

Pub. 10-10-1979, 3 p. 80mm. A. #

NOVEMBRE / DÉCEMBRE 1979
No 334
65^e année

L'INGÉNIEUR



Affranchissement en numéraire au tarif de la troisième classe Permis No H-23
Port de retour garanti : C.P. 6079, Succ. A, Montréal, Québec, H3C 3A7

RADAR
Bibliothèque Nationale du Québec
1700, rue St-Denis
Montréal, Qué
H2X 3K6



L'or, l'encens et le Rémy.

Rémy Martin V.S.O.P. Fine Champagne Cognac.



Rémy Martin ne produit que des cognacs provenant de la Grande et de la Petite Champagne, les deux meilleures régions de Cognac. Cette carte en est le sceau.



NOVEMBRE/DÉCEMBRE 1979
No 334
65^e année

INGÉNIEUR

ADMINISTRATION ET RÉDACTION

a/s École Polytechnique
Case postale 6079 - Succursale « A »
Montréal, Québec, H3C 3A7
Tél. : (514) 344-4764

COMITÉ ADMINISTRATIF

Léo SCHARRY, ing.
président
André BAZERGUI, ing.
Bernard BÉLAND, ing.
Guy DROUIN, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Roger FYEN, ing.
Roger P. LANGLOIS, ing.
Émeric G. LEONARD, ing.
Gérald-N. MARTIN, ing.
Michel MILOT, ing.
Guy SICARD, ing.
Carol WAGNER, ing.

SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

RÉDACTRICE

Madeleine G. LAMBERT

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION

Bernard BELAND, ing.
directeur
Thomas AQUIN, ing.
Gérald BELANGER, ing.
Marc DROUIN, ing.
Yvon M. DUBOIS, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Claude GUERNIER, ing.
Norman McNEIL, ing.
Thomas J.F. PAVLASEK, ing.
Marc TRUDEAU, ing.
Charles VILLEMAIRE, ing.

PUBLICITÉ

JEAN SÉGUIN & ASSOCIÉS INC.
Courtiers en publicité

601, Côte Vertu, St-Laurent, Québec H4E 1X8
Téléphone : (514) 748-6561

ÉDITEURS :

Association des Diplômés de Polytechnique
En collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal,
la Faculté des Sciences et de Génie de l'Université Laval et
la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Sher-
brooke. Publication bimestrielle. - Imprimeur : Les Pres-
ses Elite.

ABONNEMENTS :

Canada	\$10 / par année
Pays étrangers	\$12 / par année
Vente à l'unité	\$2

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. - Engineering Index, Biol., Chem., Sci., Abstracts, Periodex et Radar signalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR - ISSN - 0020-1138 - Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec.

Tirage certifié : membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau



L'INGÉNIEUR

ARTICLES

3. LE BRUIT DE LA CIRCULATION
AUTOMOBILE ET SON CONTRÔLE
par Jean-Gabriel Migneron, Ph.D., ing.

Faisant suite à un premier exposé dans le numéro mars/avril 1979 de L'INGÉNIEUR, cet article s'attache plus spécialement à l'analyse du bruit de la circulation automobile en fonction des différents paramètres, tels que la vitesse, la nature des véhicules et surtout le débit. Après avoir fait le tour des principaux modèles disponibles, relatifs au niveau de bruit à la source, à la propagation du bruit et à son atténuation par des écrans, l'auteur présente les techniques de simulation existantes ainsi que des exemples concrets de projets ou de dispositifs de protection acoustiques pour le voisinage de corridors de transport importants.

19. ACCUMULATION D'ÉNERGIE POTENTIELLE
AU COURS D'ESSAIS EN COMPRESSION
SUR DES ROCHES SÉDIMENTAIRES

par Vladimir J. Hucka, Ph.D., et Maurice K.-Seguin, Ph.D.

Le coup de toit est un relâchement brusque d'énergie potentielle dont l'origine est reliée à l'activité minière. Le mode d'accumulation de l'énergie potentielle a fait l'objet de diverses recherches en laboratoire. Cet article décrit une de ces méthodes d'étude ainsi que l'appareillage utilisé à cette fin.

Après avoir traité de l'étalonnage du système d'essai et discuté des essais uniaxiaux et triaxiaux en compression, nous présentons les résultats obtenus. Nous démontrons que les divers types de roche relâchent une énergie spécifique. De plus, l'intensité de l'énergie relâchée correspond à différentes pressions latérales.

27. LE FINANCEMENT DE LA PME AVEC
APPLICATION AUX ENTREPRISES À
TECHNOLOGIE DE POINTE
par Paul Dell'Aniello, Ph.D., L.Sc.Com.

L'article introduit d'abord les problèmes généraux de la PME, la mauvaise qualité du management et le manque de fonds. Il traite ensuite des particularités de la PME. C'est-à-dire une définition large et une évaluation de la place occupée par la petite entreprise au Canada et au Québec en termes de valeur et de main-d'œuvre. Le texte amène ensuite la notion de financement et cite les problèmes de nature financière, liquidité et rentabilité, avec une énumération des causes possibles.

La dernière partie du texte traite des possibilités de faire face aux problèmes déjà cités, en mentionnant d'abord les caractéristiques des principales sources de fonds et ensuite les sources d'aide à la gestion. L'accent est alors mis sur les institutions ou programmes orientés vers les entreprises innovatrices.

(au programme du numéro thématique « ENTREPRISE
TECHNOLOGIQUE ET INNOVATION » - juillet/août 1979)

2. ENGLISH ABSTRACTS

RUBRIQUES

39. LE MOIS : chroniques mensuelles
45. REVUE DE L'ANNÉE 1979
48. RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

PAGE COUVERTURE



Conception graphique : Section graphisme de l'École Polytechnique de Montréal

Bonne et heureuse année à tous nos lecteurs, collaborateurs et annonceurs.

Le Comité de rédaction

La revue L'INGÉNIEUR et son orientation

La revue L'INGÉNIEUR est publiée sur une base bimestrielle et tirée à environ 10.000 exemplaires dont 85% sont distribués au Québec. Depuis sa création en 1915, sous l'appellation « revue trimestrielle canadienne », par l'Association des Diplômés de Polytechnique (ADP), la revue a évolué de façon continue ; c'est en 1955 que le nom L'INGÉNIEUR lui est consacré.

Rappelons que les principaux objectifs de L'INGÉNIEUR sont :

- maintenir un lien entre les différents corps professionnels francophones reliés de près ou de loin aux travaux de génie ;
- permettre un échange de connaissances sur des études, des constructions ou des réalisations de projets d'intérêt général ;

- faire connaître aux ingénieurs les différentes réalisations dans le domaine du génie au Québec ;
- sensibiliser les ingénieurs aux différents aspects du défi technologique québécois et des besoins actuels et futurs ;
- traiter de l'aspect humain du génie et de ses contraintes économiques et autres dans le respect de l'environnement.

Bien que publiée sous la responsabilité de l'ADP, la revue n'en est pas l'organe officiel. Elle est gérée par un Comité administratif et sa politique rédactionnelle relève d'un Comité consultatif dont les membres ont une compétence qui couvre les différents milieux de génie du Québec.

L'INGÉNIEUR se veut un recueil d'articles scientifiques, notes techniques et discussions

présentés sous une forme non spécialisée, facile à lire par l'ensemble des ingénieurs. Les articles soumis sont évalués dans le cadre d'un système d'expertise faisant appel normalement à trois examinateurs. Seuls les articles originaux sont acceptés pour publication ; cependant le Comité consultatif de rédaction peut accepter un article ayant eu une publication restreinte si sa diffusion plus vaste est jugée utile et d'intérêt pour les ingénieurs lecteurs de la revue.

Les articles peuvent être soumis par les auteurs ou encore sur invitation, *particulièrement dans le cadre des numéros thématiques*. Les articles sont normalement publiés quatre mois environ après la date de réception.

Le Comité consultatif
de rédaction

ENGLISH ABSTRACTS

3 TRAFFIC NOISE AND ITS CONTROL by Jean-Gabriel Migneron, Ph.D., eng.

Following an earlier paper published in the March/April 1979 issue of L'INGÉNIEUR, this article is especially concerned with the analysis of automotive traffic noise in relation with different parameters, particularly traffic density, but also speed and types of vehicles. After a review of the major models used for source noise levels, propagation, absorption and reduction by screen effects, the author discusses the existing simulation techniques and different practical examples of projects or dispositions for acoustical control in the neighbourhood of major highway corridors.

19 POTENTIAL ENERGY BUILD-UP DURING COMPRESSION TESTS IN SEDIMENTARY ROCKS by Vladimir J. Hucka, Ph.D., and Maurice K.-Seguin, Ph.D.

Rock burst is a sudden potential energy release originating in mining operations. Various laboratory research programmes have attempted to study the potential energy build-up which is at the origin of this phenomenon. This paper deals with one of the methods used for that purpose, and also describes the required equipment.

After a treatment of the test-system calibration, and a discussion of uniaxial and triaxial compression tests, the results obtained are pre-

sented. It is demonstrated that various types of rock have different specific energies which they can release. Furthermore, the magnitude of the energy release depends on different lateral pressure forces.

27 THE FINANCING OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES WITH APPLICATION TO ADVANCED TECHNOLOGY INDUSTRIES by Paul Dell'Aniello, Ph.D., L.Sc.Com.

This paper first presents the common problems with which the small and medium enterprises have to come to grip : a poor management quality and the lack of funds. Then it deals with the specificity of the small and medium industries starting with a broad definition of what it is, and evaluating the impact of small scale firms in Canada and in Quebec in terms of dollar value and manpower. The financing of these enterprises is then covered in connection with the related problems of liquidity and profitability. This is followed by a review of possible causes for the difficulties encountered.

The last part of the text suggests how the various problems mentioned may be faced and describes several sources of funds and management consultation programmes. The emphasis is put on these particular government programmes oriented towards the innovative industries.

LE BRUIT DE LA CIRCULATION AUTOMOBILE ET SON CONTRÔLE

par Jean-Gabriel Migneron, Ph.D., ing.*

Sommaire

Faisant suite à un premier exposé dans le numéro mars/avril 1979 de L'INGÉNIEUR, cet article s'attache plus spécialement à l'analyse du bruit de la circulation automobile en fonction des différents paramètres, tels que la vitesse, la nature des véhicules et surtout le débit. Après avoir fait le tour des principaux modèles disponibles, relatifs au niveau de bruit à la source, à la propagation du bruit et à son atténuation par des écrans, l'auteur présente les techniques de simulation existantes ainsi que des exemples concrets de projets ou de dispositifs de protection acoustiques pour le voisinage de corridors de transport importants.

I - Nature du bruit produit par la circulation automobile

Dans le cas d'un véhicule automobile isolé, les ondes acoustiques produites lors de son déplacement sont issues de différentes sources. Pour une vitesse ordinaire de circulation urbaine, le moteur du véhicule constitue la principale de ces sources : ses nombreuses pièces en mouvement sous l'action des explosions engendrent toutes des vibrations acoustiques. Quelle que soit la qualité de l'isolation du moteur, ces vibrations résultant des explosions et du mouvement des pièces telles que les pistons, les soupapes ou le vilebrequin se transmettent à la carrosserie et s'ajoutent à celles produites à

travers la suspension. Le niveau de bruit du moteur dépend surtout de la vitesse de rotation ; celle-ci influence également d'autres sources sonores telles que l'échappement des gaz, l'aspiration de l'air, la rotation du ventilateur et les pièces en mouvement de la transmission. Par contre, la cylindrée joue un rôle beaucoup moins important : il a été prouvé que pour une puissance égale, un gros moteur lent est beaucoup moins bruyant qu'un petit moteur tournant à haut régime [1]. À ces sources principales de bruit, liées au régime de rotation du moteur, vient enfin s'ajouter le bruit bien particulier du frottement des pneumatiques sur le revêtement de la chaussée. Celui-ci peut même devenir prédominant, pour des vitesses supérieures à 100 km/h. C'est ce que l'on peut constater lorsqu'on est amené à doubler un camion-remorque roulant à grande vitesse sur une autoroute (bien que dans ce cas, il puisse s'ajouter une part de bruit aérodynamique). L'usure des pneumatiques, leur dessin et l'état du revêtement de la chaussée peuvent influencer différemment ce niveau de bruit produit par les pneumatiques. Au sujet de l'effet de différents états de surface des chaussées, MAY et OSMAN[2] ont mesuré une élévation du niveau de bruit résultant allant jusqu'à 5 dB (A), pour des finitions antidérapantes texturées ou rainurées au diamant d'une profondeur de 5 mm. Quant aux pneumatiques, on peut relever, suivant leur état et surtout suivant le dessin de leur semelle, des différences atteignant facilement 10 à 15 dB (A) [3]. On note finalement, même à des vitesses réduites, une élévation de ce niveau de bruit produit spécifiquement par les pneumatiques, lorsque la chaussée est humide ou recouverte de neige fondante.

En plus de la nature du véhicule lui-même et de son état, la vitesse à laquelle on le conduit et les accélérations qu'on lui fait subir peuvent avoir une grande importance en ce qui concerne le bruit. Dès 1962, dans un document préparé par BOLT, BERANEK et NEWMAN

L'auteur :

M. Jean-Gabriel Migneron, ingénieur conseil, membre de l'OIQ, est également diplômé en urbanisme et titulaire d'un doctorat en aménagement. Il enseigne l'acoustique architecturale et urbaine à l'Université Laval depuis 1971. Le présent article fait suite à une première publication intitulée « Bruit urbain et normes relatives à l'habitation » parue dans le numéro 330 de L'INGÉNIEUR (mars/avril 1979, pp. 3-14). Ce second article est lui aussi partiellement extrait d'un volumineux ouvrage publié tout récemment par les Éditions Masson (Paris) et les Presses de l'Université Laval.

INC., il avait été mentionné, en plus des effets dommageables pour les riverains d'autoroutes des accélérations et de la pente des voies de circulation, des variations de l'ordre de 10 à 12 dB (A) entre les niveaux de bruit produits par les véhicules à différentes vitesses supérieures à 50 km/h [4]. L'effet de la vitesse ainsi que celui des conditions de circulation ont été encore démontrés dans une recherche exhaustive réalisée à Ottawa, en 1970, pour le CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [5]. Au point de vue de la vitesse, OLSON a obtenu une augmentation d'environ 10 dB (A) pour un échantillon important d'automobiles roulant à des vitesses comprises entre 50 et 110 km/h. Le niveau de bruit produit par les automobiles de tourisme, tel que mesuré à 15 m de l'axe de circulation, suit en moyenne une relation en $25 \log V$ (V étant la vitesse). Ce résultat se situe entre celui de GALLOWAY et CLARK [6], qui donnent une relation variant comme $30 \log V$, et la valeur retenue pour le modèle du C.N.R. développé en 1977, soit une variation suivant $20 \log V$ [7]. En ce qui concerne, enfin, les vitesses de circulation urbaines, nous avons mené en 1973, sur tout le territoire de la Ville de Montréal, une enquête portant sur plus de 4 000 véhicules de toutes catégories, enquête orientée en fonction des différentes conditions de circulation propres aux milieux urbains à haute densité. Nos résultats ont démontré que c'était dans le cas d'une accélération initiale que la plupart des véhicules de toutes catégories produisaient un maximum de bruit, pour les vitesses et les conditions ordinaires de circulation urbaine [8].

Si l'on considère maintenant l'addition des différents bruits engendrés par l'ensemble des véhicules empruntant simultanément un même axe de circulation, on constate, tout d'abord, une certaine constance de la composition spectrale de l'environnement acoustique résultant. Au point de vue de l'analyse statistique, la composition spectrale de la circulation urbaine à 50% du temps, c'est-à-dire la courbe des niveaux atteints ou dépassés, dans chacune des bandes de fréquence, pendant une période égale à la moitié du temps d'analyse, montre surtout l'effet des moteurs des véhicules dans les bandes d'octaves de 63 à 125 Hz, alors que dans la bande d'octave de 100 Hz, même à vitesse réduite, on peut encore noter une légère pointe due aux pneumatiques. Ce mode de distribution statistique de la composition spectrale du bruit produit par un grand nombre de véhicules est assez régulier, quelle que soit la nature de l'artère étudiée [9], il peut être comparé aux analyses spectrales du bruit des véhicules, pris individuellement, telles que réalisées par OLSON [5]. Toutes les recherches tendent donc à montrer qu'il n'est pas nécessaire, pour étudier l'environnement acoustique des voies de circulation, de procéder chaque fois à une analyse de composition spectrale. On peut tout simplement exprimer le niveau de bruit produit en utilisant, dans la chaîne de mesure ou d'analyse, la courbe de pondération (A).

Si la nature des voies de circulation et des véhicules n'affecte pas tellement la composition statistique spectrale, on peut se demander, néanmoins, quelle peut être l'importance du pourcentage des différentes catégories de véhicules sur le niveau total de bruit produit par un même trafic. Indépendamment des conditions

de circulation, l'analyse des niveaux de bruit maximaux émis par les différents types de véhicules révèle des écarts importants : on constate, bien entendu, que les camions produisent généralement un niveau de bruit supérieur à celui engendré par les automobiles de tourisme et ceci, proportionnellement à la puissance du moteur, à la charge totale et au nombre de pneumatiques [5,8]. Ainsi, les différentes compositions du trafic, en terme de nature des véhicules, pour un même débit total de circulation sont-elles généralement exprimées à l'aide du pourcentage de véhicules lourds. La figure 1 apporte partiellement une réponse à cette interrogation : elle présente les résultats d'analyses statistiques des niveaux de bruit (selon des périodes minimales de 20 minutes) pour 30 voies de circulation de la région de Québec. En regardant les pourcentages de véhicules lourds tels qu'indiqués à la partie supérieure de la figure, on constate que les voies les plus bruyantes, par rapport à la moyenne, sont généralement celles qui sont empruntées par le plus grand nombre de camions : dans le cas du boulevard Laurier, au contraire, son niveau de bruit reste très inférieur aux autres artères de même débit, dans la mesure où son trafic est surtout limité aux seules automobiles (3 360 véhicules/heure et seulement 1,6% de véhicules lourds). Ces expériences sont trop restreintes pour que nous puissions en déduire un modèle général. Nous avons néanmoins constaté que pour des débits inférieurs à 800 véhicules/heure en milieu urbain, c'est-à-dire pour des vitesses limitées à 50 km/h, le niveau de bruit résultant est peu affecté par le pourcentage de véhicules lourds, d'ailleurs assez constant et compris entre 5 et 10% ; par contre, nous avons noté une plus grande sensibilité au nombre de poids lourds, pour des débits supérieurs à 1 000 véhicules/heure et des vitesses supérieures à 60 km/h, constatations qui rejoignent la position de la BUILDING RESEARCH STATION [10].

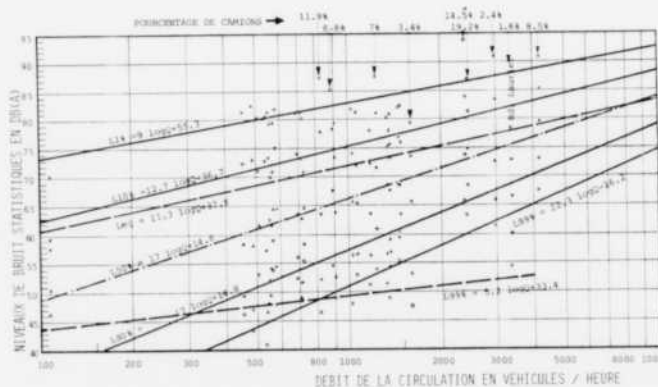


Figure 1 — Influence du débit de la circulation et du pourcentage de véhicules lourds sur le niveau de bruit résultant en bordure des voies de circulation (pour 30 artères de la région métropolitaine de Québec).

Tous les modèles théoriques ou expérimentaux que nous allons décrire tiennent d'ailleurs plus ou moins compte, suivant la position de leurs auteurs, des paramètres tels que le pourcentage de véhicules lourds ou la vitesse de circulation. Ils ont cependant un point commun très important : ils accordent tous à peu près la même importance au débit de la circulation Q , sui-

vant une relation de la forme $n \log Q$. La figure 1 reproduit les équations de régression obtenues entre $L_{10\%}$, Leq ou $L_{50\%}$ et les débits horaires notés suivant leur logarithme*. En ce qui concerne cependant le bruit de fond, les droites de régression représentées ici, pour $L_{90\%}$ et $L_{99\%}$, ne sont valables que pour des débits supérieurs à 600 véhicules/heure et pour un pourcentage moyen de véhicules lourds. A partir des modèles théoriques de RATHE [11] ou de JOHNSON et SAUNDERS [12], il est d'ailleurs possible de démontrer que le niveau de bruit de fond $L_{99\%}$, en bordure d'une voie de circulation, est strictement lié au débit de la circulation suivant une relation de la forme $20 \log Q$ [8]. Sur cette figure 1, nous avons également fait figurer une équation de régression applicable au niveau $L_{99\%}$ pour des débits inférieurs à 1 200 véhicules/heure. Cette relation approchée démontre que le niveau de bruit de fond en milieux urbains peut être fortement influencé par d'autres sources de bruit et, notamment, par les autres voies de circulation : le coefficient accordé au débit s'en trouve alors limité. De plus, pour un débit négligeable, $\log Q$ tend vers 0 et le niveau $L_{99\%}$ tend vers 33dB (A), c'est-à-dire à peu près le niveau de bruit de fond qu'il est possible de mesurer dans des milieux naturels tranquilles (vent, insectes, etc.). La figure 1 apparaît finalement d'un intérêt conceptuel remarquable, puisque tous les niveaux des bruits urbains produits par la circulation automobile doivent se trouver inscrits dans la zone limitée ici par les droites expérimentales. En conclusion, même si les paramètres des équations proposées sont liés en partie à l'échantillon étudié, la forme générale de la distribution des niveaux de bruit de la circulation se trouve clairement définie, à la fois sur le plan acoustique et sur le plan urbanistique. On note, en particulier, comme nous l'avons déjà remarqué dans notre précédent article, que le coefficient de régression de l'indice Leq est inférieur à ceux de $L_{10\%}$ ou $L_{50\%}$, par conséquent les valeurs du niveau de bruit équivalent sont un peu moins liées au débit de la circulation.

II - Modèles pratiques applicables au niveau de bruit de la circulation

Les premiers travaux expérimentaux concernant la relation entre le niveau de bruit généré et le débit de la circulation sont surtout dus aux chercheurs européens et notamment à ceux du CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT, en France, et la BUILDING RESEARCH STATION, en Angleterre. Ces deux groupes de chercheurs, travaillant par ailleurs en collaboration, n'ont pas utilisé le même indice statistique pour caractériser le niveau de bruit de la circulation, puisque les français ont employé le niveau $L_{50\%}$, en relation avec la gêne, et les anglais, le niveau $L_{10\%}$ du temps d'analyse. Ce dernier indice statistique est à rapprocher des travaux du COMMITTEE ON THE PROBLEM OF NOISE [13], et du TNI (*traffic noise index*) proposé par GRIFITHS et LANGDON [14].

