profession d'ingénieur des néo-canadiens qui sont à peu près identiques aux procédures s'appliquant aux canadiens, a consacré un temps et des efforts considérables à l'évaluation aussi juste que possible des qualifications d'ingénieur étrangères et à leur équivalence aux qualifications canadiennes, et accepte un grand nombre de diplômes d'ingénieur étrangers comme satisfaisant les exigences académiques d'admission à la profession.

3.3 Toutefois, la profession sait, par expérience, que l'ingénieur immigrant, s'attendant à trouver un emploi convenable dans son domaine peu de temps après son arrivée au Canada, et qui est incapable de trouver un tel emploi à cause des conditions économiques défavorables, devient rapidement désillusionné et frustré, difficilement adaptable à d'autres occupations et devient rarement un bon citoyen. L'admission au Canada de telles personnes est par conséquent contraire aux meilleurs intérêts du pays et de ceux-ci, sauf lorsque cette admission est accordée pour des raisons humanitaires.

Nous croyons que ce qui précède s'applique tout aussi bien à plusieurs autres catégories d'occupations particulièrement au niveau professionnel.

3.4 Malgré le fait que la profession est généralement favorable à un degré raisonnable de liberté de mouvement des ingénieurs entre pays, elle doit reconnaître qu'une tendance contraire se développe rapidement dans un nombre grandissant de pays et que les ingénieurs canadiens se voient refuser l'admission dans plusieurs pays où ils désireraient exercer leur profession alors que d'autres qui sont actuellement établis dans d'autres pays sont menacés d'expulsion.

3.5 Le Canada produit actuellement un nombre suffisant d'ingénieurs pour satisfaire à la demande et vient de subir l'expérience d'un surplus d'ingénieurs dans plusieurs domaines, ayant pour résultat un taux de chômage sans précédent chez les ingénieurs depuis la crise économique qui se terminait en 1937; environ 1 000 ingénieurs canadiens se trouvaient sans emploi ou occupant des emplois temporaires hors de leur domaine, au début de l'année courante. (Ce chiffre a été établi au moyen d'une enquête auprès des 70 000 ingénieurs canadiens et menée sous les auspices du C.C.I. au début de l'année.)

4 — ADMISSION LÉGALE DES IMMIGRANTS

Nous comprenons que le système d'évaluation actuel d'un immigrant est tel qu'un professionnel ayant moins de 35 ans, possédant une connaissance suffisante de la langue anglaise ou de la langue française, rencontre automatiquement les normes minima d'admission et ne peut se voir refuser cette admission sauf pour des raisons de santé ou de morale (voir Section 19(3) de la Loi).

Nous croyons qu'il est essentiel que la Loi et/ou les Règlements donnent clairement le droit aux fonctionnaires à l'Immigration de refuser l'admission à tout immigrant lorsque la situation d'emploi

(suite page 26)

"lumi-pak"

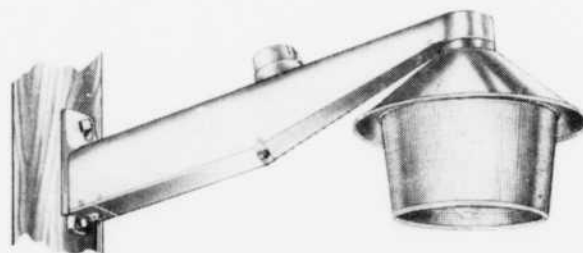
APPAREIL D'ECLAIRAGE
COMPLET DU
CREPUSCULE A L'AUBE



LUMEC INC.

7965, 14e AVE MONTREAL 455, QUE.