Pour traiter tout d'abord des études réalisées par le C.S.T.B., une loi de variation du niveau $L_{50\%}$, relevé à 3.5 m du bord d'une autoroute, en fonction du débit horaire Q , a pu être extrapolée des travaux de LAMURE et AUZOU [15]. La relation entre $L_{50\%}$ et $\log Q$ n'est

parfaitement linéaire que pour des débits supérieurs à 3 000 véhicules/heure. Elle peut alors s'énoncer selon la formule :

$$L_{50\%} = 10 \log Q + 41$$

On doit remarquer, ici, que cette relation parfaitement linéaire en $10 \log Q$, pour des débits supérieurs à 3 000 véhicules/heure, intervient lorsque environ le tiers de la distance entre les véhicules tend à devenir plus petit que celle de l'axe de circulation au point de mesure. En d'autres circonstances, comme nous le développerons par la suite, il est nécessaire de vérifier l'influence de la distance. L'équation précédente est surtout valable dans le cas des autoroutes dégagées, elle devient plus approximative pour des débits compris entre 1 000 et 3 000 véhicules/heure en se rapprochant des résultats de la figure 1, soit :

$$L_{50\%} = 15 \log Q + 23.5$$

Enfin, pour les niveaux de bruit produits par la circulation strictement urbaine à plus faible débit, les chercheurs du C.T.S.B. ont procédé de façon pratique, en étudiant la régression entre $L_{50\%}$ et le débit Q , tel que mesuré à l'aide d'un compteur de circulation [9]. Malgré quelques variations, les chercheurs français ont dégagé une loi assez générale, entre les débits de jour et de nuit et le niveau $L_{50\%}$ correspondant, cette relation prenant la forme :

$$L_{50\%} = 11.9 \log Q + 31.4$$

De leur côté, les chercheurs anglais de la B.R.S. proposaient, en 1976, l'équation suivante :

$$L_{10\%} (18h) = 10 \log q + 28.1$$

pour le niveau $L_{10\%}$ produit à 10 m de la bordure d'une autoroute, dans une période de 18 heures (soit entre 6h00 et 24h00), q étant le nombre total de véhicules ayant circulé sur l'autoroute pendant cette même période. Afin d'obtenir ce même niveau $L_{10\%}$, pour une heure particulière, la formule proposée peut également s'écrire :

$$L_{10\%} = 10 \log Q + 41.2$$

équation dans laquelle Q signifie le nombre de véhicules comptés pendant l'heure considérée. Si les chercheurs anglais de la B.R.S. ont exprimé de leur côté un nées, à la conclusion que le facteur principal devait être surtout le débit de la circulation [16], les chercheurs anglais de la B.R.S. ont exprimé de leur côté un point de vue légèrement différent [10] : ils ont de ce fait proposé une série de courbes de correction qui tiennent compte du pourcentage de véhicules lourds et de la vitesse de circulation exprimée en km/h. Ces courbes peuvent d'ailleurs être mises en équation, sous la forme :

$$\begin{aligned} \text{Correction } dB (A) \\ = 33 \log \left(V + 40 + \frac{500}{V} \right) + 10 \log \left(1 + \frac{5\% PL}{V} \right) - 68.8 \end{aligned}$$

* Les définitions des indices statistiques applicables aux bruits fluctuants ont été présentées dans l'article paru précédemment (*L'INGÉNIEUR* no 330, mars/avril 1979).

formule dans laquelle V correspond à la vitesse moyenne du trafic exprimée en km/h et %PL représente le pourcentage de véhicules lourds. Afin de tenir compte des différences possibles, pour le niveau de bruit des pneumatiques, entre une chaussée asphaltée et une chaussée en béton, les chercheurs anglais ont ajouté, à la formule précédente, une autre correction de la forme :

$$\text{Correction } dB(A) = 4 - 0.03 \%PL$$

s'appliquant à des surfaces de revêtement ayant des cavités profondes d'au moins 5 mm.

Enfin, ces dernières années, de nombreux organismes de recherche ont développé des modèles qui tiennent compte de façon précise de la composition du trafic. Si on désigne par Q_{VL} et Q_{PL} les débits horaires respectifs des véhicules légers et des poids lourds, avec les notations déjà employées et pour une distance déterminée, il est alors possible d'exprimer la somme des niveaux de bruit produit par les deux catégories de véhicules selon la formule simplifiée :

$$N_{\text{tot}} = 10 \log (Q_{VL} + \epsilon Q_{PL}) + C_{te}$$

Le coefficient ϵ est appelé *équivalence acoustique* entre un poids lourd et un véhicule léger, sa valeur peut être déduite suivant la relation :

$$\epsilon = \frac{100 - \%PL}{\%PL} \left(\text{antilog} \frac{N_{\text{tot}} - N_{VL}}{10} - 1 \right)$$

dans laquelle N_{VL} est le niveau de bruit résultant des seuls véhicules légers [17]. De même, pour un débit théorique égal des véhicules légers et des poids lourds, on peut écrire :

$$\epsilon = \text{antilog} \left(\frac{N_{PL} - N_{VL}}{10} \right)$$

Dans son modèle de circulation, développé en 1977, pour le compte de la SOCIÉTÉ CENTRALE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT, le CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES recommande de considérer l'écart entre les niveaux de bruit maximaux produits respectivement par les camions et les automobiles comme étant égal à 10 dB (A), à la vitesse de 80 km/h. Cet écart, qu'on peut désigner par $(N_{PL} - N_{VL})$, varie alors de façon bilinéaire, en croissant jusqu'à 14 dB (A), à la vitesse de 50 km/h, et en décroissant jusqu'à 8 dB (A), pour la vitesse de 120 km/h. Le coefficient d'équivalence acoustique varie donc entre 25 et 6 suivant la vitesse de circulation : les poids lourds, à vitesse réduite, sont beaucoup plus bruyants que les automobiles, alors que pour une autoroute, il est possible de considérer un camion comme équivalent à 6 automobiles de tourisme [7] ; ce sont d'ailleurs à peu près les mêmes valeurs qui ont été recommandées par le C.S.T.B. [18].

Pour en revenir au modèle C.N.R./S.C.H.L., il prend donc en considération un débit de circulation fictif, établi suivant la relation :

$$Q(f) = \frac{Q}{100} \left\{ 100 + \%PL (\epsilon - 1) \right\}$$

Ce modèle, qui tient également compte de la vitesse de circulation V exprimée en km/h, donne directement le niveau équivalent Leq du bruit de la circulation, pour un point d'observation situé à 30 m de l'axe de roulement. L'importance donnée à la vitesse est étroitement liée à l'équivalence définie ci-dessus : si le bruit maximum dépend, pour chaque passage d'un véhicule, de l'interaction des pneumatiques sur le chaussée, en croissant approximativement de 9 dB (A) pour chaque doublement de la vitesse ($30 \log V$), par contre, le bruit produit par les camions varie plus lentement aux vitesses urbaines (alors qu'il origine principalement du moteur), pour rejoindre ensuite, aux vitesses routières, une croissance similaire à celle des automobiles (le bruit des pneumatiques devenant prédominant). Suivant ces considérations, le modèle s'exprime selon la relation :

$$Leq_{(30m)} = 20 \log V + 10 \log Q(f) - 15$$

Cette relation est représentée de façon graphique dans la figure 2, avec deux autres corrections supplémentaires, applicables à la pente de la voie de circulation et à la présence d'une interruption du flot des véhicules, telle qu'un feu de circulation ; ces deux corrections restent cependant limitées à 4 dB (A) [7]. Ce modèle C.N.R./S.C.H.L. représente bien la somme de tous les paramètres susceptibles de faire varier le niveau de bruit de la circulation ; il a fait récemment l'objet d'une très large publication, à travers tout le Canada, sous la forme d'une série de tables de calcul à l'usage des ingénieurs et des urbanistes [19]. Comme nous le verrons par la suite, il n'est d'ailleurs pas limité à ce seul aspect du niveau de bruit à la source, puisqu'il considère également les atténuations dues au sol et aux écrans, constituant ainsi une procédure complète de calcul de l'impact du bruit de la circulation sur les habitations*.

Afin de compléter cette description des modèles considérant une équivalence des véhicules lourds, nous mentionnerons une dernière approche récemment développée par le ONTARIO MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS, sur la base de 182 mesures statistiques de bruit relevées entre 1970 et 1976. Avec les notations précédentes, l'équation proposée pour le voisinage d'une voie de circulation s'écrit de la manière suivante :

$$Leq = 0.21V + 10.2 \log (Q_{VL} + 6Q_{PL}) - 13.9 \log d + 49.5$$

Comme on peut le constater dans cette équation, tous les véhicules lourds sont pris équivalents à 6 automobiles et la décroissance du niveau équivalent Leq suit une relation simple, en fonction de la distance d , sous la forme $14 \log d$ [20].

III - Méthodes de calcul pratiques de la propagation et de l'effet du sol

Nous ne pourrions pas développer ici un modèle général de propagation des ondes acoustiques, dans le cas

* Les limites de bruit admissibles retenues par la S.C.H.L. pour les nouveaux projets domiciliaires ont été décrites dans l'article précédent.

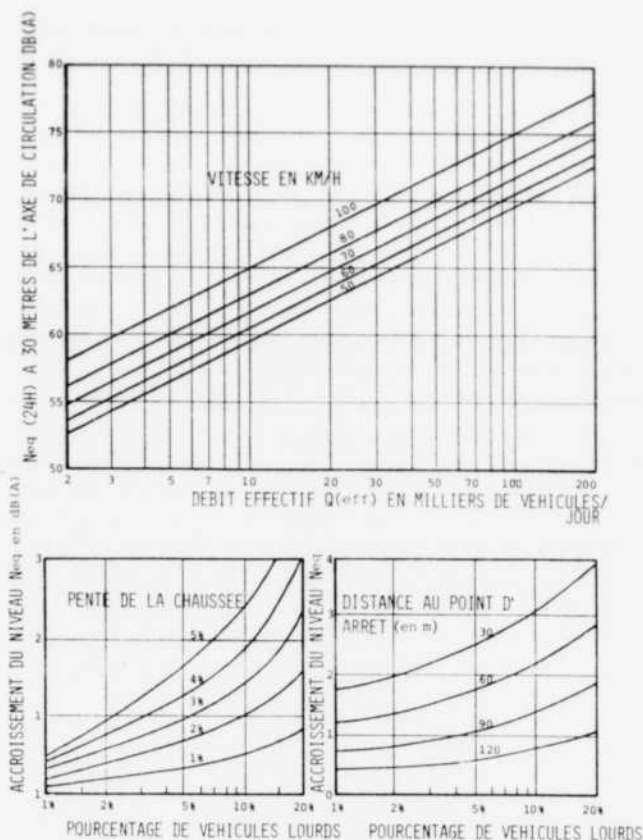


Figure 2 - Niveau équivalent à 30 m d'un axe de circulation, en fonction du débit, de la vitesse, de la pente et de la présence éventuelle d'un arrêt (d'après modèle C.N.R./S.C.H.L., 1977).

des sources linéaires, telles que le bruit de la circulation [21]. Il s'agit plutôt de quelques méthodes de calcul pratiques applicables aux terrains urbanisés, c'est-à-dire pour un sol plus ou moins réfléchissant ou plus ou moins recouvert d'herbe folle ou de gazon. Toutes ces méthodes sont évidemment limitées au cas des sources linéaires. En premier lieu, les équations proposées par la B.R.S. [10] distinguent deux types de propagation du bruit des voies de circulation, soit en présence d'un sol dur et réfléchissant ou en présence d'un sol absorbant recouvert d'herbe touffue. Dans le cas d'un sol réfléchissant, la correction proposée, en fonction de la distance, s'exprime suivant l'équation :

$$A_1 (\text{distance}) = 10 \log \frac{D}{13.5}$$

dans laquelle D est la distance en mètres entre le point de réception et la ligne de sources, soit une ligne théorique correspondant à la file des automobiles, prise à une hauteur de 0.50 m au-dessus du revêtement de la chaussée et à 3.5 m de la bordure extérieure des voies. Cette correction, qui présuppose des conditions atmosphériques isotropiques autour de la voie de circulation, suit en fait l'équation générale de propagation (ou de dispersion) sans effet de sol, puisque le point de référence du niveau de bruit $L_{10\%}$ est pris, en Grande Bretagne, à 10 m de la bordure de l'autoroute, donc à 13.5 m de la file des véhicules. Dans le cas d'un terrain recouvert d'herbe touffue, la B.R.S. recommande l'application d'une correction supplémentaire obtenue suivant la formule :

$$A_2 (\text{herbe}) = 5.2 \log \frac{3h}{d + 3.5}$$

d étant la distance horizontale à la bordure de l'autoroute et h la hauteur au-dessus de la chaussée, en mètres. Cet effet de sol ne peut être pris en considération, qu'en-dessous d'une droite limite issue de la ligne de source et d'équation $h = \frac{1}{3}(d + 3.5)$, au-dessus de cette droite, la propagation n'est atténuée que par la distance. L'application d'une telle correction pour l'effet de l'herbe donne, à 1.5 m au-dessus du sol et pour une distance de 100 m, une atténuation supplémentaire de 7 dB (A), soit la valeur moyenne mesurée par LAMURE et AUZOU, pour différents terrains [15].

De manière assez semblable, le modèle du CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [19, 7] tient compte, sous forme d'un tableau, de l'atténuation classique suivant $10 \log d$ et d'une atténuation supplémentaire liée à l'absorption d'un sol recouvert d'herbe. Par contre, le calcul de cette atténuation supplémentaire est original, il fait appel au modèle de propagation de PIERCY, EMBLETON et SUTHERLAND [22]. C'est-à-dire que l'atténuation dépend, pour une impédance du sol donnée, de l'angle d'incidence ψ des ondes sonores réfléchies. Comme le montre la partie inférieure de la figure 3, les chercheurs du C.N.R. ont choisi un paramètre pratique applicable dans tous les cas géométriques, soit la hauteur totale effective du point d'écoute et du point source au-dessus du sol. Si on appelle h_s et h_r les deux hauteurs réelles de la source et du point d'écoute, la hauteur effective la plus simple est donnée par la relation :

$$H (\text{eff.}) = h_s + h_r$$

Elle permet de tenir compte des réflexions possibles, tant du côté de la source que du point d'écoute. Le concept proposé ici nécessite une bonne connaissance de la hauteur de la source principale de bruit pour différents types de véhicules automobiles. Le C.N.R. recommande donc, à ce sujet, l'emploi des courbes de correction représentées sur la figure 3. Ces courbes tiennent compte surtout de l'influence du bruit des camions : avec un faible pourcentage de poids lourd, le bruit provient d'une hauteur inférieure à 1 m, la source se déplaçant vers le sol (plus près des pneumatiques) suivant la vitesse, par contre, avec un fort pourcentage de poids lourds, la hauteur de la source augmente et ceci d'autant plus que la vitesse est limitée et que les bruits d'échappement prennent plus d'importance. Quant à la correction supplémentaire due à l'effet du sol, elle est finalement donnée par les courbes placées à la partie supérieure de la figure 3. Puisque le modèle C.N.R./S.C.H.L. part du niveau équivalent Leq produit par la circulation à 30 m de l'axe de roulement, l'atténuation totale peut donc s'écrire :

$$Leq (30m) - Leq(d) = 10 \log d + A(s) - 14.8$$

d étant la distance horizontale, entre le point d'observation et l'axe de circulation, et $A(s)$ l'atténuation supplémentaire lue sur les courbes. Ainsi, dans les mêmes conditions que l'exemple précédent, pour un trafic moyen composé de 10% de camions et roulant à 80 km/h, le point source et le point d'écoute sont à la même hauteur, soit 1.5 m, et l'atténuation totale obtenue

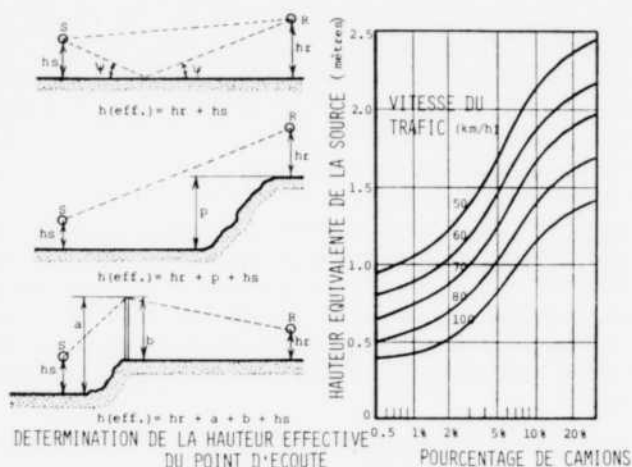
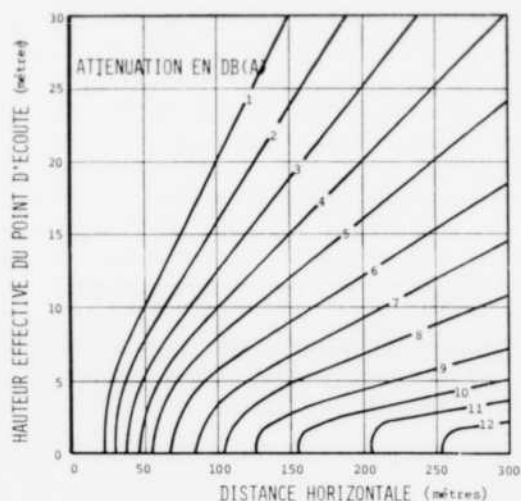


Figure 3 — Calcul pratique de l'atténuation au voisinage du sol, en fonction des hauteurs du point source et du point d'écoute (d'après modèle C.N.R./S.C.H.L., 1977).

nue est de 12.5 dB (A) à 100 m, sur cette atténuation totale 7 dB (A) sont effectivement dus à l'absorption du sol. Comme on peut le constater les deux modèles que nous venons de décrire arrivent à des résultats assez semblables.

IV — Calcul des écrans acoustiques de protection

Les problèmes de diffraction par les écrans acoustiques et leurs solutions ont été souvent résolus à l'aide de la ressemblance des phénomènes acoustiques et optiques, la diffraction étant l'un de ces points communs les plus importants. Bien que les premières applications et descriptions de ces phénomènes aient été faites au siècle passé, c'est seulement en 1962 que KELLER a développé une bonne approximation des problèmes complexes de diffraction [23]. Sur le plan des applications, la première formulation relative aux calculs des barrières acoustiques a été proposée dès 1940, par REDFEARN [24]. La figure 4 fournit, à ce sujet, une transposition des courbes de REDFEARN, pour la longueur d'onde moyenne du bruit de la circulation correspondant ainsi à l'atténuation obtenue en dB (A) (version proposée par RAPIN [25]). Dans la formulation expérimentale de MAEKAWA [26], l'efficacité de l'écran est en relation

avec le nombre de FRESNEL « N », celui-ci étant donné par la formule :

$$N = \frac{2 \delta}{\lambda}$$

relation dans laquelle δ est la différence de chemin parcouru entre l'onde directe, en l'absence de l'écran, et l'onde diffractée par-dessus le sommet de l'écran, soit dans la notation de la figure 6, $\delta = A + B - D$ et λ est la longueur d'onde exprimée dans une unité cohérente. Les résultats de MAEKAWA, applicables aux écrans semi-infinis, se présentent sous la forme d'un abaque ou bien suivant une relation de la forme :

$$A(e) = 10 \log(20N) = 10 \log 4 \pi^2 \frac{\delta}{\lambda}$$

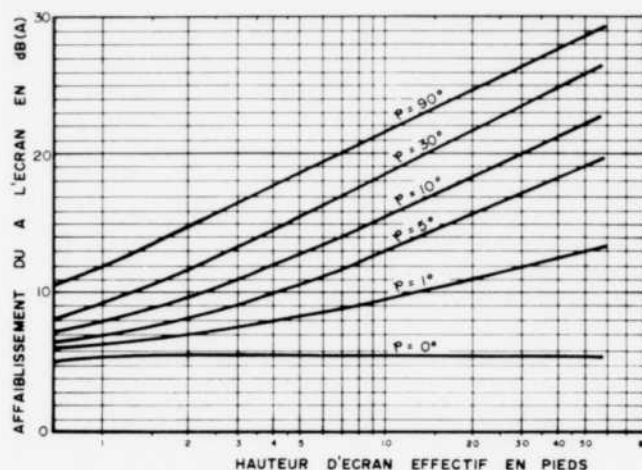


Figure 4 — Détermination de l'affaiblissement dû à un écran acoustique, en fonction de sa hauteur et de l'angle de diffraction (d'après REDFEARN, 1940).

Sur le plan pratique, différentes méthodes ont été proposées, ces dernières années, pour le calcul des écrans acoustiques adaptés à la protection contre le bruit des autoroutes. Il faut mentionner, tout d'abord, la formule proposée par le GREATER LONDON COUNCIL [27], à l'usage des urbanistes. Cette formule, déjà publiée par PARKIN et HUMPHREYS [28], peut s'énoncer de la manière suivante :

$$A(e) = 10 \log 20X$$

Dans cette formule, X peut être comparé au nombre de FRESNEL, utilisé dans l'abaque de MAEKAWA, puisqu'on a la relation :

$$X = 2 \left\{ \frac{\sqrt{R^2 + H^2} - R + \sqrt{D^2 + H^2} - D}{\lambda \left(1 + \frac{H^2}{R^2}\right)} \right\}$$

équation semblable à la formulation de MAEKAWA, dans le cas où la hauteur effective H est beaucoup plus petite que la distance entre la source et l'écran R. Les notations de cette formule, proposée par le GREATER LONDON COUNCIL, sont celles de la figure 5. Il est intéressant de noter, qu'en vue de l'application urbaine de cette équation, cet organisme a finalement recommandé l'emploi de la longueur d'onde de 0.56 m, pour un

calcul direct de l'effet d'écran en dB (A), ceci à l'usage de la protection phonique au voisinage des autoroutes.

Avant de parler des méthodes strictement graphiques, pour l'étude de la propagation du bruit en bordure d'une voie de circulation, nous présenterons une dernière approche pratique, soit celle du modèle C.N.R./S.C.H.L. Comme le montre la figure 6, la base théorique du calcul proposé par le C.N.R. est l'abaque de MAEKAWA, tel que modifié par KURZE et ANDERSON, pour une source de bruit linéaire et une barrière de longueur infinie. Ces auteurs ont, en effet, démontré qu'il est possible de relever une différence atteignant jusqu'à 5 dB entre les atténuations d'un même écran de longueur infinie, lorsque la source de bruit est ponctuelle ou bien linéaire, ce maximum se produisant pour un nombre de FRESNEL égal à 10 [29]. Les chercheurs du C.N.R. ont limité l'efficacité pratique d'un écran acoustique, en bordure d'une voie de circulation, à 20 dB (A) et à une différence de parcours acoustique de 15 mm, d'autre part, ils ont proposé une approximation très conservatrice de la courbe de KURZE et ANDERSON suivant l'équation :

$$A(e) = 7.7 \log \delta + 13.7$$

la différence de parcours δ étant encore exprimée en mètres. Cette approche, volontairement restrictive, tient compte des turbulences de l'atmosphère et des éventuelles réflexions sur des surfaces proches de l'écran.

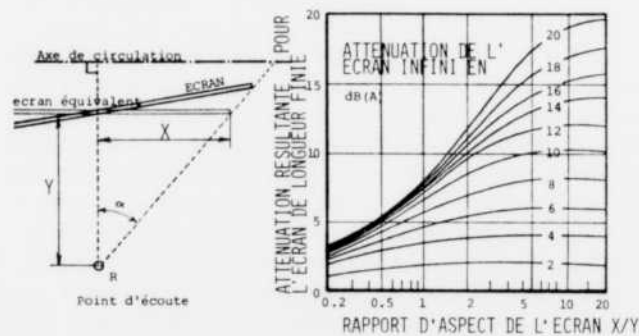
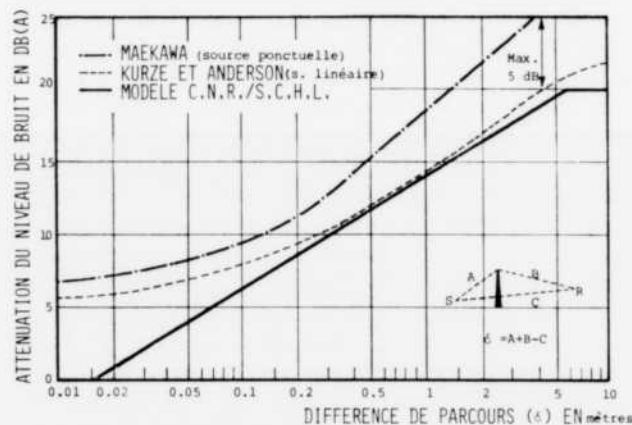
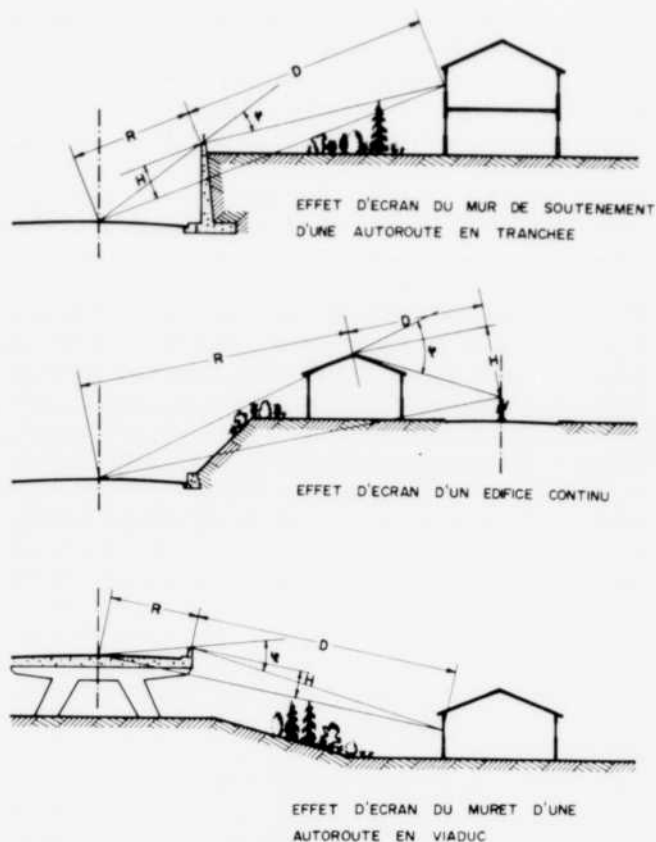


Figure 6 - Valeur pratique de l'effet d'un écran en bordure d'une voie de circulation - détermination de sa longueur (d'après modèle C.N.R./S.C.H.L., 1977).

Enfin, en plus du calcul de l'efficacité d'un écran, il est souvent nécessaire de calculer sa longueur. Par exemple, dans le but de protéger de façon adéquate un



LEGENDE :
 α ANGLE DE DIFFRACTION
 H HAUTEUR EFFECTIVE D'ECRAN
 R DISTANCE DE L'ECRAN A LA SOURCE
 D DISTANCE DE L'ECRAN AU POINT D'ECOUTE

Figure 5 - Différents exemples d'effet d'écran au voisinage d'une autoroute - paramètres de calcul.

groupe restreint d'habitations, il faut parfois construire une longueur déterminée d'écran. À ce sujet, la méthode pratique proposée dans ce modèle C.N.R./S.C.H.L. tient compte de l'angle α sous lequel l'écran est vu au point d'écoute, le paramètre $\tan \alpha$ étant appelé le rapport d'aspect de l'écran à l'une de ses extrémités. En suivant les notations et les courbes reproduites à la partie inférieure de la figure 6, il est possible de calculer successivement les pertes d'atténuation résultant des deux extrémités de la barrière acoustique. Ces courbes représentent en fait un compromis, entre une propagation sur une surface réfléchissante, ou une propagation sur un terrain plus absorbant [7].

V - Simulation de l'impact acoustique des voies de circulation

Dans la mesure où les procédures précédentes, pour le calcul du mode de propagation des ondes acoustiques générées par le trafic automobile, peuvent sembler assez complexes, on peut se demander si la simulation sur maquettes, des principaux phénomènes acoustiques mis en œuvre, ne serait pas plus pratique, afin d'étudier simultanément l'atténuation due à la distance, les absorptions du sol et de la végétation, et les phénomènes de diffraction suivant la position et la nature des écrans. En théorie la chose est possible : plutôt que de

calculer l'impact prévisible d'une future autoroute, il suffit de la simuler sur maquette et de mesurer, à l'échelle, tous les isocontours des niveaux de bruit résultant de la nouvelle voie projetée. Sur le plan pratique, la simulation pose, cependant, de nombreux problèmes. Tout d'abord, l'échelle de réduction est limitée par la possibilité de construire une source de bruit capable de reproduire, avec une multiplication de fréquence adéquate, tout le spectre de la circulation automobile : le transfert des fréquences étant indispensable pour le respect des phénomènes de diffraction (ceux-ci dépendant de la longueur d'onde émise). L'échelle de réduction de la maquette influence aussi la dimension et les caractéristiques du microphone de mesure : celui-ci doit être le plus petit possible, afin de ne pas perturber le champ acoustique ultrasonore de la maquette, et ses caractéristiques de linéarité doivent être adaptées à des mesures en hautes fréquences. Enfin, un dernier point important, toujours lié à l'échelle de réduction, concerne la reproduction des phénomènes d'absorption, tant pour l'air qui, aux hautes fréquences, devient très influent suivant le taux d'humidité relative, que pour l'absorption des matériaux urbains simulés dans la maquette. Malgré ces difficultés, nous sommes très intéressés par cette possibilité de simuler, à l'aide de maquettes, l'impact acoustique des projets d'autoroutes ou de voies rapides urbaines, le procédé étant particulièrement souple sur le plan architectural et urbanistique. C'est pourquoi nous achevons actuellement la mise au point d'une source acoustique ultrasonore, bien adaptée à la reproduction spectrale du bruit de la circulation, et qui sera susceptible d'en reproduire la dynamique. La photographie de la *figure 7* montre, à ce sujet, nos premières expériences pour l'étude, à l'échelle de 1/50^e, d'une voie rapide urbaine, le générateur étant ici un système ponctuel à étincelle électrique.

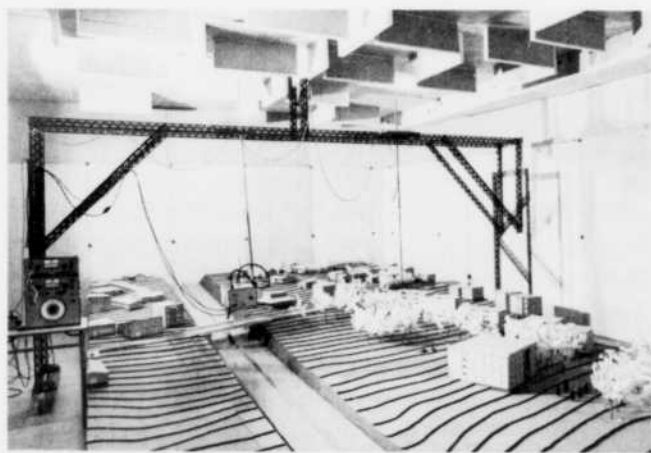


Figure 7 — Premières expériences de simulation de l'impact acoustique des autoroutes en milieux urbains (Université Laval, 1977).

Les recherches similaires que nous pouvons mentionner sont celles de PINFOLD [30], en Grande-Bretagne, qui a travaillé avec une échelle de 1/100^e, en utilisant comme sources sonores des petits haut-parleurs

capables de reproduire les hautes fréquences jusqu'à 40 000 Hz. D'autres auteurs, comme BREBECK [31], ont également travaillé sur une maquette à l'échelle de 1/100^e, en l'installant dans un local en atmosphère complètement asséchée, de manière à se soustraire au problème de l'absorption moléculaire des hautes fréquences. Les chercheurs américains du MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY ont pour leur part employé un autre type de source acoustique destinée à la simulation sur maquette : il s'agit d'un dispositif à ultrasons, composé d'un système générateur d'étincelles électriques, associé à un analyseur de signal synchronisé [32]. Enfin, le C.S.T.B. dispose à Grenoble, depuis 1975, d'un vaste laboratoire de simulation sur maquettes, pour le bruit sous toutes ses formes. La chambre d'expérimentation est là encore en air conditionné, c'est-à-dire que l'humidité est réduite le plus possible, à l'aide d'un équipement très sophistiqué au chlorure de lithium. La source de bruit utilisée consiste en de petits jets d'air comprimé, de fréquence et de directivité parfaitement adaptées aux bruits de la circulation, qui peuvent être disposés en n'importe quel point d'une maquette [33].

Du côté des résultats, nous mentionnerons simplement les très importants travaux réalisés en 1968, par RAPIN et les autres scientifiques du C.T.S.B. Cet auteur a d'abord étudié en détail tous les problèmes théoriques posés par la simulation, avec une mention toute particulière pour les calculs relatifs à l'influence de l'humidité, celle-ci étant assez importante, puisque les premières expériences du C.S.T.B. n'ont pas été faites en atmosphère contrôlée et qu'une grande partie d'entre elles ont été réalisées à l'extérieur [25]. Il s'est intéressé ensuite à la reproduction de l'atténuation du niveau de bruit de la circulation, en dB (A), par dispersion et par absorption de l'air. La *figure 8* présente quelques-uns des résultats de mesure obtenus par simulation : ce n'est là qu'une infime partie des travaux du C.S.T.B., puisque cet organisme a publié un recueil de 157 courbes similaires, pour différentes conditions ou profils de voies de circulation. Pour toutes ces expériences, les chercheurs français ont employé 8 rangées de clochettes, simulant une autoroute à double sens de 4 travées de circulation (les fréquences principales se situant à 10 et 20 000 Hz). Nous avons utilisé avec beaucoup de satisfaction les courbes isophones ainsi obtenues, bien que quelques fois, nous ayons noté certaines difficultés pour des distances supérieures à 100 ou 120 m ; néanmoins, les écarts rencontrés dans des sites réels de topographie semblable n'ont jamais dépassé des valeurs supérieures à 2 ou 3 dB (A), dans les limites de validité de ces courbes. De plus, pour des points plus élevés, ces isophones de simulation peuvent être aisément comparées aux résultats obtenus directement sur le terrain, par AUZOU et LAMURE [16], analyses qui ont pu être effectuées jusqu'à une hauteur de 34 m, en employant un ballon afin de soutenir le microphone de mesure. Pour toutes ces raisons, nous pensons qu'à l'heure actuelle, ces résultats de simulation du C.S.T.B. sont encore l'un des meilleurs procédés graphiques, pour étudier rapidement l'impact d'un futur corridor de transport.

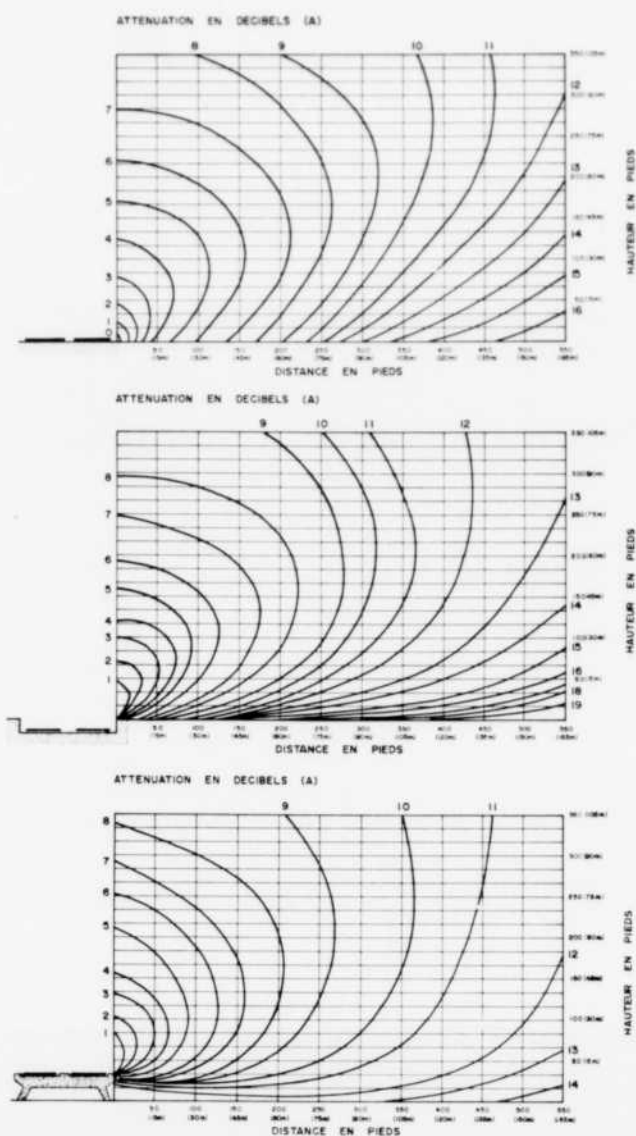


Figure 8 — Exemples de courbes isophones obtenues par simulation, pour une autoroute sur terrain naturel, en tranchée droite de 5 m ou en viaduc (d'après RAPIN, 1969).

VI — Le projet acoustique en bordure d'une autoroute

Malgré certaines imprécisions, les procédures d'analyse de l'impact des voies de circulation sur leurs voisinages, telles que proposées par les différents organismes ou auteurs, peuvent être synthétisées d'une manière efficace, suivant les projets ou les sites concernés. En plus de ces méthodes, il est toujours recommandable de préparer une cartographie préalable du bruit des quartiers traversés par les voies de circulation, ce qui permet de vérifier, au moins au niveau du terrain, le mode de répartition spatiale des niveaux de pression acoustique. Ces premiers résultats obtenus de la cartographie sont complémentaires à l'analyse statistique des variations des niveaux de bruit et à la simulation de l'atténuation de ces niveaux en fonction de la distance, de l'absorption du sol et des effets d'écran actuels ou projetés. Dans le cas des autoroutes existantes, la cartographie permet d'évaluer leur impact réel sur l'ensemble du tissu urbain, alors que pour un projet de

corridor, elle peut servir à délimiter les zones qui devront bénéficier d'une protection acoustique spéciale. La figure 9 fait ressortir ces avantages de la cartographie du bruit, quant à ses applications à l'étude des autoroutes; elle est, en fait, extraite de la carte générale du bruit de fond de Montréal, en cinq catégories, réalisée en 1971. Cette carte de bruit représente l'impact acoustique du boulevard Décarie, entre les rues St-Jacques et Paré. On note immédiatement l'emprise acoustique assez étroite de l'autoroute, beaucoup moins large que celle du boulevard Métropolitain; il est même possible de relever, à 300 m de l'axe de l'autoroute, des niveaux de bruit de fond, pour certains secteurs, inférieurs à 50 dB (A). Cette différence s'explique évidemment par la disposition en tranchée des voies de circulation et, dans une moindre mesure, par un débit moins important des voies de service (photographie de la figure 10). On peut remarquer finalement, dans le cas de la figure 9, l'effet de protection obtenu pour la partie souterraine du boulevard (entre la Côte St-Luc et la rue Sherbrooke).

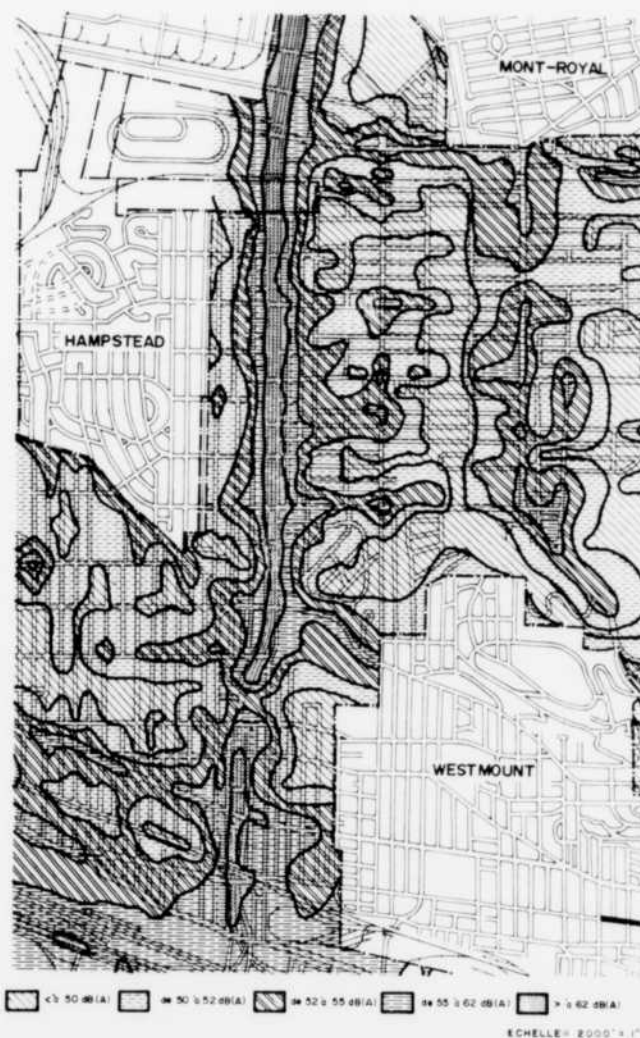


Figure 9 — Carte de bruit de fond montrant l'impact du boulevard Décarie (partie ouest de la Ville de Montréal, 1971).

Comme on peut le constater d'une extrémité à l'autre de cette carte, il existe toute une gamme de dispositions possibles des voies de circulation d'une autoroute



Figure 10 — Partie du boulevard Décarie située en tranchée, avec ses voies de service.

te, qui vont des plus nuisibles sur le plan du bruit, comme les viaducs sans écran de hauteur inférieure à 12 m, jusqu'à la solution parfaite pour l'environnement acoustique, c'est-à-dire le tunnel. La figure 11 montre à ce sujet différentes alternatives: en partant du cas des voies de circulation au même niveau que les habitations sans traitement acoustique, elle suit une progression dans l'efficacité des dispositions anti-bruit. Parmi celles-ci, les écrans permettent de maintenir le bruit d'une autoroute à un niveau acceptable, ils vont du simple mur ou de la butte paysagée jusqu'à la rangée continue d'édifices commerciaux. Quant aux tranchées qui nécessitent la modification du profil en long des voies de circulation, elles peuvent encore être agrémentées d'écrans acoustiques absorbants. Cette alternative de la tranchée ouverte avec écrans obliques aurait d'ailleurs pu être utilisée dans le cas du boulevard Décarie. À propos de ces différentes solutions, pour le traitement acoustique des autoroutes urbaines, il nous faut mentionner un point important, lié à nos conditions climatiques particulières de la province de Québec. Il s'agit du danger d'accumulation des dépôts de neige sur les voies de circulation. Les écrans verticaux peuvent, en effet, provoquer de véritables bancs de neige si leur localisation n'a pas été étudiée en fonction des difficultés climatiques. Cette considération ne devrait cependant pas servir d'argument dans la décision de refuser la construction d'un écran en bordure d'une autoroute. Par exemple, il est toujours possible de proposer une structure métallique accrochée au tablier de béton d'une autoroute en viaduc, ce qui permet l'érection d'un écran distant de plusieurs pieds du mur de sécurité de l'autoroute, cette disposition facilitant les opérations de déneigement tout en évitant l'accumulation de la neige sur les voies de circulation. Avec un peu d'imagination, il est toujours possible de régler simultanément ces deux problèmes: en cas de doute, il est également possible de procéder à des essais de simulation des dépôts de neige.

L'approche ne peut pas être exactement la même selon les projets, la distinction est assez grande, entre une étude théorique pour une future voie de circula-

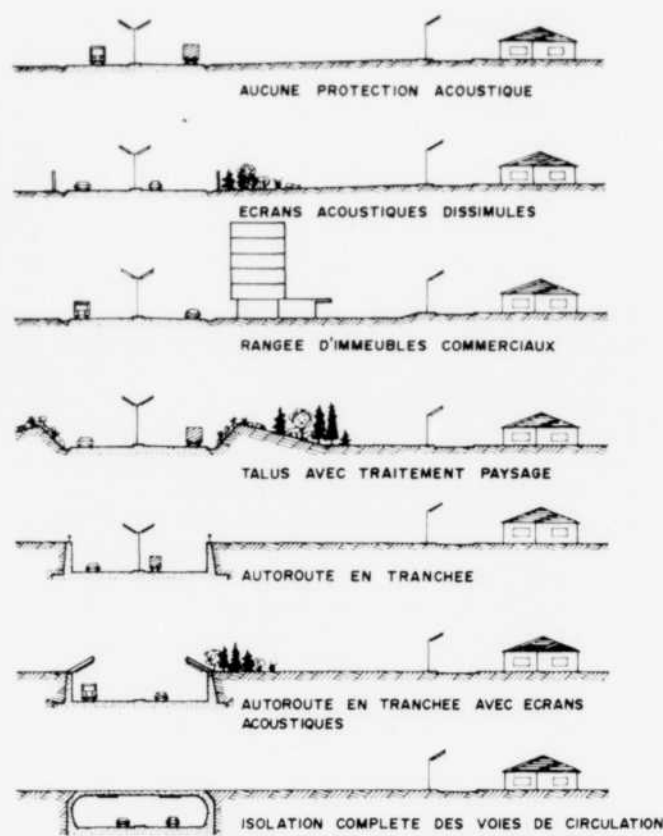


Figure 11 — Différentes dispositions pour le contrôle de l'environnement acoustique des autoroutes.

tion et une étude corrective, appliquée au cas d'une voie existante. Bien que certains chercheurs semblent vouloir préconiser l'utilisation systématique de la simulation, ceci surtout dans l'enthousiasme des premières expériences, nous sommes persuadés que les principes exposés jusqu'ici sont largement suffisants, dans de très nombreux cas d'études d'impact acoustique des corridors de transport. Afin de ne pas compliquer inutilement l'analyse, il est même possible d'utiliser une approche graphique, pour l'étude des atténuations en fonction de la topographie du site, du profil des voies et de la distance à la chaussée. Les méthodes graphiques, qu'elles soient issues des expériences de simulation ou de mesures réelles sur des sites caractéristiques, ont l'avantage de permettre une meilleure visualisation de l'impact acoustique en fonction de la position et de la hauteur des façades des habitations, c'est pourquoi elles peuvent avoir la préférence des architectes et des urbanistes. Comme on peut le constater avec l'exemple de la figure 12, l'étude de l'impact acoustique peut cependant devenir nettement plus compliquée, dans le cas d'un échangeur: il a fallu additionner ici les effets des voies principales, ainsi que ceux des voies correspondant aux diverses branches de l'échangeur. Cette coupe acoustique d'un projet de tracé pour l'Autoroute 13 à Lachine est orientée vers le nord et montre en filigrane le viaduc initialement prévu pour la route existante 2-20. Les premières maisons, exposées à la fois à la future autoroute et à la surélévation de la route existante, ont fait l'objet d'une double vérification par sommation des impacts acoustiques des deux artères principales.

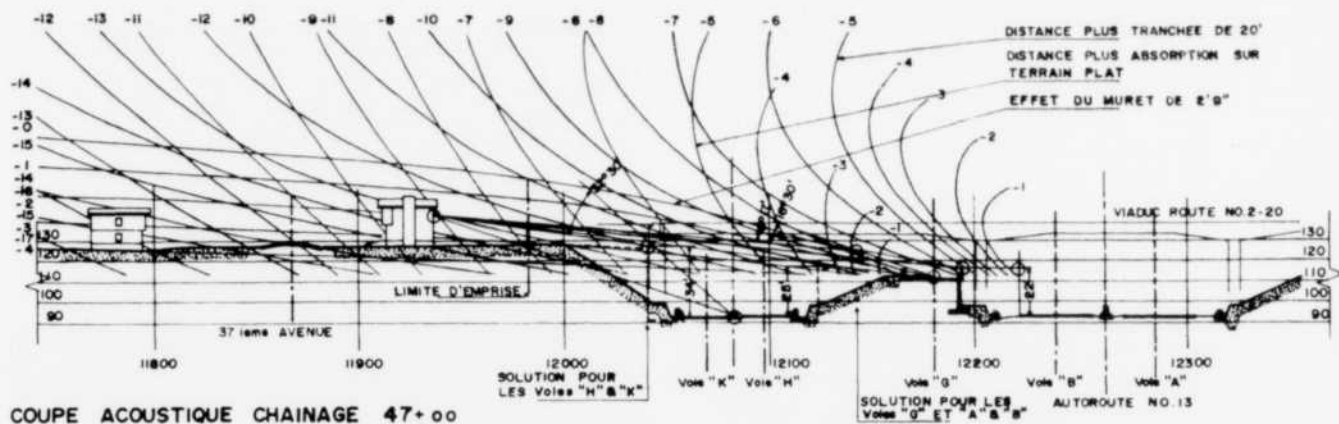


Figure 12 – Exemple d'étude de l'impact acoustique d'un projet d'autoroute (études préliminaires, Autoroute 13, Lachine).

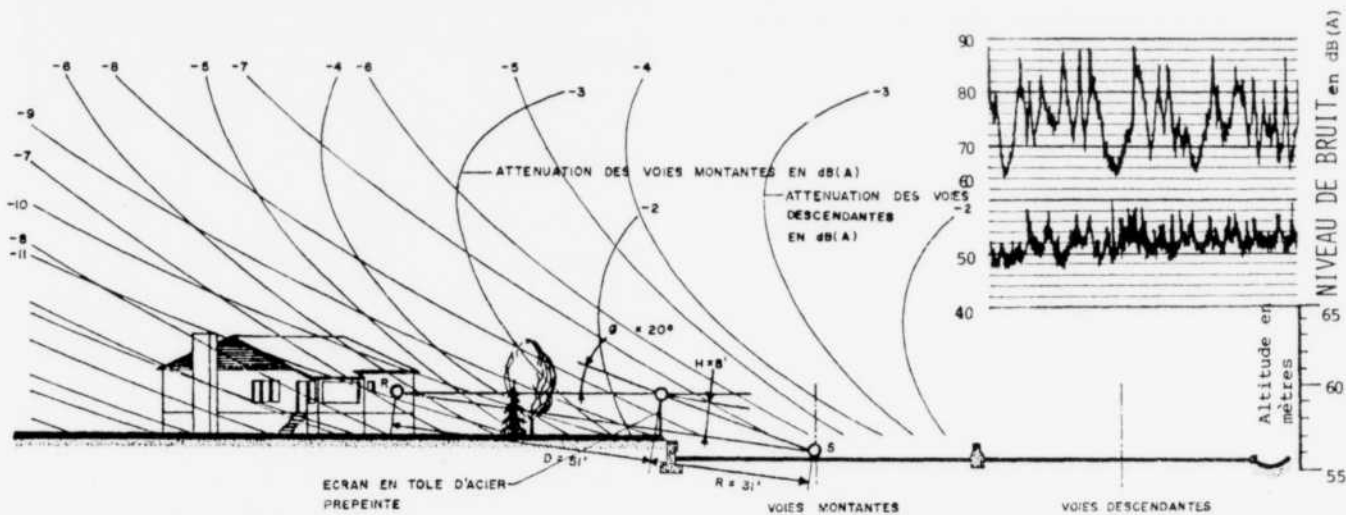


Figure 13 – Exemple d'étude graphique pour l'impact d'une autoroute existante – détermination d'un écran acoustique (Autoroute Du Vallon, Ste-Foy).