SUCCURSALES: TORONTO, QUEBEC, OTTAWA



POUR LAMPES A VAPEUR DE MERCURE
175 - 250 OU 400 WATTS



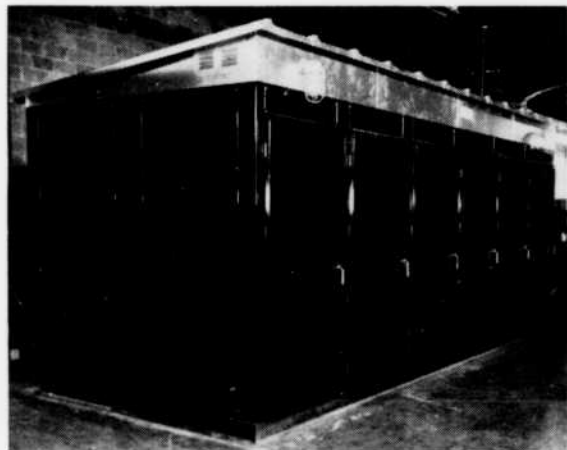
L'HYDRO-QUÉBEC REÇOIT POLYTECHNIQUE À L'OCCASION DE SON CENTENAIRE

Réception à l'IREQ, le 18 octobre dernier.

À cette occasion, en présence de plus de 200 personnes, le président de l'Hydro-Québec, monsieur Roland Giroux, soulignait le lien très étroit qui unissait l'Hydro-Québec et l'École Polytechnique, les échanges permanents entre les deux institutions et la présence effective de l'École dans toutes les réalisations de l'Hydro-Québec.



Dans l'ordre habituel, MM. Raymond Primeau, ing., vice-président et directeur général de la Banque Provinciale du Canada, Roland Giroux, président de l'Hydro-Québec, Camille-A. Dagenais, ing., président de Surveyer, Nenniger & Chênevert Inc. et J.-Bernard Lavigne, ing., président et principal de l'École Polytechnique.



SOUS-STATION
EXTÉRIEURE,
20kV
blindée (metalclad)

POSTE CEET,
TOGO (Afrique)



MONTEL INC.

Siège social et usine :
Case postale 130,
Montmagny, Qué.
Tél. : (418) 248-0235
Télex : 011-3419

Succursale :
Édifice Fides,
235 est, boul. Dorchester,
Montréal 129, P.Q.
Tél. : (514) 861-7445
Télex : 01-20852

(suite de la page 25)

dans son domaine ou sa profession est telle que cet immigrant est exposé à rencontrer des difficultés considérables dans la recherche d'un emploi approprié après son arrivée au Canada.

Nous croyons de plus que les méthodes employées pour mesurer la demande, particulièrement pour les travailleurs professionnels, doivent être améliorées afin de pouvoir produire des données précises et à jour en tout temps; nos associations professionnelles d'ingénieurs étant prêtes à offrir leurs services dans ce domaine.

5 — ADMISSION DES NON-IMMIGRANTS

D'après la section 7(1) h de la Loi, les personnes pratiquant une profession, un commerce ou une occupation légitime peuvent être admises au Canada pour l'exercice temporaire de leur état respectif et, d'après la section 19(3), il semble que les fonctionnaires à l'Immigration doivent admettre de telles personnes, sauf s'ils estiment qu'il serait contraire à quelque disposition de la Loi ou des Règlements d'accorder cette admission.

Comme résultat, des employeurs étrangers (particulièrement des U.S.A.) font entrer au Canada, fréquemment et sans difficulté, des ingénieurs étrangers pour exécuter des travaux pour lesquels des ingénieurs canadiens sont qualifiés et disponibles alors qu'il devient extrêmement difficile pour des employeurs de transférer des ingénieurs canadiens dans d'autres pays et tout particulièrement dans certaines parties des États-Unis et de l'Amérique Latine.

Cette situation est très injuste envers les ingénieurs canadiens et ne peut être corrigée qu'en rendant plus rigides les conditions d'admission au Canada.

La profession d'ingénieur sera prête à coopérer avec les autorités de l'Immigration dans le développement et l'opération de Règlements et Procédures qui encourageraient une meilleure utilisation des ingénieurs canadiens tout en étant juste et raisonnable envers tous.