Le second projet que nous voudrions mentionner, à titre d'exemple, nous a amenés à calculer un écran acoustique de protection, pour le voisinage d'une autoroute nouvellement ouverte de la région métropolitaine de Québec, soit l'Autoroute Du Vallon. Les études acoustiques correspondantes ont été réalisées en 1976, pour le compte de la Ville de Ste-Foy. Le terrain étant fortement en pente, il est impossible de détailler ici la variété des profils acoustiques susceptibles de caractériser l'impact réel de l'autoroute sur les habitations voisines; la figure 13 ne représente donc qu'un seul plan de coupe. Dans ce cas particulier, la proximité des maisons par rapport à l'autoroute valorise l'efficacité de l'écran, puisque l'angle de diffraction est assez grand et que les maisons unifamiliales concernées n'ont qu'un seul niveau, elles peuvent ainsi se trouver aisément dans la zone d'ombre acoustique. Sur les 420 m d'écran proposés, nous avons suggéré une hauteur variable passant de 2 à 4 m, suivant l'importance de l'atténuation nécessaire. Suite à la construction par les autorités municipales d'un écran de bois, constitué d'un contreplaqué extérieur mouluré en résonateurs du côté de l'autoroute (choisi pour une question de coût), il nous a été possible de vérifier, en 1977, nos calculs prévisionnels de niveau de bruit et d'atténuation. Le niveau L50% le plus élevé, en heure de pointe, monte à 75.5 dB (A), soit un débit légèrement supérieur à celui que nous avons estimé. Par contre, l'atté-

nuation supplémentaire résultant de l'écran, pour les premières maisons, atteint 13.5 dB (A), tel que prévu, sur une longueur assez importante d'écran, et la carte du bruit de fond de l'ensemble du quartier n'indique aucune élévation du minimum de bruit, malgré l'augmentation de trafic. Ce qui apparaît finalement le plus remarquable dans ces résultats, c'est la diminution de la dynamique (et donc de la gêne) notée de part et d'autre de l'écran: l'écart (L1% - L99%) passe de 24 à 16 dB (A), entre la bordure de l'autoroute et les premières maisons, et l'écart (L10% - L90%) à environ 7 dB (A), suivant les sites, alors qu'il dépassait 12 dB (A) avant la construction de l'écran. Cette constatation est d'ailleurs illustrée dans la figure 13.

VII – Considérations pratiques relatives à la protection phonique en bordure des autoroutes

En ce qui concerne la réalisation pratique d'écrans acoustiques en bordure des autoroutes, nous nous référerons tout d'abord à des exemples importants, tant pour le débit des voies concernées que par l'ampleur des solutions mises en œuvre, notamment dans la région de Toronto, en bordure de l'Autoroute 401 et de l'Autoroute Don Valley. À ce sujet, HAMELINK et HAJEK [34] ont vérifié les propriétés de réduction acoustique de huit types d'écrans différents, construits jus-

qu'en 1971, soit quatre modèles en bordure de l'Autoroute 401, et quatre autres modèles, en bordure de l'Autoroute Don Valley. En ce qui concerne la 401, les premiers résultats obtenus semblent assez décevants dès qu'on s'éloigne de la voie de circulation, puisque pour le niveau L10%, passé 120 m de distance, on ne peut relever en moyenne qu'une atténuation de 1 dB (A). On doit remarquer, quel que soit le type d'écran utilisé, soit une butte de terre, un mur de béton ou bien une combinaison des deux, sur les 2 000 m construits au long de cette autoroute (près de l'embranchement de l'Autoroute 27), que la hauteur moyenne de cette première réalisation d'écran acoustique continu n'est que de 3 m au-dessus du sol existant. HARMELINK et HAJEK ont mesuré, sur l'ensemble du site, les atténuations suivantes : soit de 8 à 14 dB (A), immédiatement en arrière des écrans, et une valeur maximum de l'ordre de 6 dB (A) mesurée à 1.2 m du sol, sur les façades de la première rangée de maisons. De plus, ils n'ont noté aucune réduction apparente du niveau de bruit, lorsque les mesures étaient réalisées au second étage des habitations concernées. Bien que les matériaux utilisés pour la réalisation des écrans ne semble pas avoir d'influence significative, cette constatation ne devrait pas être généralisée, notamment pour des écrans constitués d'une butte de terre plus importante. Quant aux écrans réalisés au bord de l'Autoroute Don Valley, la réaction du public a été assez favorable, sans que les résultats acoustiques ne puissent confirmer cet enthousiasme. La principale raison, de cette satisfaction du public, semble être plutôt de nature psychologique, puisque le trafic automobile se trouve caché à la vue des résidents et que l'écran les protège, dans une certaine mesure, des poussières et des débris couramment rencontrés en bordure d'une voie de circulation aussi importante. HARMELINK et HAJEK prédisent que pour obtenir une atténuation suffisante d'environ 10 dB (A) pour les premiers étages des habitations, il aurait fallu construire des écrans d'une hauteur de 6 à 7 m, ce qui semblait difficilement réalisable, notamment pour l'évacuation de la neige en hiver. Ils ont noté finalement, que dans le cas d'écrans assez réfléchissants, le niveau de bruit du côté de la voie de circulation était relevé de 4 dB (A) à une distance de 2 m du mur écran, bien que cela n'ait qu'un effet négligeable sur le niveau de bruit résultant, pour les habitations sises en bordure de l'autoroute. Il sera donc toujours intéressant, afin de protéger les deux côtés d'une voie de circulation contre le bruit, d'employer des écrans acoustiques à forte absorption, afin d'éviter une augmentation semblable du niveau de bruit à la source, due dans ce cas aux réflexions entre deux murs parallèles.

Toujours pour parler de l'expérience torontoise, on ne peut passer sous silence les dernières réalisations du MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS de l'Ontario. Le ministère a multiplié, en effet, ses interventions pour tâcher de réduire le plus possible les nuisances causées tout spécialement par l'Autoroute 401*. La dernière barrière acoustique construite

* Cette voie de circulation comporte jusqu'à 15 couloirs et elle côtoie de nombreux secteurs résidentiels, d'est en ouest, à travers toute la conurbation du grand Toronto.



Figure 14 - Écran de protection phonique en tôle d'acier construit par le Ministère des Transports de l'Ontario, en bordure de l'Autoroute 401 (Toronto).

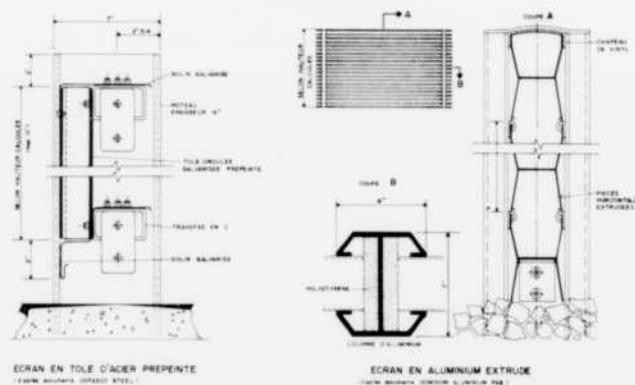


Figure 15 - Exemples d'écrans acoustiques métalliques disponibles dans l'industrie canadienne.

a été réalisée, entre les avenues Dixon et Kipling, sur une longueur d'environ 1 km avec une hauteur minimale de 4 m. MAY confirme, après vérification, l'efficacité de cette réalisation entièrement construite en acier galvanisé prépeint (photographie de la figure 14). La réduction obtenue en arrière de l'écran est en moyenne de 7 dB (A) et se maintient jusqu'à 5 dB (A) pour toutes les maisons d'habitations unifamiliales protégées, de la première jusqu'à la troisième rangée. Cet auteur explique les valeurs plus élevées, obtenues lors du calcul initial de l'écran, par une augmentation du pourcentage de poids lourds sur l'autoroute [35]. Une étude préalable portant sur la réaction du public après la construction d'un premier écran d'acier, en 1974, confirme d'ailleurs l'impact très défavorable de l'autoroute et tout spécialement des camions, dont les bruits

d'échappement passent facilement par-dessus une barrière de 2.5 m [36]. À propos de ces expériences et réalisations canadiennes, la *figure 15* présente finalement les détails techniques de deux écrans : l'un construit en aluminium, en bordure de l'Autoroute Don Valley, et l'autre en bordure de l'Autoroute 401, constitué d'une tôle galvanisée prépeinte et ondulée, de 2.5 à 3 m de haut.

En ce qui concerne, maintenant, la vaste expérience européenne, notamment au niveau des matériaux disponibles pour les écrans anti-bruit, PAULIK [37] a fait une analyse exhaustive des dispositifs utilisés, tant en Allemagne qu'en France. Il signale, en plus des classiques panneaux de béton préfabriqués, des barrières absorbantes en bois, des écrans en plastique, dont certains sont constitués de résonneurs de HELMOLTZ, des murs absorbants en mousse d'argile et même un mur de 900 m de long. Ce dernier ouvrage est particulièrement caractéristique de l'effort des autorités et des aménagistes français, pour la lutte contre le bruit, il consiste en une structure de béton haute de 8.5 m au-dessus de l'autoroute, portant des panneaux de béton nervurés, légèrement inclinés pour réfléchir les ondes acoustiques, cette structure étant complétée de bacs pour la végétation. L'atténuation calculée visait la protection d'édifices en hauteur, avec 9 dB (A) prévu pour le premier étage et encore 5 dB (A) pour le septième [38]. Pour résoudre, enfin, l'un des plus graves problèmes d'impact acoustique en région parisienne, avec un niveau de bruit équivalent pouvant atteindre 75 à 80 dB (A) devant les fenêtres, les autorités françaises ont été amenées à mettre en œuvre une solution encore plus compliquée que de simples écrans acoustiques, il s'agit de la couverture complète par un matériau absorbant d'une autoroute en tranchée. Cette solution adoptée dans la banlieue sud de Paris, sur des longueurs allant jusqu'à 460 m, consiste en un alignement d'ondes autoportantes en acier ; l'atténuation souhaitée est obtenue en superposant deux ondes séparées par 90 mm de laine minérale. Un éclairage permanent a dû être installé ainsi qu'une ventilation mécanique disposée toutes les trois ondes de couverture.

Comme la plupart de ces exemples européens, les propositions d'écran que nous avons pu faire, sur différents sites des régions de Québec ou de Montréal, nous ont également amenés à des hauteurs nécessaires parfois impressionnantes. C'est malheureusement le prix qu'il faut payer pour se protéger efficacement du bruit infernal des autoroutes. Au point de vue des matériaux adaptés aux écrans acoustiques, nous avons étudié la possibilité de construire un mur de soutènement qui puisse présenter de bonnes propriétés absorbantes, tout en étant constitué d'un matériaux urbain traditionnel, autre que le contreplaqué, l'acier ou l'aluminium.* Une série d'expériences, menées en chambre réverbérante, nous ont permis de construire deux types de murs de briques alvéolés, présentant des absorptions acoustiques différentes, bien que ce soit surtout le mur de la *figure 16* que nous voulons présenter ici. En accordant les résonneurs constitués par les alvéoles réservées dans le briquetage et en les combinant à un effet de membrane pour les basses fréquences, à l'aide de panneaux de laine minérale à haute densité situés en arrière des briques de parement, nous avons obtenu

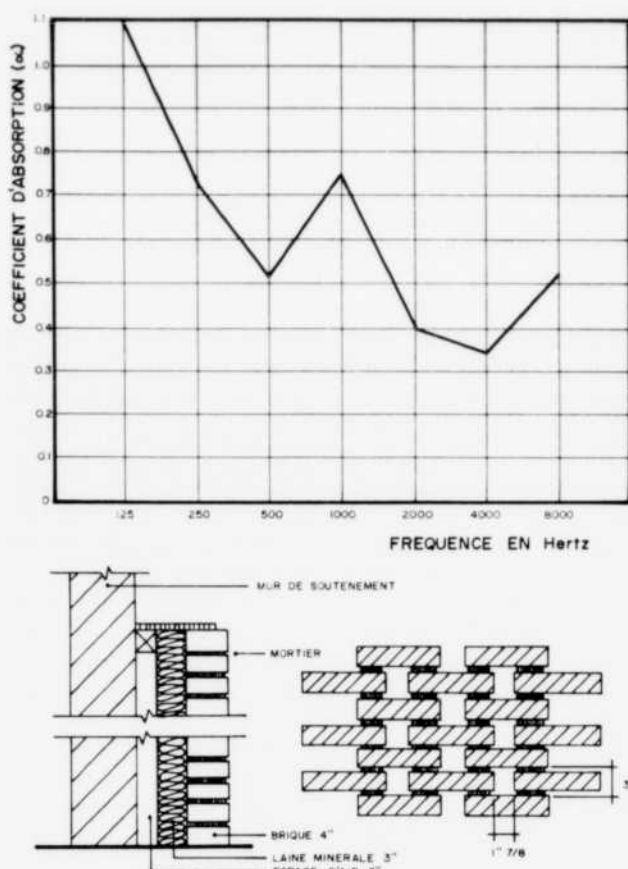



Figure 16 — Mur composite expérimental avec parement de briques pour l'absorption du bruit des automobiles.

un mur dont les propriétés absorbantes correspondent bien avec la composition spectrale de la circulation [39]. Même si la construction d'un écran semblable, comme mur indépendant, peut paraître compliquée, une paroi absorbante de ce type pourrait facilement être employée lorsqu'on veut réaliser les parements des soutènements d'une autoroute en dépression ou en tranchée.

Plusieurs auteurs ont également essayé de coordonner les effets d'écran et les effets d'absorption. Par exemple, d'après les résultats simulés du C.T.S.B., la présence d'absorbant sur des écrans acoustiques verticaux peut apporter une certaine atténuation supplémentaire, au niveau du terrain, dans le voisinage immédiat d'une autoroute. À des distances comprises environ entre 60 m et 100 m, RAPIN et DROUIN ont trouvé des écarts de 2 dB (A), pour des écrans de 4 m et 8 m [25]. Il semble bien, néanmoins, que le principal avantage de la présence d'absorbant sur les parois d'un écran vertical en bordure d'une voie de circulation soit l'élévation des courbes d'égale atténuation par rapport au niveau du sol, cet effet étant particulièrement intéressant, lorsqu'on désire protéger les premiers étages des habitations voisines d'une voie de circulation. Le peu d'importance de l'effet supplémentaire relevé au niveau du sol peut s'expliquer facilement, dans la mesure où le phénomène de diffraction, par-dessus le sommet d'un écran vertical, est pratiquement indépen-

* Recherches subventionnées par CLAY BRICK ASSOCIATION OF CANADA.

dant de la présence d'un absorbant, sur la face de l'écran exposée aux ondes acoustiques directes. En ce qui concerne les écrans inclinés, nous pouvons citer les travaux de JONASSON [40] qui a étudié la réduction de bruit pour une route asphaltée en dépression, lorsque les talus étaient recouverts d'herbe dense. Il en a conclu qu'une voie en dépression représente une disposition plus efficace qu'une barrière acoustique de hauteur égale à la profondeur de la dépression. L'influence de l'absorption, sur les surfaces de l'angle solide ainsi formé, apporte une plus grande atténuation que l'effet d'écran produit par une barrière. RETTINGER [41] signalait exactement la même chose, en précisant qu'une autoroute en dépression, agrémentée d'un paysagisme adéquat, était certainement plus plaisante pour les utilisateurs que des murs verticaux de béton. Enfin TOCCI et PICKETT ont étudié l'effet combiné d'une plantation d'arbres et d'un écran [42]. Pour en finir avec ces considérations pratiques, relatives à la protection acoustique des autoroutes, nous devons mentionner la perte d'atténuation par un écran acoustique en présence de vent et de turbulences atmosphériques. D'après différents auteurs [28, 43], suivant la vitesse du vent, on peut noter au-dessus de 11 km/h un effet défavorable de perte d'atténuation, effet qui pourrait atteindre jusqu'à 10 dB (A), avec un vent de 32 km/h. Comme il est déjà difficile d'obtenir un effet d'écran atteignant uniformément cette valeur, on peut se poser certaines questions, quant à l'efficacité d'un tel dispositif en présence d'un vent défavorable. On remarquera, cependant, que lorsque le vent atteint 32 km/h, il provoque lui-même, par son action sur les objets et la végétation, un niveau de bruit assez élevé. L'acoustique urbaine est encore une fois un problème estival, de temps calme et de conditions climatiques normales.

Nous souhaitons, en conclusion, puisque ces outils sont disponibles, que les autorités compétentes fassent preuve d'une véritable volonté de contrôle de qualité des milieux de vie, en acceptant de mener à bien les propositions relatives à la construction de dispositifs appropriés de protection acoustique. Il faut également dépasser un point de vue à court terme, qui pourrait consister en la construction, très politique, d'écrans de faible hauteur sans aucune efficacité. Cette protection acoustique, pourtant si nécessaire, des voies de circulation, si elle ne bénéficie pas d'une topographie favorable, ou bien si elle n'est pas intégrée dans un projet multifonctionnel d'utilisation du sol, reste encore trop souvent un objectif inaccessible pour les organismes de planification et de développement concernés. 

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE DES OUVRAGES CITÉS

- ALEXANDRE, A. et BARDE, J.-P., « *Le temps du bruit* », Ed. Flammarion, Paris (1973).
- MAY, D.N. et OSMAN, M.M., « *Exterior Sound Levels of Individual Vehicles on Five Types of Concrete Pavements* », Ontario Ministry of Transportation and Communications, Research and Development Div., Doc. 77-AC-06, Toronto (1977).
- LEASURE Jr., W.A., BENDER, E.K. et BOLLINGER, R.H., « *Tire Road Interaction Noise* », Mechanics Division, National Bureau of Standards (1972).
- BOLT, BERANEK AND NEWMAN INC., « *Objective Limits for Motor Vehicle Noise* », Rep. No. 824-163327, California Highway Patrol, Sacramento, Cal. (1962).
- OLSON, N., « *Statistical Study of Traffic Noise* », APS-476, Acoustics Sect. of Div. of Physics, NRC-11270, C.N.R., Ottawa (1970).
- GALLOWAY, W.J. et Clark, W.E., « *Protection of Noise from Motor Vehicles in Freely Flowing Traffic* », in 4th Intern. Congress on Acoustics, No. L28, Copenhagen (1962).
- QUIRT, J.D., « *Keeping Traffic Noise Outdoors* », research pap., Div. of Building Research, C.N.R., Ottawa (1977).
- MIGNERON, J.-G., « *Acoustique urbaine* », Ed. Masson et Presses de l'Université Laval, Paris, 1979.
- AUZOU, S. et RAPIN, J.M., « *Le bruit en site urbain* », Contrat no 70-050, Ministère de l'Equip. et du Logement, Centre Scien. et Techn. du Bâtiment, Paris (1971).
- BUILDING RESEARCH STATION, « *Prediction of Traffic Noise: Part 1 and Part 2* », in Building Research Establishment, Digest, Nos. 185-186, Her Majesty's Stationery Office (1976).
- RATHE, E.J., « *Über Methoden und Ergebnisse von Geräuschmessungen an Motorfahrzeugen* », Ecole Polytech. de Zurich, Zurich 1965).
- JOHNSON, D.R. et SAUNDERS, E.G., « *The Evaluation of Noise from Freely Flowing Road Traffic* », in Journal of Sound and Vibration, Vol. 7, pp. 287-309 (1968).
- COMMITTEE ON THE PROBLEM OF NOISE, « *Noise* », Final Report (Wilson Committee), Her Majesty's Stationery Office, Cmnd. 2056, London (1963).
- GRIFFITHS, I.D. et LANGDON, F.J., « *Subjective Response to Road Traffic Noise* », in Journal of Sound and Vibration, Vol. 8, pp. 16-32 (1968).
- LAMURE, C. et AUZOU, S., « *Les niveaux de bruit au voisinage des autoroutes dégagées* », Cahiers du C.S.T.B., vol. 71, no 599, pp. 1-18, Centre Scien. et Techn. du Bâtiment, Paris (1964).
- AUZOU, S. et LAMURE, C., « *Le bruit aux abords des autoroutes - Résultats de mesures et considérations théoriques* », Cahiers du C.S.T.B., vol. 78, no 669, pp. 1-7, Centre Scien. et Techn. du Bâtiment, Paris (1966).
- LAMURE et collaborateurs (résumé par SARDIN, P. et BAR, P.), « *Aspects de la gêne due au bruit de la circulation routière - Résultats d'enquêtes sur dix sites* », Institut de Recherche des Transports, Lyon, publ. du Min. de l'Équipement, Dir. des Routes et de la Circulation routière (1973).
- GILBERT, P., « *Bruit des moyens de transport - Expression en niveau acoustique équivalent Leq* », Cahiers du C.S.T.B., vol. 185, no 1482, pp. 1-25, Centre Scien. et Techn. du Bâtiment, Paris (1977).
- SOCIÉTÉ CENTRALE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT, « *Le bruit du trafic routier et ferroviaire: ses effets sur l'habitation* », S.C.H.L., Ottawa (1977).
- HAJEK, J.J., « *An Leq Traffic Noise Prediction Method* », Ontario Ministry of Transportation and Communications, Research and Development Div., Doc. 78-AC-04, Toronto (1976).
- KURZE, U.J. et BERANEK, L.L., « *Sound Propagation Outdoors* », in Noise and Vibration Control, Ed. Beranek, L.L., Chap. 7, pp. 164-193, McGraw-Hill (1971).
- PIERCY, J.E., EMBLETON, T.F.W. et SUTHERLAND, L.C., « *Review of Noise Propagation in the Atmosphere* », in Journal of Acoustical Soc. of Am., Vol 61, pp. 1403-1418 (1977).
- KELLER, J.B., « *Geometrical Theory of Diffraction* », in Journal of Opt. Soc. of Am., Vol 52, pp. 116-130 (1962).
- REDFEARN, S.W., « *Some Acoustical Source-Observer Problems* », in Philosophical Magazine, Ser. 7, Vol. 30, pp. 223-236 (1940).
- RAPIN, J.M., « *Étude des modes de protection phoniques aux abords des voies rapides urbaines (mesure de l'influence du*

profil en travers et de la présence d'écrans et d'absorbants sur la pression acoustique aux abords des voies rapides urbaines », vol. I et II, Centre Scien. et Techn. du Bâtiment, Paris (1969).

26. MAEKAWA, Z., « Noise reduction by Screens », in Mem. of Faculty of Eng., Kobe University, Japan, Vol. 11, pp. 29-53 (1965).
27. GREATER LONDON COUNCIL, « Traffic Noise Major Urban Roads », Depart. of Architecture and Civic Design, Urban Design, Bull. No. 1, Greater London Council, London (1970).
28. PARKIN, P.H. et HUMPHREYS, H.R., « Acoustics Noise and Buildings », Faber and Faber Ltd., London, 331 p. (1958).
29. KURZE, U.J. et ANDERSON, G.S., « Sound Attenuation by Barriers », in Applied Acoustic, Vol. 4, pp. 35-53 (1971).
30. PINFOLD, H.C., « Traffic Noise in Miniature », in New Scientist, pp. 648-649 (1967).
31. BREBECK, Von D., BUKLEIN, R., KRAUTH, E. et SPAN-DOCK, F., « Akustisch ähnliche Modelle als Hilfsmittel für Raumakustik », in Acustica, Vol. 18 (1967).
32. LYON, R.H., « Lectures in Transportation Noise », Grozier Publishing, Cambridge, Mass., 259 p. (1973).
33. RAPIN, J., ROLAND, J. et BRUDER, P., « Centre des maquettes - Étude à Grenoble d'une installation destinée à une simulation sur modèle réduit de la propagation du son dans les espaces urbanisés », contrats 73-60-173, 73-31-608, 73-41-037 et 73-01-160, seconde phase, Centre Scien. et Techn. du Bâtiment, Grenoble (1974).
34. HARMELINK, M.D. et HAJEK, J.J., « Noise Barrier Evaluation and Alternatives for Highway Noise Control », MTC Report No. RR 180, Ministry of Transport and Commu-nic., Toronto (1972).
35. MAY, D.N., « Noise Barrier Attenuation - Highway 401 South Side - Dixon Rd. to Kipling Ave. - Toronto », Ontario Ministry of Transportation and Communications, Research and Development Div., Doc. 77-AC-09, Toronto (1977).
36. ANDREW, C. et SHARRATT, K., « Privacy Fence : a Survey of Public Reaction to the Privacy Fence Located along Highway 401 within Metro-Toronto, between Victoria Park and Warden Avenue », Ontario Ministry of Transportation and Communications, Research and Development Div., Toronto (1976).
37. PAULIK, L., « Moyens de lutte contre le bruit aux abords des voies urbaines », Annales de l'Institut Techn. du Bâtiment et Travaux Publics, no 344, pp. 26-46 (1976).
38. CENTRE D'ÉTUDES DES TRANSPORTS URBAINS, « Autoroute A6 - B6 - L'Hay-les-Roses - Écran expérimental - Barrière paysagère Est (Val de Marne) », cahier no 6, Min. de l'Équipement, Paris (1976).
39. MIGNERON, J.-G., « Étude de l'absorption acoustique de la végétation et des matériaux de construction en vue d'une meilleure atténuation du bruit de la circulation automobile auprès des corridors de transport », rapport no ARC-006, subv. par Clay Brick Association of Canada, Lab. d'Acoust. École d'Arch., Université Laval, Québec (1976).
40. JONASSON, H.G., « Diffraction by Wedges of Finite Acoustic Impedance with Application to Depressed Roads », in Journal of Sound and Vibration, Vol. 25, pp. 577-585 (1972).
41. RETTINGER, M., « Noise Level Reduction of Depressed Free-ways », in Noise Control, Vol. 53, pp. 12-14 (1959).
42. TOCCI, G.C. et PICKETT, W.H., « Practical Applications of Outdoor Noise Control Barriers », in Sound and Vibration, Vol. 13, No. 6, pp. 10-16 (1979).
43. DEJONG, R. et STUSNICK, E., « Scale Model Studies of the Effects of Wind on Acoustic Barrier Performance », in Noise Control Eng., Vol. 6, No. 3 (1977).



Plus de 25 pistes . . . SUTTON

à 65 milles (106 km) de Montréal, **Mont Sutton** est le plus grand complexe dans la région de **Ski Dans l'Est**. 7 remontepentes au sein d'une zone de neige naturelle . . . 3.000' d'altitude, 1.500' de dénivellation . . . longues descentes . . . sous-bois. Billets de remonte-pentes pour 5 jours (Lundi-Mardi) \$45. Conditions de ski-TAS 24 heures (514) 866-7718.

Pour renseignements et réservations: (514) 538-2646
Sutton, Québec JOE 2K0 (514) 538-2537

Photo: Rendez-vous au sommet des 4e et 5e télésièges

skj EAST
DANS L'EST

DU NOUVEAU DE CHEZ SHARP DANS LES CALCULATRICES SCIENTIFIQUES.

Une gamme extraordinaire de calculatrices ultra perfectionnées. Choisissez celle qui parle votre langage.

Voici les scientifiques Sharp. Les plus nouveaux concepts en matière de calculatrices scientifiques. Idéales pour les étudiants, les scientifiques, mathématiciens et professionnels dans pratiquement chaque discipline.

Ces calculatrices scientifiques puissantes à main sont souples, polyvalentes et faciles à utiliser. Elles offrent un grand

choix adapté à vos besoins. Depuis les alphanumériques à entrée directe à la mince calculatrice à DEL.

A présent vous pouvez résoudre les problèmes algébriques les plus complexes avec rapidité et précision.

Soyez à la hauteur. Et choisissez la scientifique Sharp qui parle votre langage.

LES NOUVELLES SCIENTIFIQUES À ENTRÉE DE FORMULE DIRECTE



Des calculatrices ultra perfectionnées à entrée de formule directe et avec imprimante par points alphanumérique à DEL et avec rouleau d'impression. Curseur unique. Fonctionne en 3 modes: AER, COMP & STAT. Entrez, corrigez ou vérifiez vos formules sans vous servir de crayon. Il suffit d'appuyer sur une touche pour rappeler votre formule. Mémoire Safe Guard^{MC}

La 5100

Affichage à 24 caractères, rouleau d'impression pour jusqu'à 80 phases, mémoires à 10 données.

La 5101

Affichage à 16 caractères, rouleau d'impression pour jusqu'à 48 phases, mémoires à 5 données.

LA NOUVELLE SCIENTIFIQUE PROGRAMMABLE À DEL

La 5813

Calculatrice à 30 phases programmable avec 15 parenthèses et 9 fonctions statistiques. Huit chiffres très visibles, numérotation scientifique à mantisse 8 chiffres, exposant 2 chiffres à DEL. 7 mémoires plus mémoire Safe Guard^{MC}



LA NOUVELLE SCIENTIFIQUE COMPLÈTE

La 5806 S

Mince calculatrice scientifique à mantisse à 8 chiffres, exposant 2 chiffres et mémoire à 3 touches. Bouton de sélection pour mode DEG/RAD/GRAD. Calculs statistiques préprogrammés en mode statistique.



LA NOUVELLE SCIENTIFIQUE INESTIMABLE

La 503

Calculatrice scientifique économique à DEL avec 38 fonctions. 8 chiffres, numérotation scientifique à mantisse à 5 chiffres, exposant 2 chiffres. 4 parenthèses. Degrés, radians et gradients. Racines carrées.



SHARP

Sharp Electronics of Canada Ltd.,
1280 rue Begin,
Ville St. Laurent, P.Q. H4R 1X1
(514) 337-0655

*Quand vous achetez une calculatrice,
demandez une SHARP.*

ACCUMULATION D'ÉNERGIE POTENTIELLE AU COURS D'ESSAIS EN COMPRESSION SUR DES ROCHES SÉDIMENTAIRES

par Vladimir J. Hucka, Ph.D. et
Maurice K.-Seguin, Ph.D.*

Sommaire

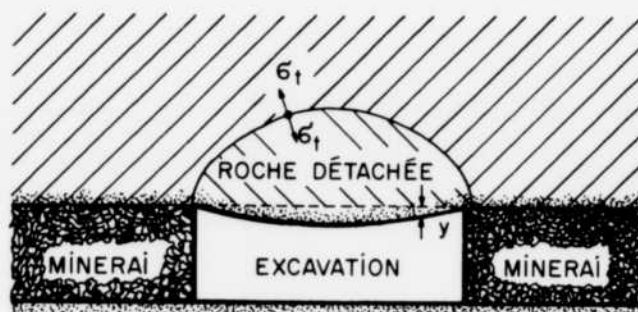
Le coup de toit est un relâchement brusque d'énergie potentielle dont l'origine est reliée à l'activité minière. Le mode d'accumulation de l'énergie potentielle a fait l'objet de diverses recherches en laboratoire. Cet article décrit une de ces méthodes d'étude ainsi que l'appareillage utilisé à cette fin.

Après avoir traité de l'étalonnage du système d'essai et discuté des essais uniaxiaux et triaxiaux en compression, nous présentons les résultats obtenus. Nous démontrons que les divers types de roche relâchent une énergie spécifique. De plus, l'intensité de l'énergie relâchée correspond à différentes pressions latérales.

Introduction

Les coups de toit sont parmi les phénomènes les plus dangereux dans l'exploitation minière et se produisent le plus souvent dans les galeries et les chantiers d'abatage. Ils se manifestent comme un déplacement rapide de roches brisées et broyées issues de la face dans l'espace occupé par le chantier. Ces phénomènes sont très souvent accompagnés d'un éboulement de roches du toit (le foudroyage) et éventuellement d'un soulève-

ment de roches du plancher, affectant habituellement les travaux miniers avoisinants et, très souvent, la majeure partie du champ minier ainsi que les travaux miniers de gisements adjacents. Il est bien connu que les coups de toit se produisent au cours de l'exploitation des couches de minerai par méthode de foudroyage lorsqu'une trop grande aire du toit est exposée dans l'excavation. Les roches très résistantes fléchissent alors en direction de l'espace vide jusqu'au moment où la charge due aux roches sus-jacentes dépasse leur résistance à la tension (figure 1) et, en excédant la limite de cette résistance, une grande masse de roche est ainsi détachée : sa chute produit le coup de toit.



σ_t = résistance des roches à la tension
 γ = fléchissement des roches du toit

Figure 1 – Fléchissement du toit rocheux dans une excavation souterraine

Lors d'un essai en compression, on suppose qu'au moment de la rupture d'une éprouvette de la roche la valeur de l'énergie cinétique est égale à la diminution de l'énergie potentielle. Le déplacement des fragments de roche éclatée, lorsque la limite d'élasticité et de résistance a été dépassée, est égal au travail. Ce processus ne peut avoir lieu avant d'atteindre la limite d'élasticité des roches. On peut donc considérer le déplace-

Les auteurs :

M. Vladimir J. Hucka est professeur au Département de génie minéral de l'University of Utah, États-Unis. Au Québec, il enseigne plusieurs années au Département des mines et métallurgie de l'Université Laval et, en Europe, il œuvre au sein de compagnies minières et d'instituts de recherche minière.

M. Maurice K.-Seguin est professeur agrégé au Département de géologie et au programme de génie physique de l'Université Laval. Il obtint un Ph.D. en sciences de l'Université McGill en 1965. Membre de plusieurs associations scientifiques, il est de plus l'auteur de nombreuses publications et volumes traitant de géophysique et de géologie.

ment des fragments rocheux comme le résultat du changement de l'énergie cinétique. Les pressions appliquées sur une masse rocheuse pendant l'activité minière et sur laquelle des coups de toit se produisent au fur et à mesure que cette activité progresse peuvent être simulées par les expériences en laboratoire décrites ci-dessous.

Accumulation de l'énergie potentielle dans les éprouvettes rocheuses

Le coup de toit est donc un relâchement brusque d'énergie potentielle accumulée dans le matériau rocheux qui englobe le chantier minier. Aux endroits de plus faible résistance, cette énergie potentielle se change en énergie cinétique. Une condition nécessaire lors de déclenchements de coups de toit a trait aux conditions naturelles et aux méthodes opérationnelles d'exploitation : en conséquence, l'origine des coups de toit est due à l'accumulation d'énergie potentielle suivie d'un relâchement rapide de l'énergie accumulée, c'est-à-dire que le danger est relié à l'activité minière elle-même. Les coups de toit dépendent de la profondeur d'un gisement et de ses dimensions. L'intensité des coups de toit est aussi influencée par la méthode d'exploitation utilisée [1, 3, 5].

Cette propriété qu'ont les roches d'accumuler de l'énergie potentielle a été l'objet de recherches intensives dans nombre de laboratoires de mécanique des roches [1, 2]. Une des méthodes qui peut être utilisée pour mesurer partiellement cette énergie sur des éprouvettes soumises à une charge en compression est décrite dans cet article. Le principe de la méthode utilisée est basé sur l'enregistrement des vibrations causées par la rupture d'une éprouvette rocheuse et transmises au piston de la machine d'essai hydraulique. Les vibrations dues à la rupture de la roche sont enregistrées sur une jauge dynamique (figure 2). La jauge enregistre la vitesse des ondes les plus rapides à sa fréquence propre.

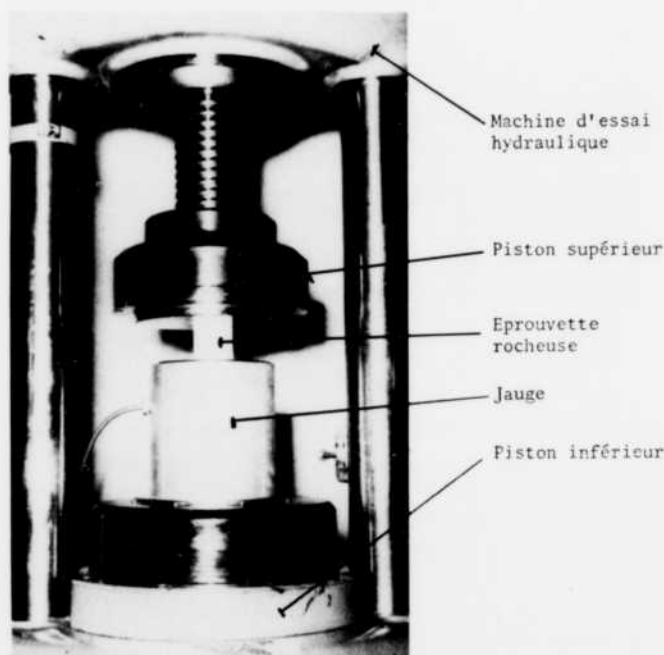


Figure 2 — Arrangement de la jauge et de l'éprouvette rocheuse à une machine d'essai hydraulique

Pour déterminer le travail mécanique total E_t , on applique une formule basée sur l'intensité des ondes élastiques au moment de la rupture de la roche :

$$E_t = \frac{1}{2} m \cdot w^2 \cdot A^2 \quad (1)$$

comme :

$$w = 2 \pi \sqrt{\quad} \quad (1a)$$

alors :

$$E_t = 2 \pi \sqrt{2} m A^2 \quad (2)$$

où :

E_t — l'intensité totale du travail mécanique (en kgm)

m — masse du piston incluant la masse de la jauge (kg)

A — amplitude (mètres)

$\sqrt{\quad}$ — fréquence (s^{-1})

w — vitesse angulaire (radians s^{-1})

Étant donné que la masse des éprouvettes rocheuses du piston et de la jauge est toujours constante (k), l'équation (2) est modifiée d'après la formule.

$$E_t = k \cdot \sqrt{2} \cdot A^2 \quad (3)$$

Durant des essais, on a trouvé que la valeur E_t n'exprime qu'une partie proportionnelle de l'énergie cinétique enregistrée sous forme d'ondes produites au moment de la rupture de l'éprouvette rocheuse. Ce phénomène était causé par l'imperfection de l'appareillage. Les valeurs E_t ont donc été enregistrées avec une perte due à une certaine absorption de l'énergie E_t dans le système, et une calibration du système a été effectuée pour vérifier cette perte. L'énergie ainsi enregistrée était considérée comme une énergie relâchée E_r (c'est-à-dire $E_r < E_t$) et elle peut servir (en valeur arbitraire) à élaborer une classification des roches susceptibles de contribuer aux coups de toit (tableau 1).

Description de l'appareillage utilisé

L'appareillage utilisé pour déterminer l'accumulation de l'énergie au moment de la rupture d'une éprouvette rocheuse est composé des éléments suivants :

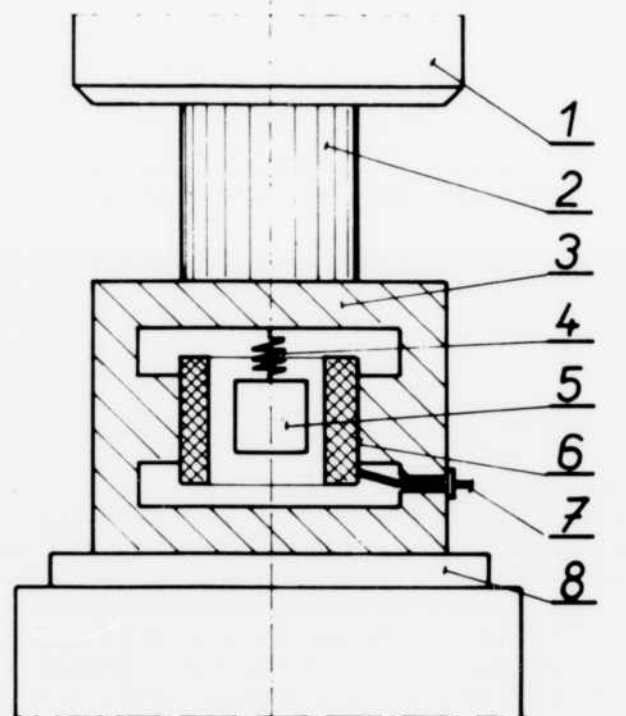
- jauge dynamique
- amplificateur à la fréquence propre
- oscilloscope

La jauge (figure 2) est installée directement sur le piston inférieur de la machine d'essai hydraulique et l'éprouvette est placée entre le piston supérieur et la jauge. La figure 3 montre le schéma de la jauge pour l'enregistrement des vibrations causées par la rupture de l'éprouvette (.2). Les vibrations engendrent un déplacement de l'aimant (figure 3.5) suspendu au ressort (.4) dans la bobine (.6). Le mouvement relatif de l'aimant cause des variations de voltage et, à l'aide d'un oscilloscope, on peut enregistrer les vibrations (figure 4). Bref, pendant l'essai, l'énergie potentielle accumulée dans l'éprouvette est brusquement transformée en énergie cinétique au moment de la rupture de la roche. La valeur de l'énergie cinétique E_r ainsi relâchée est calculée à partir de l'enregistrement des vibrations (figure 4) et à l'aide de l'équation (3). Les caractéristi-

TABLEAU I

Résultats obtenus sur les roches sédimentaires
et classification proposée pour évaluer le danger d'accumulation d'énergie

Type de roche (Mine [Jeremenko], couche [Makra] - Ostrava-Karvina)	Taux de changement t ($kg \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$)	Résistance en compres- sion uni- axiale σ ($kg \cdot cm^{-2}$)	Résultats des va- leurs moyennes		Nombre d'éprou- vettes d'essai	Classification des roches d'après la capacité d'une roche de produire un coup de toit	Energie relâchée E_r (kgm / cm^3)
			A (cm)	E_r ($kg \cdot cm^{-3}$)			
Argilite	7	500	0.40	59	5	1 Aucun danger d'accumulation d'énergie	<100
Grès argileux	5	585	0.54	80	5	2 Accumulation légère d'énergie	100 à 200
Grès à grains grossiers	7	872	1.14	168	5	3 Accumulation d'énergie aux roches de toit avec les fracturations bruyantes	200 à 300
Grès à grains moyens	5	819	3.00	443	5	4 Frappes au toit et coups de toit	300 à 400
Grès à grains fins	5	1126	4.80	708	5	5 Coups de toit violents	> 400



- 1 = piston supérieur
- 2 = éprouvette rocheuse
- 3 = corps de la jauge
- 4 = ressort
- 5 = aimant permanent
- 6 = bobine
- 7 = câble
- 8 = piston inférieur

Figure 3 - Schéma de la jauge pour l'enregistrement des vibrations

ques des vibrations dues aux essais sur les roches de différents types, notamment les valeurs de la fréquence et de l'amplitude, ont permis d'estimer l'intensité de l'énergie relâchée E_r au moment de la rupture des éprouvettes rocheuses. Cette procédure s'apparente au mécanisme des coups de toit observés dans certaines mines souterraines.

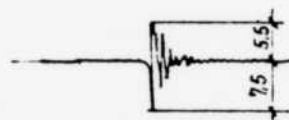


Figure 4 - Enregistrement des vibrations causées par l'énergie accumulée dans une éprouvette rocheuse (grès argileux) au moment de la rupture

Il faut bien noter ici que la vitesse de chargement des éprouvettes a été maintenue dans les limites recommandées pour les essais conventionnels en compression uniaxiale.

Calibration du système d'essai

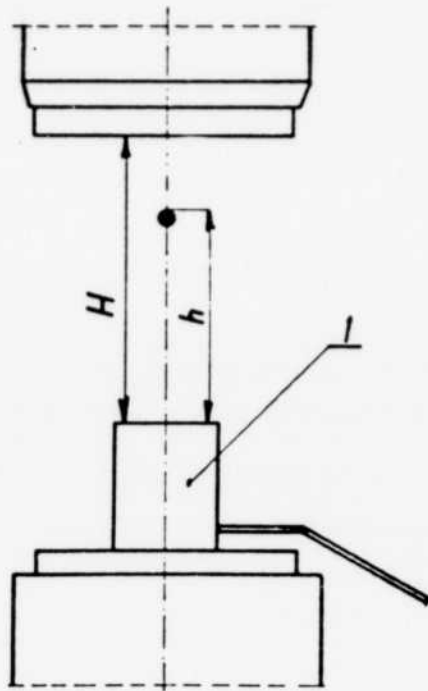
La calibration de l'appareillage conçu dans le but de déterminer la forme, la fréquence et le temps de durée des vibrations durant la rupture de différents types de roches a son fondement sur l'énergie permanente de la chute d'une bille à partir d'une hauteur connue H sur la jauge (figure 5). L'énergie de la bille est déterminée d'après l'équation :

$$E_p = G_k (H - h)$$

où :

- E_p - l'énergie due à la chute de la bille (kgm)
- G_k - la force causée par la bille (kg)
- H - la hauteur de la chute de la bille (m)
- h - la hauteur du rebondissement de la bille (m)

La calibration du système a été effectuée dans le but d'estimer la perte causée par l'absorption d'une partie de l'énergie relâchée (E_r). La différence entre l'énergie due à la chute de la bille et l'énergie enregistrée par le système (c'est-à-dire les pertes) a été estimée à environ



H = hauteur de la chute
 h = hauteur du rebondissement
 l = jauge

Figure 5 - Schéma de calibration de l'appareillage à l'aide d'une bille en acier

50%. Lorsque les conditions des essais sont toujours les mêmes, les pertes peuvent être exprimées sous forme d'un coefficient du système ou encore simplement négligées si tous les essais sont effectués avec le même appareillage.

Description des essais uniaxiaux et triaxiaux en compression

Il est bien connu que, lors d'un essai en laboratoire en compression uniaxiale, une déformation élastique se produit jusqu'à la limite d'élasticité des matériaux. La déformation de l'éprouvette au-dessus de la limite d'élasticité devient élasto-plastique et finalement plastique (en permanence) jusqu'à rupture. La rupture se produit donc lorsque la limite de résistance de l'éprouvette est atteinte. La rupture de la roche dépend alors des propriétés physico-mécaniques et des conditions d'essai (v.g. l'intensité de frottement interne sur des surfaces de glissement, etc.).

Lorsque la limite de résistance est atteinte dans des roches très résistantes, la rupture fragile se produit « par éclat » ; la limite d'élasticité et celle de la résistance coïncident pratiquement. En conséquence, les déformations permanentes sont presque nulles. L'intensité de l'énergie potentielle qui s'accumule dans l'éprouvette rocheuse jusqu'à la limite d'élasticité dépend donc de sa limite d'élasticité et de sa résistance en compression.

Les essais sur les mêmes types de roches soumises à des pressions confinées (dans le cas de la pression triaxiale) ont ainsi été effectués dans le but de vérifier la

capacité qu'ont les roches, soumises à des pressions, d'accumuler de l'énergie potentielle et de la transférer en énergie cinétique. Les résultats apparaissent à la figure 6.