6 — ADMISSION PERMANENTE D'IMMIGRANTS DÉJÀ AU CANADA

Le Conseil est au courant que le Ministère s'efforce d'accélérer les procédures d'appel dans les cas de non-immigrants qui sont déjà au Canada et qui en appellent d'une ordonnance d'expulsion, et désire exprimer son approbation entière de toute mesure qui permettra de corriger cette lacune dans les Lois et Procédures d'Immigration du Canada.

7 — CONCLUSION

Le Conseil Canadien des Ingénieurs et ses associations provinciales constituantes sont anxieux de maintenir et d'améliorer les relations et la coopération qui existent présentement avec votre Ministère et sont prêts à aider au développement et à l'application de Règlements et Procédures d'Immigration raisonnables et justes en ce qui a trait aux ingénieurs, et vous demandent d'accorder toute votre attention aux points soulevés dans ce mémoire.

Ce magnifique centre d'hygiène appelait la robinetterie Emco.

Emco: interchangeabilité adaptée à cet édifice moderne.

Le centre d'hygiène le plus considérable, le plus moderne et le plus fonctionnel en Amérique du Nord est doté exclusivement de robinetterie chromée Emco. Le centre d'hygiène de l'Université McMaster est le prototype d'un nouveau genre de construction pratique. Les architectes* l'ont conçu sous le signe du changement intégré; même des changements d'importance n'enlèveraient rien à l'investissement premier.

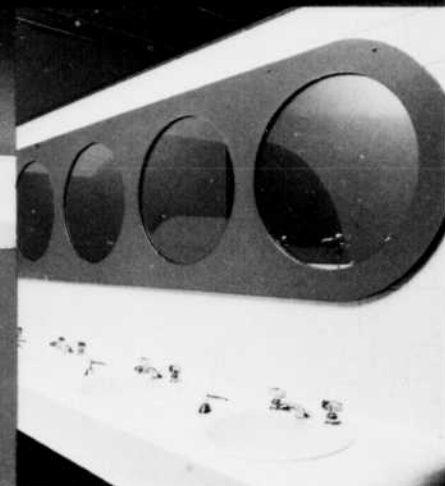
Ce même besoin de planification financière à long terme a présidé au choix de la robinetterie chromée de marque Emco pour l'ensemble de plus de 2,000 installations de plomberie dans tout l'édifice. De lignes fluides, de construction solide, d'adaptation facile, d'interchangeabilité avantageuse, les produits Emco s'inscrivent parfaitement dans le schéma général de McMaster.

La qualité Emco promet de nombreuses années d'utilisation sans problèmes, avec entretien et réserves minima. Chaque robinet est conçu de façon à ce que les pièces clés, la cartouche et le siège très robustes, puissent être remplacés facilement et à peu de frais. Un choix de manettes scientifiquement conçues assurent une commodité maximale pour le personnel et les patients. Autre avantage, et non le moindre pour un centre d'hygiène, le profil uni et la fabrication solide des produits Emco éliminent pratiquement tous les recoins où des bactéries pourraient se loger.

Le centre d'hygiène de l'Université McMaster commandait des produits d'une qualité exceptionnelle; Emco a rempli cette commande haut la main.

EMCO LIMITED
Box 5300, London, Canada.

EMCO



Architectes—Craig, Zeidler and Strong—Toronto • Ingénieurs-conseil—G. Grenek and Associates • Entrepreneurs—Comstock • Installations techniques—Rocamora Brothers



Nous pouvons vous aider à continuer vos études supérieures.

Les Forces canadiennes sont prêtes à miser beaucoup sur les jeunes qui ont du talent. Si vous désirez devenir officier, nous sommes prêts à payer toutes vos études à partir du CEGEP général jusqu'à votre diplôme universitaire et à vous donner une allocation mensuelle de \$200.00 pour vous nourrir, vous loger et vous habiller. Si vous êtes prêts à travailler, nous, nous sommes prêts à payer!