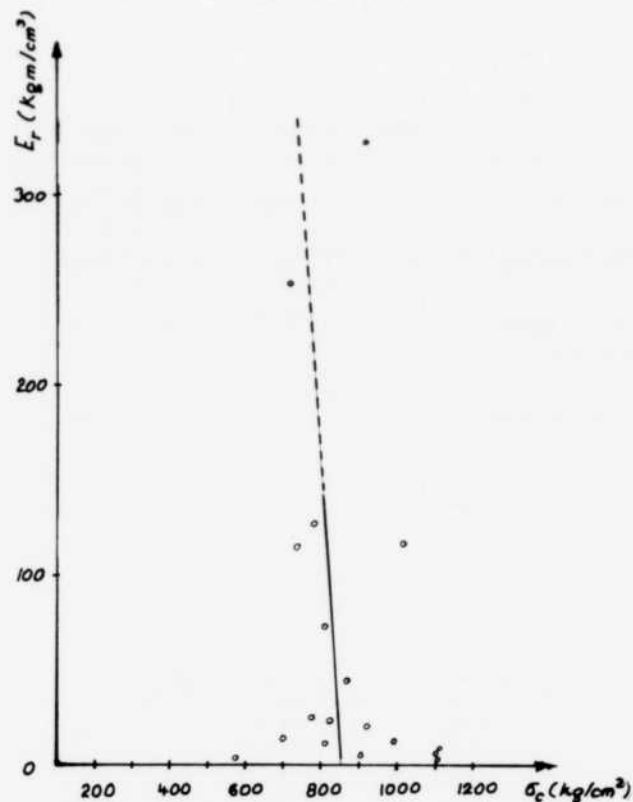


Figure 6 - Relation entre l'énergie relâchée enregistrée et la résistance en compression d'un siltstone

Description des essais en compression triaxiale

Les valeurs des limites d'élasticité, de résistance et d'énergie potentielle sont différentes lorsque l'éprouvette est soumise à des contraintes triaxiales ; la valeur de l'énergie potentielle étant alors plus grande. Si l'éprouvette est soumise à des contraintes triaxiales à proximité de sa limite de résistance et que la charge triaxiale est brusquement ramenée à une charge uniaxiale, la rupture par éclat se produit instantanément. L'énergie potentielle accumulée s'est brusquement transformée en énergie cinétique et en travail. Bref, cette nouvelle distribution de charge est la cause du changement de l'énergie potentielle qui se trouve sous la pression confinée (ayant une valeur plus grande que celle en compression uniaxiale) en énergie cinétique et en travail [2, 3].

Le but des essais en laboratoire décrits précédemment est d'obtenir des données de base relatives au comportement d'une éprouvette rocheuse à sa limite de rupture en compression. Les résultats obtenus sont ensuite appliqués à la prédiction de la possibilité d'un coup de toit au cours des travaux d'exploitation minière.

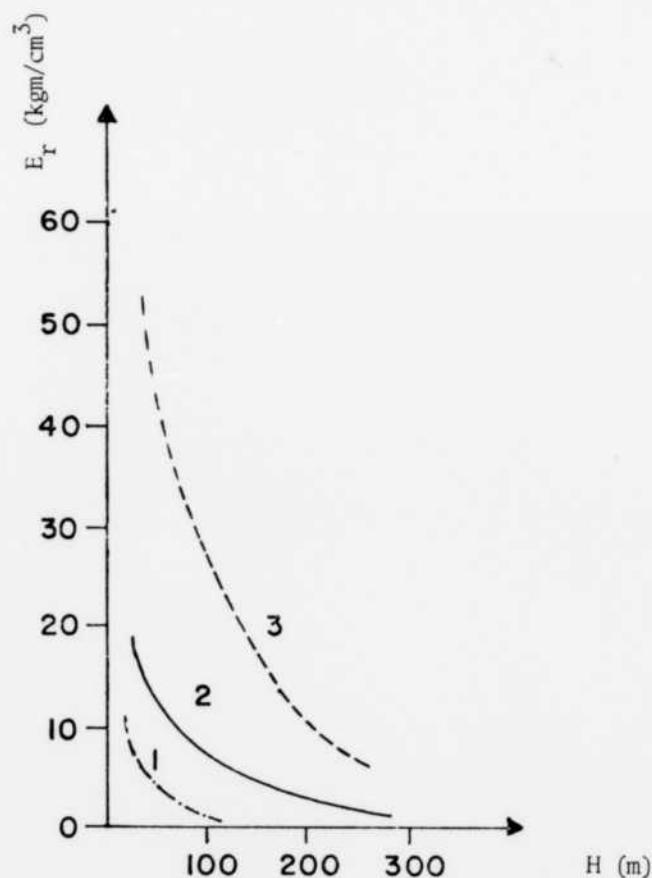
Discussion des résultats

Les échantillons rocheux ont été prélevés de la formation carbonifère du bassin houiller d'Ostrava-Karvina (Tchécoslovaquie). Les roches sédimentaires encaissantes ont été prélevées au voisinage des couches de charbon où des coups de toit ont été périodiquement observés, notamment à des profondeurs supérieures à 400 mètres.

La forme des éprouvettes préparées à partir des échantillons de roches du toit, du mur et intercalées dans des couches de charbon est cylindrique (dimensions : $d = 1 = 3,46$ cm). Le taux de chargement des éprouvettes a été limité de 5 à 7 kg/cm²/s. Les résultats sont indiqués au *tableau 1*.

À la *figure 6*, une tentative de relation entre l'énergie relâchée et la résistance en compression uniaxiale d'un siltstone est présentée. Il est évident qu'aucune relation significative n'y a été trouvée.

La *figure 7* présente les résultats obtenus pour trois types de roches soumises à une pression latérale correspondant aux différentes profondeurs. Les résultats indiquent que le confinement latéral amortit la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique. Ce phénomène mérite d'être vérifié par une recherche spécifique portant sur un grand nombre d'essais.



1 = grès argileux
2 = grès à grains fins
3 = grès à grains moyens

Figure 7 — Intensité d'énergie relâchée E_r durant les essais triaxiaux correspondant à différentes profondeurs H


De même, les roches examinées ont été soumises à une analyse microscopique détaillée dans le but de déterminer leur composition minéralogique (quartz, plagioclase, carbonates, etc.). Aucune relation importante entre l'énergie relâchée et la concentration de ces minéraux n'a été observée.

Conclusion

Cet article a pour but de contribuer à une meilleure compréhension du mécanisme des coups de toit. D'une part, il est évident que les phénomènes de pression et de déformation qui précèdent les coups de toit sont plus compliqués dans la nature que lors de l'essai d'une simple éprouvette rocheuse en laboratoire. D'autre part, les expériences pratiques indiquent que le phénomène de coup de toit est relié à cette capacité qu'ont les roches d'accumuler de l'énergie potentielle et de la transformer brusquement en énergie cinétique causant ainsi les coups de toit. Une classification de roches provenant d'une région où les coups de toit ont été enregistrés pendant des décades peut contribuer à une meilleure connaissance de ce problème.

La recherche a démontré que des éprouvettes rocheuses relâchent une énergie spécifique pour les différents types de roches. Du point de vue coup de toit, les roches les plus dangereuses sont les grès à grains fins (*catégorie 5 au tableau 1*).

Le *tableau 1* indique aussi cinq catégories de roches proposées d'après leur énergie relâchée. De plus, les relations suivantes ont ainsi été constatées :

- l'intensité d'énergie relâchée n'est pas en fonction de la résistance en compression (*figure 6*) ;
- l'intensité d'énergie relâchée durant les essais triaxiaux semble correspondre à différentes pressions latérales (v.g. différentes profondeurs (*figure 7*)). Cette relation mérite d'être examinée dans une recherche plus poussée. 

BIBLIOGRAPHIE

1. DENKHAUS, H., ROUX, N. : « A Study into the Mechanical Properties of Rock with Special Reference to their Bearing on the Occurrence of Rock-bursts ». South African Mech. Eng., Vol. 8, No. 3, 1958.
2. HUCKA, V. : « Determination of Physical and Mechanical Properties of Sedimentary Rocks ». Unpublished Research Report III - 1.3/1, (in Czech), Min. Res. Inst., Ostrava-Radvanice, 1968.
3. KVAPIL, R. : « Über natürliche Gesteine und Über den Mechanismus der Gesteinszerstörung durch Zersplittern bei Gebirgsslägen », Freiburger Forschungshefte, A 156, VEB Leipzig, 1961.
4. OSMANAJIC, M. : « Expériences acquises dans la lutte contre les coups de toit ». Rev. Industrie Minérale, Vol. 49, no 7, 1967.
5. PFORR, H. : « Untersuchungen zur Gebirgsschlaggefahrlichkeit von Gesteinen des Kalibergbaus », Freiburger Forschungshefte, A 332, VEB Leipzig, 1965.



Le tuyau "à j" peut "p"



"HEL-COR"^{M.D.} Armco joint soudé

prendre la pression".

**Le tuyau de tôle ondulée le plus étanche
fabriqué au Canada... offre économie et
grande flexibilité d'utilisation.**

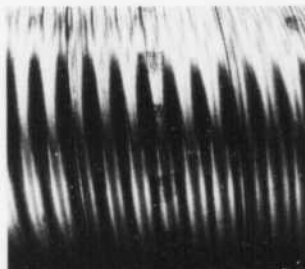
Une innovation Armco: le tuyau "HEL-COR" avec un joint soudé en continu, des ondulations annulaires universelles aux extrémités et des bandes d'accouplement "HUGGER" avec garnitures "O-RING".

La durabilité du tuyau de tôle ondulée a été démontrée par plus de 70 ans d'applications pratiques, et ces résultats ont été corroborés par 80 études impartiales réalisées par des ingénieurs en Amérique du Nord.

Le nouveau "HEL-COR" à joint soudé offre de toutes nouvelles possibilités dans la conception technique des conduites d'égout pluvial et des systèmes de tuyaux à basse pression.

Parmi les nombreux avantages offerts, mentionnons une préparation d'assise et une excavation minimums, un joint étanche facile et économique à installer, et des sections de tuyaux ayant jusqu'à 9 mètres de longueur pouvant être mises en place à l'aide de tout outillage léger.

Demandez des détails complets au sujet du premier tuyau de tôle ondulée et à joint soudé au Canada. Le tuyau "HEL-COR" à joint soudé est également offert avec un revêtement bitumineux ou le revêtement lisse "Smooth-Flo"^{M.D.}



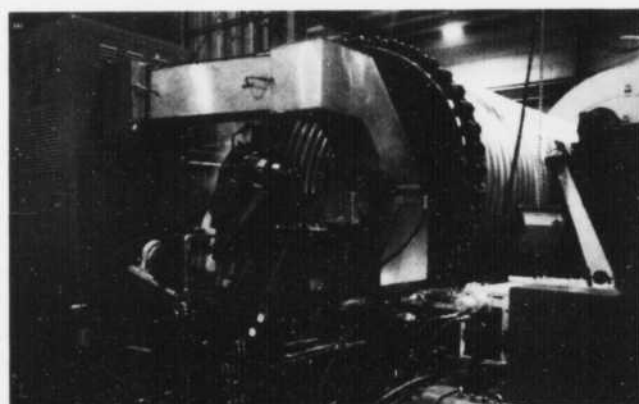
Le joint continu du tuyau "HEL-COR"



La bande d'accouplement "HUGGER", installée sur place, du tuyau "HEL-COR"



Le tuyau arqué, l'autre forme de tuyau "HEL-COR" qui vous est offerte



Le tuyau "HEL-COR" est fabriqué à la nouvelle usine de Saint-Augustin au Québec.



ARMCO CANADA LIMITÉE, Guelph, Ontario N1H 6P2

Bureaux de vente: Vancouver, Edmonton, Calgary, Regina,
Winnipeg, Toronto, Ottawa, Saint-Lambert et Saint-Augustin (Québec),
Sackville (N.-B.), Saint-Jean et Bishop's Falls (T.-N.)

GRÂCE À PHILIPS, LES INGÉNIEURS NE PERDENT PLUS UN TEMPS PRÉCIEUX À RÉPONDRE AU TÉLÉPHONE.



Si vous êtes propriétaire d'entreprise, vous avez sûrement plus d'un chat à fouetter. Il vous faut courir ici et là pour bien servir vos clients et, plus souvent qu'autrement, vous ne pouvez être au bureau pour répondre au téléphone. Vous ne pouvez donc pas répondre à la demande, c'est le cas de le dire.

Il vous faudrait un système de réponse téléphonique Philips. Le Code-A-Phone par exemple, ne coûte environ que \$1.00 par jour. Il prend tous vos messages même si vous êtes absent du bureau. Il permet d'enregistrer votre propre message à l'intention des clients et bien sûr de prendre celui des clients jusqu'à concurrence de 30 minutes.

Son modulateur de télécommande vous donne la possibilité de savoir qui vous a téléphoné même si vous êtes à l'extérieur du bureau. Ce modulateur de poche couplé

au téléphone vous fait entendre la bande enregistrée de vos messages. C'est tout un avantage!

Vous pouvez vérifier en un rien de temps si vous avez reçu un appel d'un client éventuel... et le rappeler sans délai avec succès!

Il y a toute une gamme de systèmes de réponse téléphonique Philips. Ils sont faciles à utiliser et fiables. Ce n'est pas pour rien que plusieurs compagnies de téléphone les vendent partout au Canada.

Renseignez-vous dès aujourd'hui sur les systèmes de réponse téléphonique Philips. Si vous ne le faites pas, vous ne saurez jamais ce que vous manquez.

Les systèmes de réponse téléphonique Philips.



**Code-A-Phone...
votre porte-parole**

LE FINANCEMENT DE LA PME AVEC APPLICATION AUX ENTREPRISES À TECHNOLOGIE DE POINTE

par Paul Dell'Aniello, Ph.D., L.Sc.Com.*

Sommaire

L'article introduit d'abord les problèmes généraux de la PME, la mauvaise qualité du management et le manque de fonds. Il traite ensuite des particularités de la PME. C'est-à-dire une définition large et une évaluation de la place occupée par la petite entreprise au Canada et au Québec en termes de valeur et de main-d'œuvre. Le texte amène ensuite la notion de financement et cite les problèmes de nature financière, liquidité et rentabilité, avec une énumération des causes possibles.

La dernière partie du texte traite des possibilités de faire face aux problèmes déjà cités, en mentionnant d'abord les caractéristiques des principales sources de fonds et ensuite les sources d'aide à la gestion. L'accent est alors mis sur les institutions ou programmes orientés vers les entreprises innovatrices.

Introduction

Les deux problèmes les plus généraux de l'ensemble des PME sont la mauvaise qualité du management et le manque de fonds[1]. Ils se retrouvent autant dans les entreprises commerciales que dans les entreprises industrielles à technologie de pointe. Même si, à première vue, les problèmes financiers des PME à technologie de pointe se présentent d'une façon différente, à l'examen il ressort que les problèmes de financement qu'elle tra-

verse sont de même nature que ceux de toute PME. Dans leur cas il est bien clair que le lancement de l'entreprise est une période critique plus difficile à financer que dans le cas de PME plus traditionnelle.

Toute PME fait face aux mêmes problèmes lorsque vient le temps de trouver du financement. Elle doit par exemple prouver la rentabilité de son projet d'investissement. Il sera d'autant plus difficile de faire admettre cette rentabilité si le projet en question implique une technologie de pointe. En effet, le gérant de banque ou l'officier de crédit de n'importe quelle institution financière sera souvent inexpérimenté dans les prêts pour ce genre d'investissement. D'où une certaine réticence à accorder le financement demandé. La petite entreprise à technologie de pointe devra alors se tourner davantage vers les prêteurs individuels surtout pour le lancement de nouveaux projets. Dans ce contexte, le présent article s'intéresse au problème général du financement des PME tout en essayant, lorsque ce sera possible, de faire des applications à l'entreprise dite de haute technologie. Il sera traité premièrement des particularités de la PME, deuxièmement de la spécificité des problèmes de la PME, troisièmement des problèmes de financement, quatrièmement des sources de financement.

Particularités de la PME

Selon l'honorable A.C. Abbott, ancien ministre d'État à la petite entreprise du Canada, il y aurait « plus de 800,000 petites entreprises au Canada qui emploient plus de 1,850,000 personnes et représentent environ 33% de la main-d'œuvre du secteur privé et plus de 20 % du PNB »[2].

Au Québec, il y a environ 90,000 PME dont 10,000 entreprises manufacturières et selon les meilleures esti-

*
L'auteur :

M. Paul Dell'Aniello est diplômé de l'École des Hautes Études Commerciales (L.Sc.Com.). En 1964, il obtenait son Ph.D. en management de l'Université Columbia. Il fut professeur, puis directeur aux HEC. Depuis 1976, il est professeur à l'Université du Québec à Montréal et titulaire de la Chaire Macdonald Stewart de l'UQAM. Monsieur Dell'Aniello est également membre de plusieurs conseils d'administration. Il a à son actif plusieurs publications et études. Par exemple, une étude sur le problème de la continuité dans la PME québécoise, effectuée pour le compte du MIC en 1977.

mations du MIC environ 80,000 PME dans les domaines du commerce et des services. Tout en notant la difficulté de distinguer entre la notion d'entreprise et celle d'établissement, notons quand même l'importance de la PME du Québec telle que rapportée dans les revues Commerce et Le Point 1977. Monsieur Claude Desjardins écrit que la PME emploie près de 50% de la main-d'œuvre et produit 44% de la valeur des livraisons[3] au Québec.

Ces chiffres parlent d'eux-mêmes et démontrent l'importance de la PME dans notre économie. Pourtant, la notion même de PME ne recouvre pas la même réalité pour tous. Une recherche récente rapporte 75 définitions différentes de la PME allant jusqu'à inclure comme PME, American Motors qui a près de 30,000 employés, des actifs et des ventes de près d'un milliard. La description d'une PME peut se faire à l'aide d'un éclairage qualitatif et de critères quantitatifs, le tableau I reprend quelques descripteurs des PME.

TABLEAU I

Descripteurs de la PME

Qualitatifs	Quantitatifs
Fusion entre propriété et management	Nombre d'employés
Importance marginale dans son secteur	Volume des actifs
Marché régional	Volume des ventes
Structure administrative simple	Profits
Capitalisation privée	
Accès limité ou nul au marché des capitaux	

Tenter de cerner un concept aussi flou que celui de PME restera toujours aussi difficile que de tenter de saisir une boule de mercure entre les doigts. Par ailleurs la nécessité du quotidien fait que sur le plan opérationnel, le législateur, le fonctionnaire ou le prêteur se donnera AD HOC, à partir d'une grappe de critères mentionnés, l'image de la PME qui lui sied. Ainsi, le ministre d'État à la petite entreprise déclare avoir « choisi le nombre d'employés comme paramètre le plus acceptable et... qu'une petite entreprise serait celle qui emploie moins de 100 personnes dans le secteur manufacturier et moins de 50 personnes dans tous les autres secteurs ».

De son côté, le ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec classe comme PME manufacturière celles qui comptent moins de 200 employés avec des actifs de moins de \$6 millions alors que la PME des secteurs commerce et services compte moins de 30 employés avec des ventes inférieures à \$5 millions.

Spécificité des problèmes de la PME

Ford a probablement perdu plus d'un demi-milliard de dollars dans l'aventure Edsel, RCA y serait allé de quelque centaines de millions avant de tourner la page sur un projet d'ordinateur. Malgré tout, ces deux entreprises existent encore et même se portent bien. Pendant que ces géants se joignaient au Club bien fréquenté des grands perdants, des PME du Québec fermaient leurs portes suite à UNE erreur de quelque dizaine de milliers de dollars. Qu'on se rappelle nos expériences de fabrication de motoneiges, de voitures sports, de maisons modulaires. Il semble que la PME n'ait pas droit à une deuxième chance.

La PME se distingue en tout premier lieu de la grande entreprise par sa *vulnérabilité* qui est due à une absence de masse critique au niveau des ressources humaines, technologiques et financières. Un seul échec peut être la cause d'une faillite. En fait, on estime qu'en Amérique du Nord, 80% des PME disparaissent avant d'avoir atteint l'âge de trois ans. La maison Dun & Bradstreet avance que 84% des entreprises auraient une vie de moins de cinq ans. Le taux de *mortalité infantile est très élevée* chez les PME. Si l'on essaie d'analyser les causes de ces faillites on s'aperçoit qu'elles varient beaucoup selon notre source de renseignement. L'homme d'affaires ramène les causes de ses problèmes sous deux têtes de chapitre soit, le manque de capitaux et le manque de chance. Chez les chercheurs, comme par exemple le professeur Knight de Western, on identifie deux causes principales de faillites, soit une mauvaise information comptable et une mauvaise étude du marché. Dun & Bradstreet, dans sa « Classification des causes de faillites commerciales au Canada », identifie comme principales causes de faillites : le manque de compétence administrative et le manque d'expérience.

Une autre caractéristique des PME réside dans la façon dont les différentes fonctions prennent chez elles une importance relative guidée plutôt par le hasard, les contraintes humaines que par une organisation faite en fonction des besoins. Le promoteur de la PME est souvent un ex-technicien ou un ex-vendeur. Très peu d'entre eux ont eu l'occasion de se préparer aux techniques comptables, aux budgets, aux calculs des prix de revient et encore moins aux négociations nécessaires au financement à court et à long terme.

La cause apparente d'une faillite est toujours le manque de fonds, l'incapacité de faire face à ses obligations, même si, comme nous l'avons vu précédemment, ceci peut n'être qu'un symptôme d'une mauvaise approche de marketing, de production, de contrôle ou encore un manque d'expérience manageriale ou un manque d'expérience dans le domaine. Une des conséquences du manque de formation en finance est le peu d'intérêt que les dirigeants de PME mettent à la préparation d'un plan d'entreprise ou bien d'un dossier de projet bien monté pour supporter leur demande d'emprunt.

Ces hommes d'affaires sont avarés de mots ou sont incapables de traduire en langage simple les caractéristiques techniques de leur produit. Ils font souvent l'erreur de ne pas bien vendre leur entreprise ou leur pro-

jet en ne prenant pas le temps de les présenter à des prêteurs sous un éclairage qui plaît ou qui est compris par des financiers. « Si le plan n'est pas bien élaboré, l'entreprise ne mérite pas d'être financée » lit-on dans un document spécialisé[4]. De plus, si le plan n'est pas bien présenté, il ne retiendra pas l'attention des prêteurs. Un plan bien présenté doit assurer le prêteur que ses fonds seront garantis. Les renseignements financiers doivent comprendre :

1. les états financiers réels et vérifiés pour au moins les cinq dernières années, comprenant les bilans et les états de pertes et profits, ainsi qu'un état récapitulatif des cinq dernières années destiné à faciliter les études de investisseurs ;
2. des états financiers provisoires établis pour chacun des 12 derniers mois et chacun des cinq derniers trimestres, pour faciliter la comparaison mois par mois entre les résultats et les prévisions de l'entreprise ;
3. des projections des liquidités mobiles et des profits établis pour chacun des 24 prochains mois et chacun des trimestres des trois prochaines années. Il est préférable d'établir trois séries de prévisions : les plus pessimistes, les plus optimistes et les plus probables. L'analyse des liquidités mobiles doit indiquer le calendrier et les montants des fonds ainsi que leur provenance et leur utilisation. Il faut déterminer avec précision les besoins des capitaux et faire des commentaires sur la provenance de ces fonds en mentionnant le calendrier des besoins prévus, le montant et le coût des emprunts ;
4. des bilans provisoires pour chacune des cinq prochaines années ;
5. la ventilation des coûts en frais fixes et frais variables, avec détermination du point mort comptable et du point mort de trésorerie ;
6. un état donnant des renseignements au sujet des emprunts en cours ;
7. une description complète des principes et des méthodes comptables de l'entreprise.

Le lecteur nous excusera de ne pas aller en profondeur dans notre analyse puisque cet article n'a pas pour objectif d'examiner des problèmes de PME mais d'aborder dans une première partie la PME sous l'angle de ses problèmes financiers et dans une deuxième partie de faire un examen des sources de fonds qui s'offrent à ce type d'entreprises.

Les problèmes de financement

Toute entreprise, quelle que soit sa taille, doit faire face à deux problèmes de nature financière : le problème de *liquidité* et celui de *rentabilité*. En effet, toute entreprise grâce à ses ventes reçoit des entrées de fonds qui lui permettent de liquider ses obligations financières variées comme les salaires, les achats de marchandise, d'équipements, les taxes, etc. De plus, ses opérations doivent permettre, si l'entreprise est en bonne santé, de fournir un rendement raisonnable sur les capitaux investis par les propriétaires. La comptabilité s'est développée autour de ces deux notions de liquidi-

té et de rentabilité afin de fournir aux preneurs de décisions la capacité de naviguer entre ces deux problèmes en sachant ce qui se passe.

L'instinct, le flair donnent de la voile à l'entreprise alors que l'information financière sur la liquidité et la rentabilité lui donne du gouvernail. Ainsi toute vente n'est pas nécessairement une bonne vente même si elle est faite au prix de la concurrence. Le calcul du prix de revient est l'outil qui permet de savoir à quel prix on doit vendre un produit. Or, lors d'une recherche que la Chaire Macdonald Stewart a menée dans des PME, il était remarquable de noter que beaucoup de PME manufacturières laissaient la concurrence déterminer leur prix de vente sans tenir compte de différences possibles au niveau des coûts de fabrication, au niveau d'une technologie différente ou même au plan d'une course de production moins longue.

Le flair ou l'enthousiasme ne sont pas non plus les meilleurs conseillers dans les problèmes de liquidité. Combien d'hommes d'affaires, par exemple dans les entreprises de construction, ont eu la « surprise » de se faire dire par leur comptable que l'année avait été très rentable alors que le compte de banque est à sec au point où l'entreprise a de sérieux problèmes l'empêchant de payer ses fournisseurs. Il est vrai qu'en regardant par sa fenêtre, cet homme d'affaires pourrait voir deux ou trois nouvelles pièces d'équipement spécialisé où sont gelés les profits de l'année. Ces situations paradoxales à première vue sont classiques, une bonne compréhension de l'information financière est le seul fil d'Ariane qui permet au preneur de décisions de s'y retrouver. Dans la grande entreprise, le trésorier, le contrôleur, le comptable de prix de revient, quelquefois même le vice-président aux finances sont des spécialistes qui assistent la direction dans sa prise de décision, en lui permettant par exemple d'arbitrer les conflits entre l'agressivité du gérant des ventes et le conservatisme du contrôleur, entre le gérant de production et son goût pour de nouvelles machines et le trésorier avec ses problèmes de marges de crédits bancaires. Or, dans la PME, ces spécialistes n'existent pas. Toutes ces décisions sont souvent centralisées sur une même personne, le dirigeant, qui, comme nous l'avons vu, n'a pas toujours une préparation adéquate dans ces domaines mais plutôt des antécédents spécialisés, soit dans la vente, soit dans la production. Il doit avoir la vision de procurer à l'entreprise le gouvernail que lui-même ne peut pas fournir, sinon ce sera presque inévitablement la faillite dans les toutes premières années.

Sans une utilisation même élémentaire des outils financiers comme le budget d'opération, le budget de caisse, les ratios et l'examen des états financiers, la PME, voguant sans planification financière, s'en va au désastre. Les problèmes financiers sont toujours latents et ne se règlent pratiquement jamais par eux-mêmes. C'est pourquoi, lorsqu'on attend pour les régler qu'ils apparaissent, il est souvent trop tard. Or, c'est généralement ce qu'un bon vendeur intéressé à vendre et un bon chef de production intéressé à produire feront instinctivement. Ils ne s'intéresseront pas à un domaine qui leur est étranger en se laissant bercer par l'illusion qu'un bon produit vendu en grande quantité ne peut pas créer de problèmes.

Dans un article intitulé « La gestion financière de la PME », monsieur Yvon G. Perreault, professeur à l'UQAM, faisait la liste de huit « erreurs » de la gestion financière de la PME qui peuvent entraîner... la faillite :

- le manque de planification et de contrôle de l'exploitation et des besoins d'argent ;
- le financement d'actif immobilisé par du passif à court terme ;
- un investissement trop élevé dans les stocks ;
- le manque d'analyse de la rentabilité des divers produits ;
- la négociation d'un emprunt inférieur aux besoins ;
- la gestion inefficace des comptes à payer et des comptes à recevoir ;
- les mauvaises relations avec les ressources extérieures ;
- le contrôle inefficace des dépenses de l'entreprise.

En fait, si l'on essaie de regrouper les causes de ces erreurs on s'aperçoit qu'elles sont de deux ordres. *Premièrement*, manque de connaissance en finance et en comptabilité, *deuxièmement*, mauvais équilibre financier de l'entreprise. Pour ce qui a trait au manque de connaissance, les solutions sont évidentes. La notion d'équilibre, elle, mérite qu'on s'y arrête car elle est de deux ordres. On peut par exemple, si l'on garde à l'esprit un bilan, parler d'équilibre horizontal et d'équilibre vertical.

Une entreprise qui finance ses diverses catégories d'actif par le passif approprié est en équilibre horizontal. La faute la plus répandue consiste, d'après les nombreux aveux des directeurs de banques qui ont participé à nos programmes de formation, à financer des immobilisations, de l'équipement par la marge de crédit bancaire ou tout autre passif à court terme.

Par ailleurs, on dira qu'une entreprise dont la structure de capital repose sur une base adéquate est en équilibre vertical. Seules les institutions financières, de par leur nature, sont des entreprises dont le passif est un multiple élevé de la mise de fonds des propriétaires. En général, une entreprise manufacturière ou commerciale aura une capitalisation suffisante pour lui permettre de faire face à ses paiements d'intérêt, ses remboursements de dettes à long terme, tout en accordant un dividende suffisant aux actionnaires. Si la structure financière repose sur une base trop réduite, de nombreux problèmes surgiront rapidement. Ce sera, par exemple, l'empêchement de croître au taux désiré. Ce pourrait être aussi l'impossibilité de pouvoir traverser une récession temporaire alors que les revenus diminuent mais que les remboursements d'hypothèque, d'achat d'équipement, les frais fixes en général se maintiennent. On fera facilement le lien entre une capitalisation inadéquate, la notion d'équilibre instable et la vulnérabilité dont nous faisons mention au début de l'article.

Les sources de financement

Nous avons vu que, même si à première vue, la plupart des problèmes de PME présentent une facette financière, ils ont surtout leur source dans des carences administratives. L'argent ne viendra jamais régler tous les problèmes de la PME et souvent, au contraire, viendrait les aggraver. Dans cette partie nous nous limiterons à présenter les sources de financement qui s'offrent à la PME lui permettant de solutionner certains des problèmes que nous avons signalés dans la partie précédente. Quoiqu'on en dise, il existe au Canada de très nombreuses sources de capitaux disponibles à la PME. Chacune de ces sources, comme nous le verrons, ne peut pas régler tous les problèmes de toutes les PME. Elles se sont spécialisées et, comme telles, sont mieux en mesure d'offrir les bons outils dans leur domaine. Ainsi certaines sont des prêteurs à long terme ou à court terme alors que d'autres sont plutôt des investisseurs prêts à prendre des risques plus ou moins élevés.

L'entrepreneur doit donc préciser la nature de son besoin et souvent, à l'aide des conseils de son comptable, identifier la source de fonds la plus susceptible de lui rendre service. En faisant ceci il doit tenir compte des exigences variées des diverses sources de fonds et présenter un projet d'investissement ou de financement qui donne les renseignements pertinents sur le secteur qu'il exploite, l'âge de l'entreprise, son histoire de rentabilité, ses avantages concurrentiels et sa capacité de rembourser.

Il ne faudrait pas croire que les professeurs d'universités sont les seuls à voir les problèmes de la PME comme multi-dimensionnels dont les causes sont autant administratives que financières. En effet, un nombre croissant de sources de fonds limitent de moins en moins leur intervention dans l'entreprise à une simple injection de capital. Ainsi certaines d'entre elles, par exemple les SODEQ et la BFD, offriront en parallèle des services conseils en management, marketing, finance et production. D'autres, en exigeant une présence au conseil d'administration, forcent en quelque sorte la PME à faire de la planification à long terme, à établir une stratégie et des politiques cohérentes. De toute manière, par le simple fait d'exiger un dossier complet couvrant non seulement le financement mais aussi les aspects marketing et management, le prêteur éventuel rend automatiquement un service important à l'emprunteur.

Dans le cadre de cet article, nous ne pouvons que signaler les caractéristiques des principales sources de fonds. Le lecteur qui voudrait plus de renseignements sur ces sources et sur d'autres que nous n'avons pu mentionner devrait consulter les publications suivantes :

- *Sources des capitaux spéculatifs au Canada*. Une publication du Ministère des Approvisionnements et Services du Canada. No C2-48/1978F.
- La série *Votre Affaire c'est Notre Affaire* de la Banque Fédérale de développement.
- *Comment financer votre entreprise*. Le numéro 1 de la série *Vos Affaires* publiée par la Banque Royale.

- *Répertoire des mesures d'assistance technique et financière des gouvernements fédéral et provincial à l'industrie et au commerce au Québec*, publié par la Chambre de Commerce de la Province de Québec.
- *La politique de la petite entreprise*, Ministre d'Etat petite entreprise, Gouvernement du Canada.
- *Loi concernant les sociétés de développement de l'entreprise québécoise et modifiant la loi sur les impôts*, Editeur officiel du Québec, Novembre 1977.

Notre expérience dans le domaine des PME nous a rendu méfiants face à l'utilité de la documentation : le dirigeant de PME n'est pas un grand lecteur. C'est pourquoi en plus de ces documents, face à un problème de financement, nous conseillons au dirigeant de PME de consulter des spécialistes qui pourront l'aider à identifier la source qui lui convient. De plus, ces experts seront en mesure, selon le souhait, d'entreprendre l'éducation financière des dirigeants de PME et de servir soit de conseiller, de banquier ou de comptable. Certains fonctionnaires pourront même assister le dirigeant dans la constitution de son dossier et peut-être même dans la négociation avec le prêteur ou l'investisseur.

Les moyens de financer une PME, peu importe qu'elle soit ou non à l'avant-garde de la technologie, varient peu. A peine peut-on identifier, en plus des sources ordinaires de financement, quelques programmes spécifiques des différents niveaux de gouvernement.

Pour les gouvernements, le coût des stimulants spéciaux est minime et les résultats en sont très profitables. C'est pourquoi, quelques initiatives gouvernementales par exemple au fédéral le Conseil national de recherches, tentent de satisfaire les besoins en matière de recherche industrielle au Canada par l'entremise de ses laboratoires, de son personnel de consultation, de ressources de renseignements techniques, de subventions, de contrats et d'autres genres d'aide.

- Le programme d'aide à la recherche industrielle vise à aider les sociétés désireuses d'accroître leur champ d'activité par la mise au point de nouveaux produits. L'aide se traduit par le partage à environ 50% du coût des projets de recherche.
- Le programme de laboratoire vise à promouvoir un transfert accéléré vers l'industrie des fruits de la recherche des laboratoires du Conseil national de recherches. Dans le cas de risque considérable, il se peut que le programme absorbe entièrement les frais de développement.

Les derniers budgets fédéraux ont prévu de nouvelles et importantes incitations fiscales pour stimuler la recherche et le développement industriels. Une des mesures s'adresse spécialement à la PME. Le gouvernement a prolongé jusqu'à une date indéfinie le crédit d'impôt à l'investissement qui s'applique à la recherche et au développement de 5 à 10%, proposée dans le budget de mars 1977, tout en accroissant le crédit jusqu'à 25% pour toutes les petites entreprises canadiennes.

Au niveau provincial, la SDI offre un programme d'assistance financière aux entreprises manufacturières

à technologie moderne. L'aide est accordée sous les formes suivantes :

- subvention sous forme de bonification d'intérêt sur les emprunts ;
- prêt à moyen ou à long terme consenti aux taux du marché et garantie de prêt ;
- participation minoritaire au capital actions de l'entreprise.

Pour satisfaire aux besoins de fonds à plus long terme des entreprises, il existe une gamme d'institutions utilisant des instruments très variés. Certains de ces instruments sont essentiellement des prêts garantis par des actifs immobilisés alors que d'autres sont carrément des investissements en capital actions. Plusieurs investisseurs à long terme utilisent une combinaison d'instruments comme par exemple un prêt à long terme et l'achat d'un bloc d'actions ordinaires ou privilégiées ou des options d'achat.

Le tableau III fournit des détails sur quelques-unes des institutions qui œuvrent dans ce domaine. Le lecteur désireux d'avoir plus de renseignements pourra se référer aux documents cités précédemment.

Nous avons donné dans les tableaux II et III un aperçu des institutions les plus actives dans le domaine du financement des PME. Par ailleurs les divers niveaux de gouvernements offrent des mesures d'assistance technique financière et fiscale qui ont des effets directs sur la solution des problèmes financiers de certaines PME. Par exemple sur le plan fiscal notons les mesures suivantes :

- simplification du transfert de PME familiales ;
- déduction pour amortissement ;
- traitement des dépenses pour la recherche et le développement ;
- crédit d'impôt à l'investissement ;
- allocation de régularisation de stocks ;
- taux d'imposition plus faible des PME.

C'est à dessein que nous ne donnons pas d'explication sur ces mesures car selon les priorités des gouvernements, elles ont tendance à être modifiées d'un budget à l'autre. Il en va de même des mesures d'aide technique et financière des différents gouvernements. C'est pourquoi nous vous conseillons de consulter les organismes suivants qui se sont donné comme rôle, entre autres, de recueillir de l'information à jour sur les programmes existants. Dans certains cas, en plus de fournir de l'information, on pourra même piloter la PME vers la personne qui est responsable du programme pertinent. Mentionnons en premier lieu « Centre des entreprises » créé par le ministre fédéral de l'Industrie et du Commerce dans le but de renseigner les PME sur les programmes et services offerts pour elles aux plans technique, financier et fiscal.

Nous avons déjà mentionné la présence de la BFD comme investisseur au service de la PME. Cette importante institution a bien compris qu'aux problèmes financiers se greffent toujours des problèmes de management. C'est pourquoi, en plus des capitaux, elle agit

Qui finance quoi ?

Le tableau II présente les principales sources de financement à court et moyen termes en indiquant pour chacune certaines caractéristiques utiles.

TABLEAU II

Sources et types de financement à court terme et moyen terme

FINANCEMENT OFFERT				
Sources	Besoins	Outils	Garantie	Modalités
BANQUES	– Financement des opérations courantes – Fonds de roulement	– Marge de crédit	– Endossement personnel – Lien sur actifs	– Remboursement souple
	– Financement des comptes à recevoir	– Prêt avec transport de dette de livre	– Les comptes à recevoir	– Remboursement selon le volume et selon l'entente
	– Financement des stocks	– Prêt selon section 88	– Les stocks	
	– Équipement	– Prêt budgétaire		– Remboursement selon la vie de l'actif
	– Amélioration d'entreprise	– Prêt aux Petites Entreprises	– Gouvernement	– Remboursement selon la vie de l'actif – L'entreprise ne doit pas avoir plus de \$75.000. de dettes – Requéant doit fournir une part raisonnable
	– Expansion, modernisation	– Prêts consentis par le MEER	– Gouvernement	– Moyen terme
	– Exportation	– Prêts de la Société pour l'Expansion des Exportations (S.E.E.)	– Gouvernement	
COMPAGNIES DE « FACTORING » AFFACTURAGE	– Financement des comptes à recevoir	– Prêt ou achat des créances	– Les comptes à recevoir	– Négociation individuelle pour déterminer le taux d'intérêt et le montant des remboursements
	– Financement des stocks	– Prêt ou achat de créances	– Les stocks	– Négociation individuelle pour déterminer le taux d'intérêt et le montant des remboursements
FOURNISSEURS	– Financement des matières premières	– Vente à crédit	– Nulle ou privilège (construction)	– Possibilité d'escompte ou paiement d'intérêts selon échéance
	– Financement des marchandises	– Vente à crédit	– Nulle ou privilège (construction)	– Possibilité d'escompte ou paiement d'intérêt selon échéance
	– Financement d'équipement	– Location ou vente avec plan budgétaire	– Équipement ou assurance sur l'équipement	– Fixées sur base contractuelle

TABLEAU III

Sources et types de financement à moyen terme et long terme

FINANCEMENT OFFERT				
Sources	Besoins	Outils	Garantie	Modalités
COMPAGNIES D'ASSURANCE	– Financement d'immobilisation	– Hypothèque	– Immeuble	– Remboursement 10 à 20 ans
PRÊTEURS INVESTISSEURS DU TYPE ROY-NAT	– Expansion – Croissance	– Obligations – Achat d'actions ordinaires et privilégiées – Achat d'options	– Immeuble – Quelquefois, aucune garantie	– Protège l'investisseur par des réunions des visites et par des services de consultations en marketing et en production
BFD	– Expansion – Changement de propriétaire	– Prêt garanti – Investissement	– Actifs – Pas de garantie financière	– Remboursement périodique – Établissement de relations étroites avec la direction – Examens réguliers des rapports financiers – Quelquefois, présence au conseil d'administration
SDI (programme E)	– Amélioration du fonds de roulement – Acquisition d'immobilisation (pour les petites entreprises manufacturières)	– Prêt garanti	– Hypothèque – Nantissement – Caution personnelle – Transport d'assurance	Taux légèrement inférieur aux taux du marché du financement industriel – Ne doit pas excéder 10 ans
SODEQ	– Lancement d'un nouveau produit – Innovation – Consolidation d'une entreprise manufacturière	– Prêt non garanti – Acquisition d'actions	– Pas de garantie	– Minimum 5 ans – Position minoritaire, plus consultation à l'entreprise en matière de gestion
SPÉCULATEURS	– Lancement d'entreprise – Lancement de produits	– <i>AD HOC</i> – Actions ordinaires – Actions privilégiées rachetables – Débentures convertibles	– Très variée, selon l'entreprise	– Le plus souvent, on retrouve un combinaison de plusieurs types de financement dans une même transaction. – Présence au conseil d'administration


comme consultant et même comme formateur grâce à son programme CASE et à ses séminaires de gestion. De plus, elle met au service du public des agents d'information qui fournissent des renseignements sur les programmes d'aide disponibles au niveau provincial et fédéral. De son côté, le MIC provincial est aussi une source d'information importante par l'intermédiaire de fonctionnaires spécialisés dans un domaine particulier et aussi par l'intermédiaire de ses délégués régionaux.

Il s'est développé depuis quelques années de nombreuses firmes de consultants qui sont très utiles pour la PME à cause de leur habilité à piloter des dossiers de demande d'aide ou de subvention dans les différentes instances concernées. En général, le vérificateur de l'entreprise pourra la diriger vers des spécialistes qu'il connaît. Ceci est d'autant plus nécessaire que certains programmes et certains organismes supposent une procédure complexe et longue qui décourage les entrepreneurs. Pour l'entrepreneur, le besoin de fonds est toujours pressant, alors que pour le fournisseur de fonds, il est toujours essentiel de prendre des renseignements et des garanties. C'est pourquoi on a quelquefois besoin d'un catalyseur.

Conclusion

Le dirigeant de PME semble toujours être en train de courir après deux choses : plus de *temps* et plus d'*argent*. Une meilleure préparation en management peut être la réponse au problème de temps. Pour ce qui est de la recherche de fonds, nous avons signalé que de nombreuses sources existent. Celles-ci peuvent satisfaire les besoins très variés des PME.

Nous croyons avoir démontré que l'accès à des capitaux n'est pas la seule solution aux problèmes des PME. Cependant, il est impérieux pour le dirigeant de s'organiser au moins pour mettre de son côté toutes les chances d'obtention de fonds disponibles. C'est pourquoi, il doit investir de l'énergie à bien préparer les dossiers qui accompagnent sa demande de fonds et, de plus, il doit rapidement démontrer sa capacité d'utiliser les fonds qu'il requiert. Sur ce plan, nous avons signalé combien déficiente est la préparation financière de la plupart des dirigeants.

Ce que nous aimerions signaler en terminant ce sont des programmes susceptibles de combler cette carence. Ainsi, celui qui veut compléter sa formation peut se diriger vers les cliniques de gestion de la BFD, vers les cours offerts par le MIC et la Chambre de Commerce de la province de Québec, ainsi que vers certaines initiatives universitaires. 

BIBLIOGRAPHIE

1. FREDLAND, Eric J. and MORIS, Claire E., « *A Cross Section Analysis of Small Business Failure* », *American Journal of Small Business*, Juillet 1976, pp. 7-17.
2. ABBOTT, A.C., Discours prononcé lors du cinquième symposium international sur la PME, Los Angeles, 15 novembre 1978.
3. DESJARDINS, Claude, « *La PME dans la structure économique du Québec* », *Commerce*, Le Point 1977, p. 94.
4. Ministère de l'Industrie et du Commerce, Gouvernement du Canada, « *Sources de capitaux spéculatifs au Canada* », 1978, p. 14.

NOTE

M. Jean Raynault de la Chaire Macdonald Stewart a collaboré à la rédaction de ce texte.

FRANC PARLER

Sur le contrôle de la qualité des approvisionnements pour les projets de construction.

Par
**Mauno
BACKA**



Directeur de la qualité
des approvisionnements.

Le contrôle de la qualité des approvisionnements tel qu'exercé par Bechtel Canada comprend l'évaluation sélective ainsi que la surveillance des opérations manufacturières et des méthodes de contrôle de la qualité chez les fournisseurs. L'objectif est de s'assurer que les spécifications et les critères de qualité seront partout respectés. La tâche est accomplie en étroite collaboration avec les fournisseurs par des spécialistes hautement qualifiés. Cette surveillance s'est aussi avérée avantageuse pour ces derniers puisque souvent nos représentants contribuent directement à l'amélioration des méthodes de contrôle de la qualité des fournisseurs, du même coup, améliorant leurs livraisons et réduisant le nombre de rejets.

Le programme de surveillance de Bechtel se fait en quatre étapes. D'abord une révision des spécifications est faite pour s'assurer que les besoins techniques et les exigences quant à la qualité sont clairement définis. Ensuite, le cahier des charges est revu lors d'une première visite chez le fournisseur afin d'éviter toutes mésententes sur le choix des matériaux, la soudure, les traitements à chaud, les vérifications, les essais etc. Enfin, une série de visites qui permettront de suivre le progrès des travaux et de vérifier les spécifications précèdera la livraison du produit. Dans certains cas, où l'adhérence aux spécifications doit être des plus rigoureuses, un préposé à la qualité des approvisionnements sera assigné à plein temps au projet, chez le fournisseur.

Les bénéfices résultant de cette surveillance sont évidents. Dans certains projets de construction d'envergure par exemple, les économies de temps et d'argent pourraient être considérables si les reprises de certains travaux causées par des défauts de fabrication étaient réduites à un strict minimum. Évidemment, le succès de ces méthodes de contrôle dépendra de l'intensité de la collaboration des fournisseurs et de l'intérêt commun porté à la qualité des produits et aux échéances. Les trente ans d'expérience de Bechtel Canada lui permettent d'apprécier davantage les capacités manufacturières des entreprises canadiennes ainsi que la qualité de leurs produits, l'une des principales causes de la qualité de ses approvisionnements.



BECHTEL CANADA

Les bâtisseurs de l'industrie

Montreal Toronto Edmonton Calgary Vancouver



Les hommes d'affaires préfèrent Sabena

Les habitués des lignes aériennes et plus particulièrement les hommes d'affaires ont des exigences qui réclament des services à la mesure de leurs besoins. C'est pourquoi ils préfèrent Sabena.

Bruxelles, l'aéroport le plus pratique d'Europe

Bruxelles, capitale de la Communauté économique européenne et un des plus importants centres d'affaires internationales, est devenue par le fait même l'un des aéroports les plus pratiques qui soient tout en conservant une dimension humaine. Tous les services sont regroupés dans un seul bâtiment et il n'y a pas de couloirs interminables. L'organisation est efficace: pas d'at-

tentes inutiles, pas de bousculades et surtout, des bagages qui suivent fidèlement. L'aéroport possède également l'une des plus intéressantes boutiques hors-taxes d'Europe. Quant aux correspondances, elles sont particulièrement faciles et agréables; il suffit de changer de vol et non d'aéroport. À partir de Bruxelles, Sabena offre quelque 75 destinations dans plus de 50 pays.

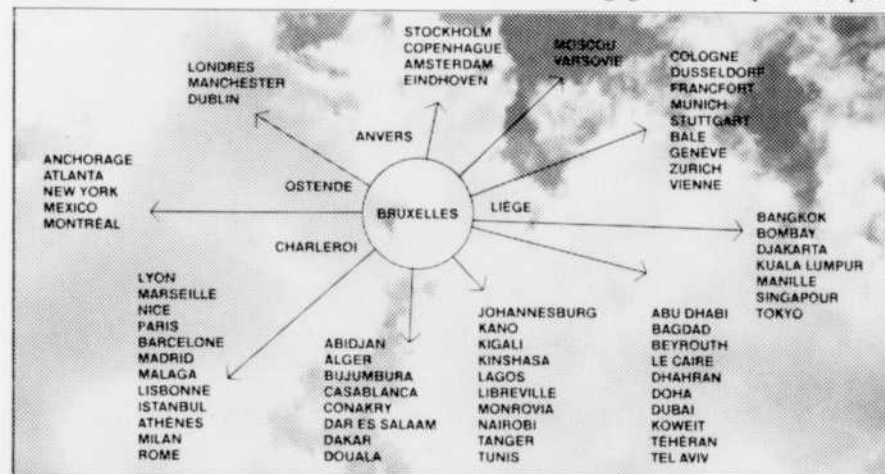
Les privilèges du Sabena Business Club

Les hommes d'affaires qui deviennent membres du "Sabena Business Club", ont droit à des privilèges intéressants tels: un excellent système de réservations, un enregistrement prioritaire des bagages au comptoir de pre-

mière classe même s'ils voyagent en classe économique, l'accès aux salons d'accueil du SBC et aux salons VIP à l'aéroport de Bruxelles, l'utilisation d'une salle de réunion, d'un secrétariat comprenant: téléphones, télex, photocopieuses, machines à écrire et à dicter.