Pour obtenir, sans obligation, des renseignements sur le programme universitaire, communiquez avec nous à l'adresse ci-dessous.

MONTRÉAL :	TROIS-RIVIÈRES :
1254, BISHOP — 283-6518	1368, NOTRE-DAME — 374-3510
QUÉBEC :	CHICOUTIMI :
1048, ST-JEAN — 694-3636	200 EST, RACINE — 543-1880
SHERBROOKE :	RIMOUSKI :
50, COUTURE — 565-4949	82 OUEST, ST-GERMAIN — 723-5271



Les Forces armées canadiennes

Il faut être quelqu'un pour en être.

DR5-72-1F

ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS
DE POLYTECHNIQUE

Case postale 501 Snowdon, Montréal 248, Qué.

Prière de noter notre

NOUVEAU NUMÉRO DE TÉLÉPHONE

344-4764

RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

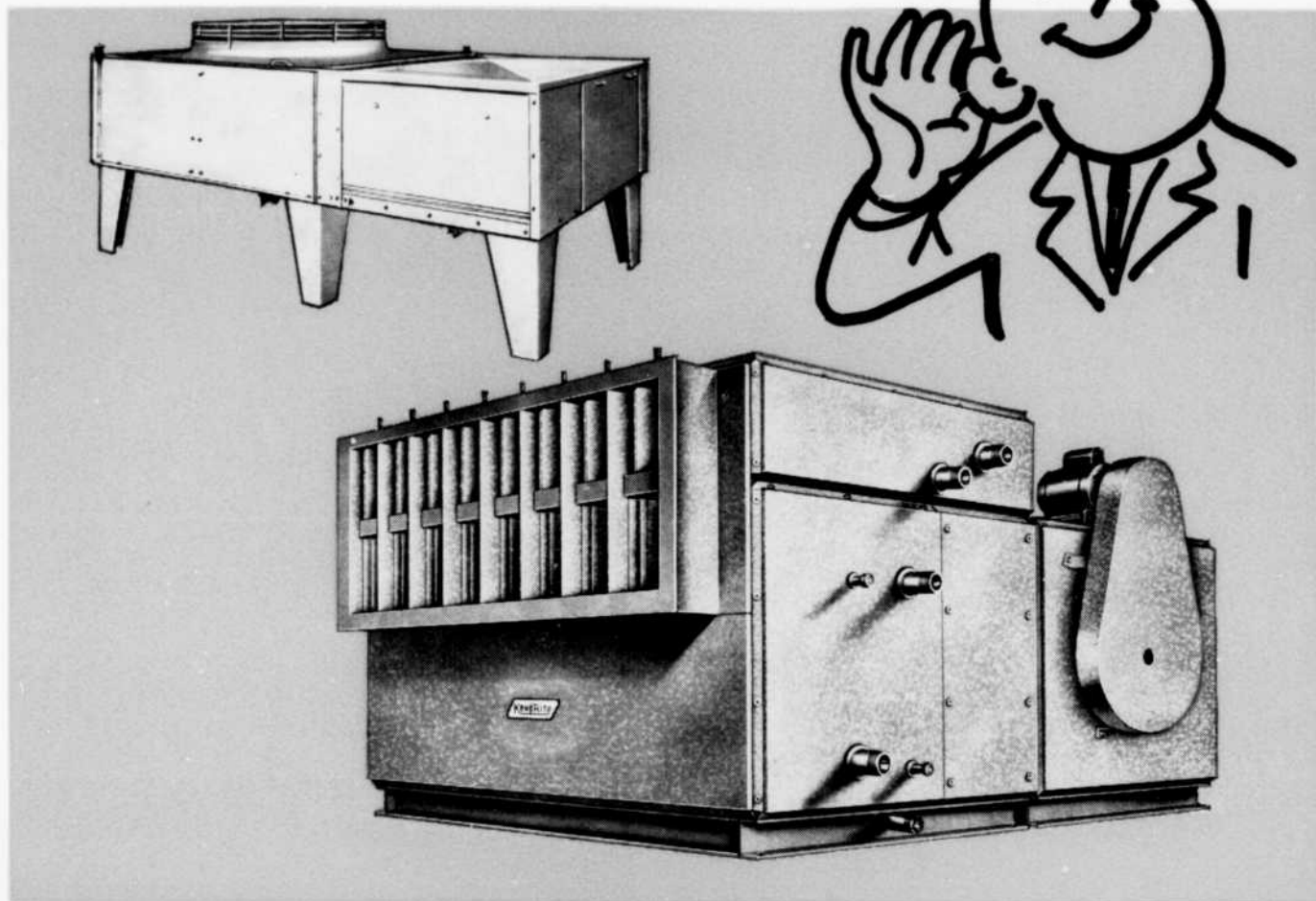
Algoma Steel Corporation Ltd., The	21
•	
Bouthillette & Parizeau	19
•	
Canadian Johns-Manville	Couv. IV
•	
Emco Limited	27
•	
Jenkins Bros. Limited	Couv. II
Johnson Controls Ltée	24
•	
KeepRite Products Limited	Couv. III
Kodak Canada Ltd.	9
•	
Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.	9
Laboratoires Ville-Marie Inc., Les	28
Lalonde, Girouard, Letendre & Associés	19
Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés	19
Les Forces armées canadiennes	28
Lumec Inc.	25
•	
Montel Inc.	26
•	
Tests de Fondation Inc.	9
The Steel Company of Canada, Limited	12-13
•	
Warnock Hersey International Limited	9



LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.
1875, BOULEVARD INDUSTRIEL, LAVAL QUÉBEC

Société d'études de sols — Laboratoire de matériaux

Ecouter un appareil KeepRite...



c'est "écouter le silence."

Ecoutez le climatiseur central Seasonmaster et le condenseur refroidi par air Keeprite. Quel est le secret de leur silence de marche? L'équilibre technique. Les deux appareils sont fabriqués selon les normes de qualité les plus rigoureuses appuyées par les meilleures méthodes d'application. Tous les éléments sont soigneuse-

ment sélectionnés et assortis. Nous avons un vaste choix d'appareils "assortis", efficaces et sûrs, que ce soit pour refroidir l'air, le réchauffer et le refroidir, ou fournir simultanément de l'air à des températures diverses à divers secteurs. Il vous faut savoir pourquoi les appareils Keeprite seront plus

avantageux pour votre prochaine installation. Prenez contact avec le représentant Keeprite. Pourquoi pas aujourd'hui même?



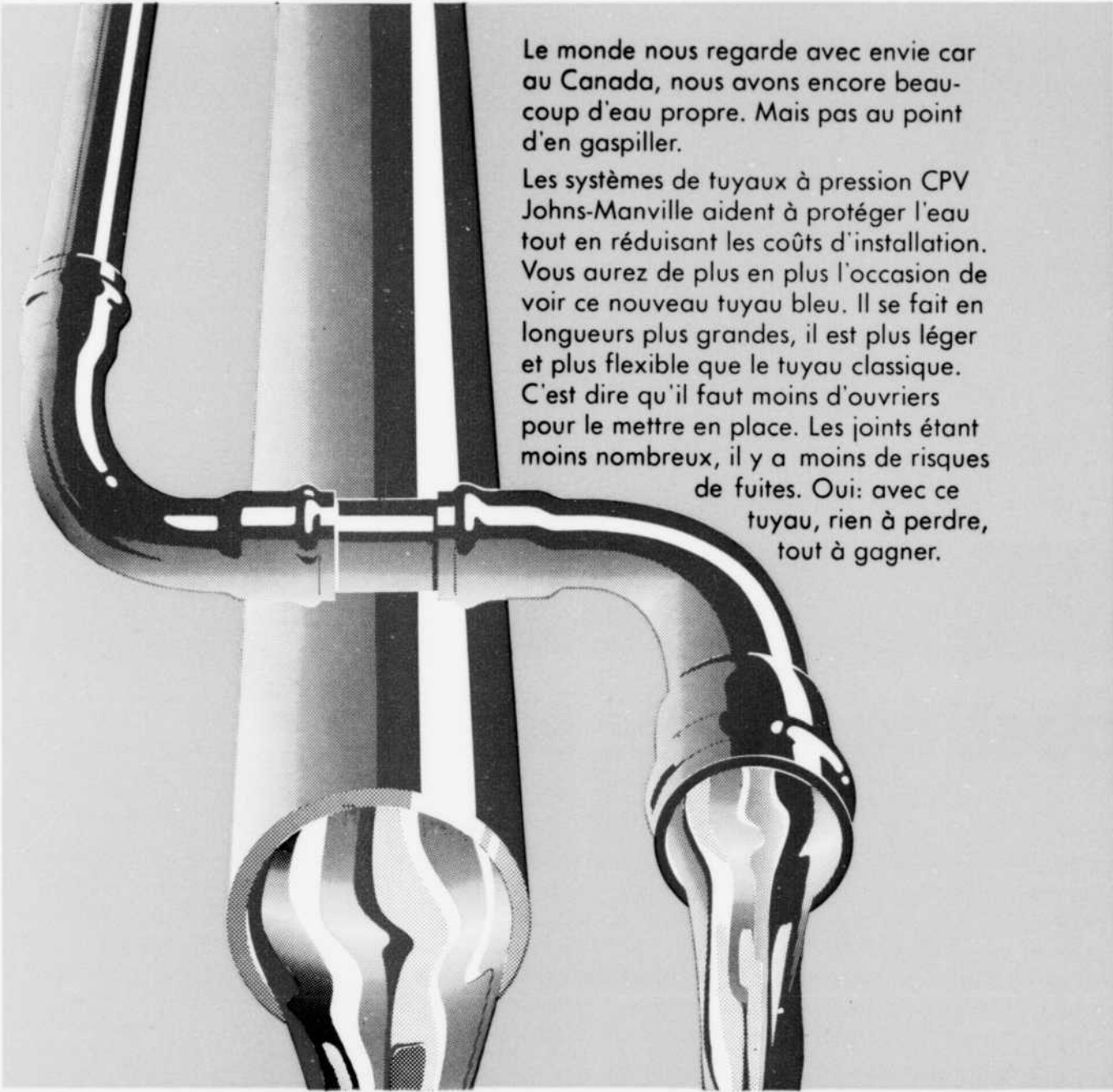
UNE TECHNIQUE SYSTEMATIQUE AU SERVICE DE LA REFRIGERATION, DE LA CLIMATISATION ET DU CHAUFFAGE. QUIPMENT

KeepRite

KeepRite Products Limited - Brantford, Ontario

Bureaux de vente: Halifax, Montréal, Ottawa, Toronto, Hamilton, London, Winnipeg, Calgary et Vancouver.
Division Unifin: London (Ontario).

L'eau... rien à perdre, tout à gagner.



Le monde nous regarde avec envie car au Canada, nous avons encore beaucoup d'eau propre. Mais pas au point d'en gaspiller.

Les systèmes de tuyaux à pression CPV Johns-Manville aident à protéger l'eau tout en réduisant les coûts d'installation. Vous aurez de plus en plus l'occasion de voir ce nouveau tuyau bleu. Il se fait en longueurs plus grandes, il est plus léger et plus flexible que le tuyau classique. C'est dire qu'il faut moins d'ouvriers pour le mettre en place. Les joints étant moins nombreux, il y a moins de risques de fuites. Oui: avec ce tuyau, rien à perdre, tout à gagner.

Nos idées à votre service

Johns-Manville



Port Credit, Ontario, Canada.