Une multitude d'avantages pour l'homme d'affaires

Sabena parle français et sa sympathie renommée n'est plus à faire. Que l'on songe à la courtoisie de son personnel, à la ponctualité de ses vols, au confort de ses 747 et à la gastronomie belge de réputation internationale, on comprend mieux pourquoi Sabena est la préférée des connaisseurs. Enfin Sabena offre un vaste choix de départs de Montréal.



SABENA

belgian world airlines

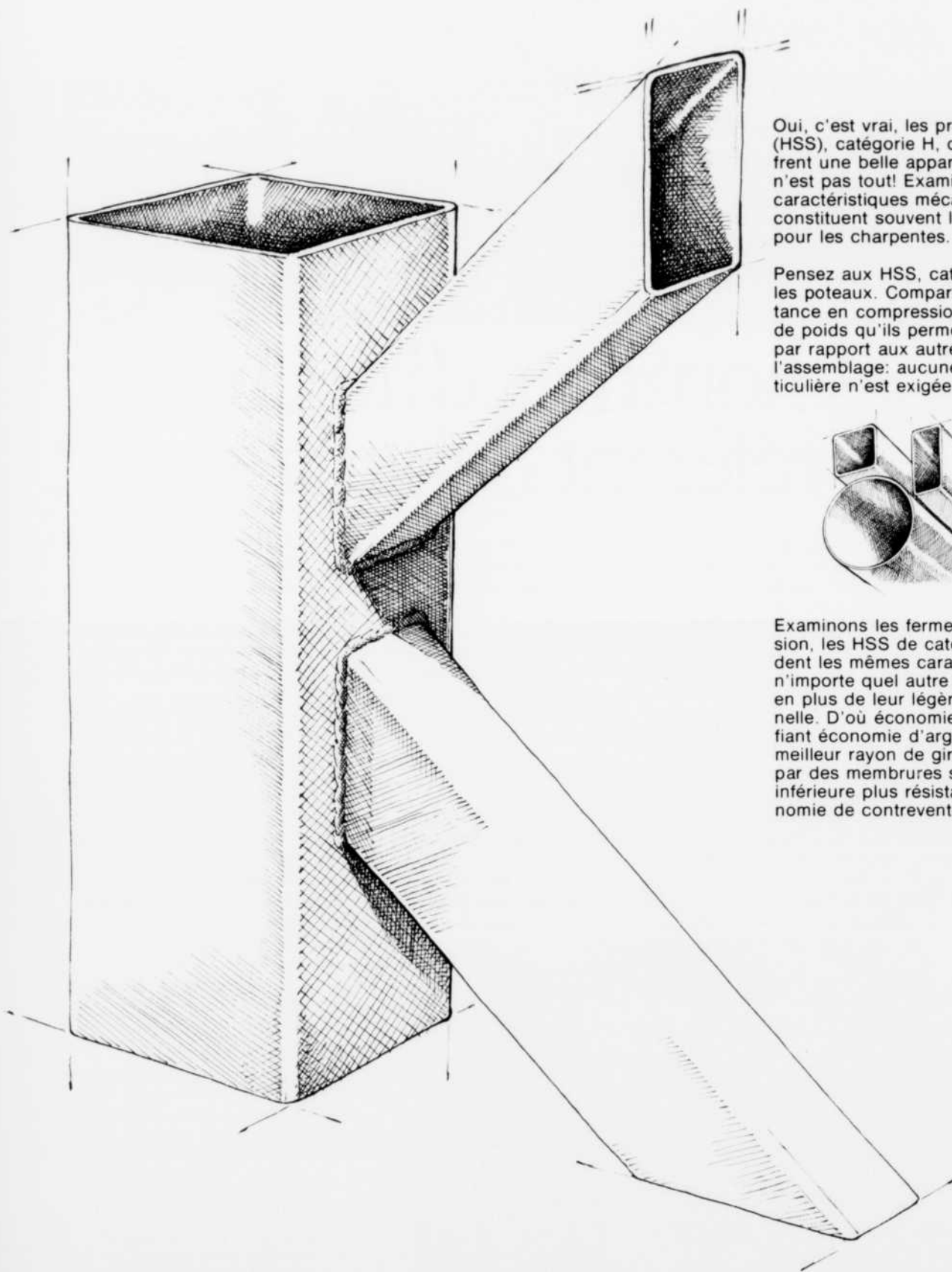
Fondée en 1923, la Sabena fait partie des pionniers de l'aviation commerciale. Elle transporte plus de 2 millions de passagers par an.

Voyez votre agent de voyages ou appelez:

Montréal (514) 861-2631
Ottawa (613) 236-0641
Québec (418) 692-1742
Toronto (416) 366-3031

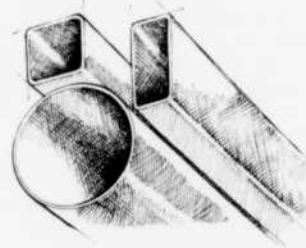
Sabena lignes aériennes belges
3, Place Ville Marie
suite 307, Montréal, Qué.

Une belle apparence et même plus:



Oui, c'est vrai, les profils creux (HSS), catégorie H, de la Stelco offrent une belle apparence. Mais ce n'est pas tout! Examinons leurs caractéristiques mécaniques: les HSS constituent souvent le choix idéal pour les charpentes.

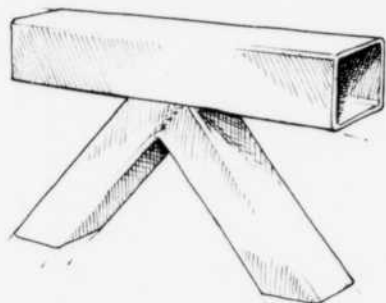
Pensez aux HSS, catégorie H, pour les poteaux. Comparez leur résistance en compression et l'économie de poids qu'ils permettent de réaliser par rapport aux autres profilés. Et l'assemblage: aucune méthode particulière n'est exigée.



Examinons les fermes. En compression, les HSS de catégorie H possèdent les mêmes caractéristiques que n'importe quel autre type de profilé, en plus de leur légèreté exceptionnelle. D'où économie de poids, signifiant économie d'argent. De plus, un meilleur rayon de giration se traduit par des membrures supérieure et inférieure plus résistantes, d'où économie de contreventements.

les HSS, catégorie H, de la Stelco

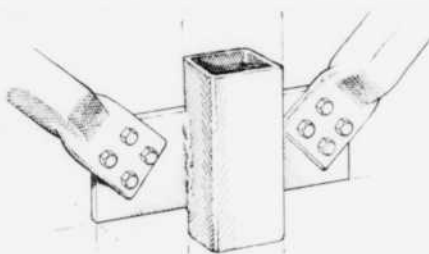
D'une façon générale, les HSS constituent un excellent choix pour le contreventement de toute construction. Leur symétrie permet de réduire les dimensions des éléments à la différence des autres profilés, tandis que leur forme élancée laisse plus de place à l'équipement mécanique.



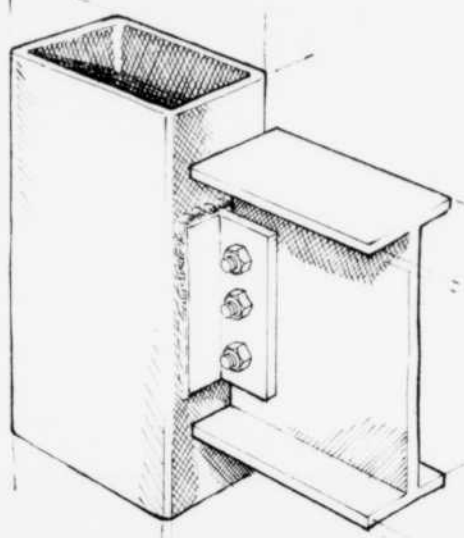
Les autres avantages des HSS, catégorie H, ne deviennent évidents qu'une fois la charpente installée. Ainsi, il est possible de combattre efficacement l'escalade du coût de la peinture. D'abord, il y a moins de surface à peindre. Ensuite, aucun recoin, lézarde, ni arête aigüe pour nuire à l'application de la peinture. De plus, dans les endroits où la poussière constitue un problème, leur forme se révèle un avantage important lors du nettoyage.

Il n'est pas étonnant qu'ils conviennent parfaitement comme panne, particulièrement en atmosphère corrosive.

Voilà quelques-unes des raisons pour lesquelles les HSS, catégorie H, sont de plus en plus recommandés lors de projets de construction. Par exemple, l'Hydro Ontario avait utilisé des éléments de contreventement classiques lors de la construction de la centrale Lennox, au début des années 1970; cependant, pour la centrale identique à Wesleyville, en Ontario, elle a eu recours aux HSS, catégorie H, pour le contreventement et les fermes. De même, lorsque la Texasgulf Canada Limited entreprit l'expansion de ses installations minières, de traitement des minerais et d'affinage aux mines Kidd Creek, elle a utilisé des HSS, catégorie H, comme éléments de charpente, notamment pour les immenses fermes d'une portée libre de 72 m (213 pi).



Et d'autres firmes, comme Inland Cement, les Ciments Lafarge du Canada, Dofasco, Cominco, Alcan et Syncrude comptent maintenant parmi les utilisateurs de HSS pour leurs travaux de charpente.



Oui c'est vrai, les HSS, catégorie H, offrent une belle apparence, pour une perfection exceptionnelle. Les HSS, gagnent à être connus: demandez les brochures techniques de la Stelco.

A: The Steel Company of Canada, Limited
Department 'A', Stelco Tower, 100 King Street West,
Hamilton, Ontario
L8N 9Z9

Veuillez nous faire parvenir les brochures suivantes sur les HSS, catégorie H:

- Profils creux de construction, types T et A — soudables, pour usage à basses températures.
- Profils creux de construction: dimensions et propriétés des profils
- HSS Design Manual for Connections

Applications des HSS dans le domaine de l'acier:

- Rayonnages pour tubes
- Galeries pour transporteurs à bandes
- Puits de mine
- Fermes

Nom _____

Fonction _____

Société _____

Adresse _____

Province _____

Code postal _____

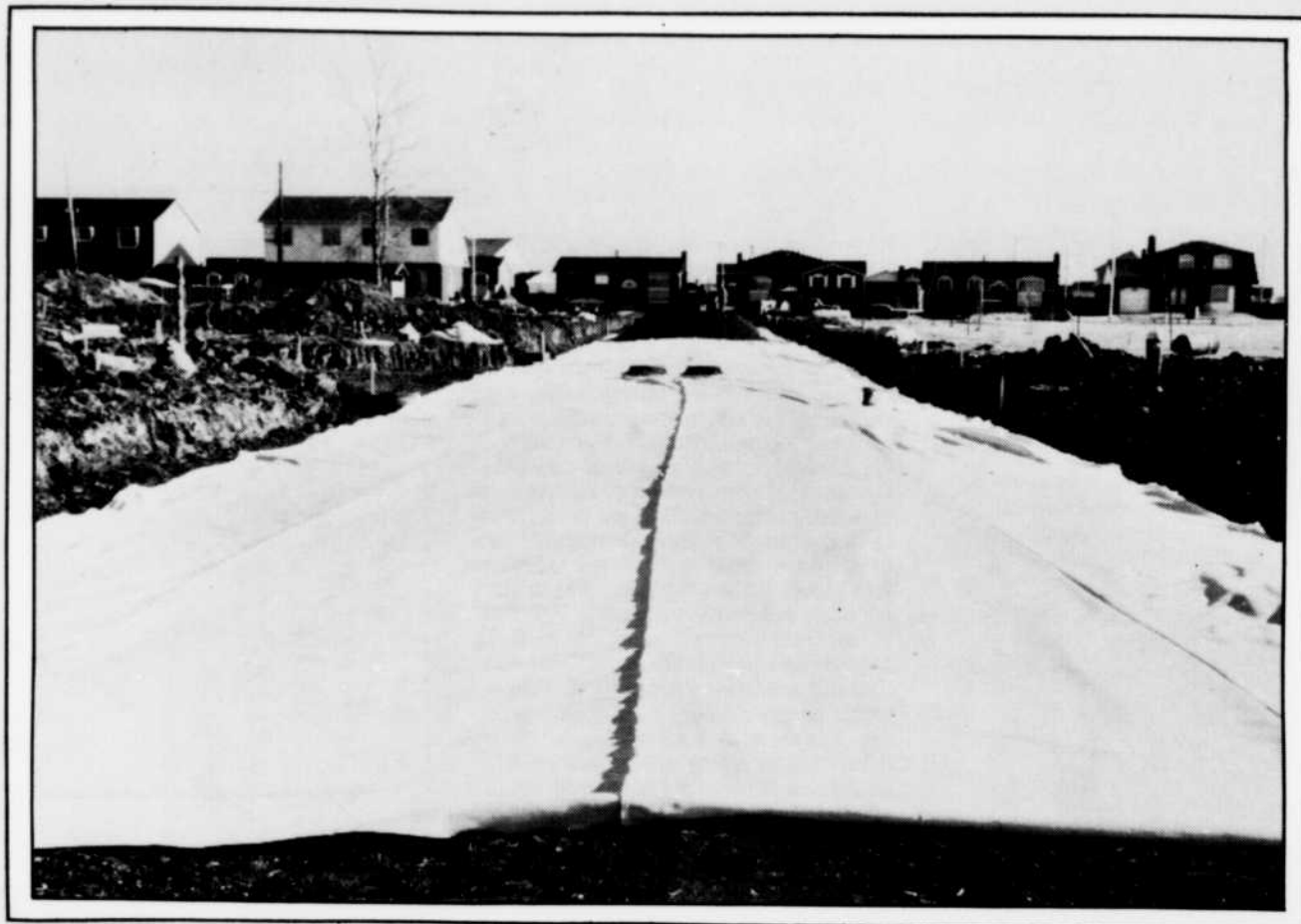
7901 / 7 / F

stelco

The Steel Company
of Canada, Limited

Société canadienne ayant usines et bureaux par tout le Canada et des représentants sur les principaux marchés du monde.

*Pour vous assurer d'un ouvrage
impeccable, texelisez vos travaux.*



Le géotextile **texel**[®] représente une solution techniquement des plus valables. En plus de simplifier vos travaux de construction et en prolonger la longévité, il offre des avantages économiques très évidents. Facile d'utilisation, il favorise la collecte des eaux, améliore la capacité portante d'un sol, protège les berges, contrôle l'érosion et prévient la contamination des sols.

Texel, une alternative de choix.

 **texel**[®]
NON TISSÉ 100% POLYESTER

LE

OFFRES D'EMPLOI

NOMINATION

MOIS

ÉVÉNEMENTS À VENIR

OFFRES D'EMPLOI

— ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE (Mme Yolande Gingras, directeur général) case postale 6079, succursale A, Montréal, Québec H3C 3A7. Tél. : (514) 344-4764.

Ingénieur en mécanique du bâtiment

Un important bureau d'ingénieurs-conseils de la région de Chicoutimi est à la recherche d'un ingénieur possédant de trois (3) à cinq (5) années d'expérience dans le domaine de la mécanique du bâtiment.

Les conditions salariales seront établies selon les qualifications et l'expérience.

Les personnes intéressées sont invitées à s'adresser à Mme Yolande Gingras, directeur général de l'Association des Diplômés de Polytechnique, au numéro (514) 344-4764 et de référer au communiqué 66 du Service de placement.

— BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE INC., Ingénieurs-conseils (M. Claude Archambault, ing., associé) 1134 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal, Québec H3B 1H4.

Ingénieurs civils

Cette société d'ingénieurs-conseils de Montréal est à la recherche d'ingénieurs ayant quelques années d'expérience dans les domaines de la planification, du design et de la construction de routes et d'aéroports.

Les candidats choisis travailleront au sein d'une équipe pluridisciplinaire qui reçoit des mandats aussi bien du Québec que de l'étranger.

Le salaire, les avantages sociaux et les conditions de travail sont des plus alléchants.

Les personnes intéressées sont invitées à faire parvenir leur curriculum vitae aux soins de M. Claude Archambault, directeur de la Division Transport à l'adresse susmentionnée.

— ESTAN CONSTRUCTION INC. (M. André D. Pelletier, ing., président) 2085, boulevard de Salaberry, Montréal, Québec H3M 1K6. Tél. : (514) 336-3450.

Ingénieur civil — bâtiments industriels

Cette entreprise se spécialise dans la construction de bâtiments industriels et commerciaux du type clefs en main. Pour occuper le poste de directeur des travaux, on recherche un ingénieur diplômé en génie civil, possédant environ cinq (5) années d'expérience connexe.

Le lieu de travail est principalement Montréal et le salaire sera selon les qualifications du postulant.

Les personnes intéressées sont priées de soumettre leur candidature aux soins de M. Pelletier à l'adresse susmentionnée.

— INDUSTRIES SMI, Division des Entreprises Caelter Ltée (M. Robert Tremblay, ing.) 2055, rue Bennett, Montréal, Québec H1V 2T3. Tél. : (514) 255-2883.

Ingénieur de projet

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur bilingue, diplômé en génie mécanique avec aptitude pour la résistance des matériaux et les éléments de machine et possédant environ deux années d'expérience.

Sous les directives de l'ingénieur en chef, le titulaire du poste prendra charge d'un projet dès le début de la conception pour le mener à terme. Il devra travailler en constante relation avec les dessinateurs affectés au même projet. De plus, il sera le lien technique entre les usines de fabrication et le département de génie.

Lieu de travail : Montréal avec déplacements occasionnels. Conditions salariales à déterminer selon qualifications et expérience.

Les personnes intéressées sont priées d'adresser leur candidature aux soins de M. Tremblay à l'adresse mentionnée ci-dessus.

— LEMAY CONSTRUCTION LIMITÉE (M. Denis Roy, ing., président) 575 est, boulevard Industriel, Victoriaville, Québec G6P 6T2. Tél. : (819) 758-0621.

Ingénieur mécanique

Cette entreprise de construction lourde est à la recherche d'un ingénieur diplômé en génie mécanique et possédant de quatre (4) à cinq (5) années d'expérience dans le domaine de la machinerie. Le titulaire du poste sera appelé à participer à l'analyse initiale conduisant aux acquisitions d'équipement, à la préparation du programme de maintenance et de réparation, ainsi qu'à l'établissement du budget et à la surveillance des coûts. Le travail comportera des déplacements à partir du siège social.

Les personnes intéressées devront soumettre leur curriculum vitae ou communiquer pour une rencontre avec le directeur général de l'entreprise.

— LES MINES CAMFLO LIMITÉE (M. Michel Sirois, ing., surintendant de la mine) case postale 640, Malartic, Québec J0Y 1Z0. Tél. : (819) 757-3674.

Chef ingénieur de mine

Cette compagnie progressive intéressée au développement des ressources énergétiques est à la recherche d'un ingénieur minier pour l'exploitation de sa mine d'or ayant une production de 1300 tonnes par jour. Cette mine est située près de Malartic et Val d'Or, Abitibi, Québec.

Diplômé en génie minéral, le candidat désiré possédera environ cinq (5) années d'expérience dans les mines souterraines, sera d'expression française avec connaissance de l'anglais un atout. Le titulaire du poste aura la responsabilité des travaux d'ingénierie, de l'arpentage, de la planification du développement, des projets de minage, du forage et dynamitage.

Les conditions salariales seront établies d'après les qualifications et l'expérience du candidat.

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature aux soins de M. Sirois à l'adresse mentionnée ci-dessus.

Tout ingénieur qui acceptera un des postes offerts dans cette liste est prié d'en avvertir le directeur général de l'Association des Diplômés de Polytechnique, Mme Yolande Gingras, téléphone : (514) 344-4764

— **LORD & CIE LIMITÉE** (M. René Cloutier, directeur des ventes)
4700, rue d'Iberville, Montréal, Québec H2H 2N7. Tél. : (514) 527-3111.

Ingénieur en structure

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur diplômé en génie civil, membre en règle de l'Ordre des ingénieurs du Québec et possédant au moins deux (2) années d'expérience dans le calcul des charpentes métalliques. Ce poste comporte les responsabilités suivantes : a) calcul de charpentes ; b) estimation de quantité et travail de préparation aux soumissions ; c) travail de relations avec la clientèle du service des ventes.

Lieu de travail : Montréal. Conditions salariales : le poste commande un salaire et des avantages sociaux avantageux et pourront varier selon l'expérience du candidat.

Pour renseignements additionnels et candidature, les personnes intéressées sont priées de communiquer avec M. Cloutier au numéro mentionné ci-dessus.

— **E.H. PRICE LIMITÉE** (M. J. Claude Lepage, directeur d'usine)
801, rue Price, Parc Industriel, St-Jérôme, Québec J7Z 5V9. Tél. : (514) 436-3241.

Ingénieur en mécanique

Cette entreprise spécialisée dans les systèmes industriels d'air climatisé est à la recherche d'un ingénieur bilingue, diplômé en génie mécanique et possédant de une (1) à cinq (5) années d'expérience dans le domaine de la ventilation pour travailler au développement de ses produits ainsi que de leurs méthodes de fabrication.

Conditions salariales à définir selon qualifications et expérience — position permanente comportant toute la gamme de bénéfices marginaux.

Les personnes intéressées sont invitées à présenter leur demande accompagnée de leur curriculum vitae aux soins de M. Lepage.

— **RAYMOND INDUSTRIES INC.** (M. Gérald Marquis, vice-président)
431, rue Otis, Sept-Iles, Québec G4R 1L2. Tél. : (418) 962-6948.

Ingénieur — métallurgie ou mécanique

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur diplômé en génie métallurgique ou mécanique, membre en règle de l'Ordre des ingénieurs du Québec et possédant une expérience de sept (7) à dix (10) ans avec manufacturier lourd. Le bilinguisme est essentiel. Le titulaire du poste devra, en plus de voir à l'élaboration des normes concernant les procédures de fabrication, diriger l'équipe technique responsable de la préparation des estimations, du design et des dessins de fabrication.

Conditions salariales à définir selon qualifications et expérience.

Les postulants devront s'adresser à M. Gérald Marquis à l'adresse ci-dessus mentionnée.



labo s.m. inc.

Société d'experts conseils
spécialisée en

- Mécanique des sols
- Mécanique des roches
- Géologie de l'ingénieur
- Géophysique (vibration)
- Hydrogéologie
- Surveillance de construction
- Contrôle des procédés de fabrication
- Contrôle qualitatif et quantitatif
- Essais sur matériaux
- Essais non destructifs

76 sud, 12e avenue
Sherbrooke Qué J1G 2V4
Téléphone (819) 569-9051

395, Parc Industriel
Longueuil Qué J4H 3V7
Téléphone (514) 677-6301

INGÉNIEUR D'ENTRETIEN

L'ENTREPRISE

Une importante entreprise de produits pharmaceutiques possédant des installations modernes d'une superficie de 366 000 pieds carrés et situées sur un terrain d'environ 33 acres au nord de la route transcanadienne à Kirkland.

LE POSTE

Relevant du chef des services techniques, l'ingénieur de l'entretien sera chargé de la gestion générale des programmes d'entretien et de service de l'équipement, des terrains et des édifices ; il aura également à gérer un budget annuel d'environ \$1 000 000. Le titulaire dirigera une équipe composée de 3 contremaîtres et d'environ 30 préposés à l'entretien.

LE CANDIDAT

L'ingénieur que nous recherchons est parfait bilingue et possède un diplôme en génie mécanique ou électrique, de préférence, en plus de 3 à 5 ans d'expérience pertinente. Une grande facilité à communiquer et à traiter avec tous les niveaux hiérarchiques ainsi qu'avec les entrepreneurs de l'extérieur est essentielle.

Si vous désirez relever ce défi, veuillez nous faire parvenir, en toute confiance, votre curriculum vitae à l'adresse suivante :

Le chef du recrutement
Les laboratoires Merck Frosst
C.P. 1005
Pointe-Claire — Dorval (Québec)
H9R 4P8

La Fonderie Stanton Limitée nomination



Jean Payette, ing.
Directeur général

M. N.B. Preece, Président du Conseil d'administration de La Fonderie Stanton Limitée, a le plaisir d'annoncer la nomination de M. Jean Payette, ingénieur, diplômé de l'École Polytechnique de Montréal, comme membre du Conseil d'administration.

M. Payette est aussi Directeur général de La Fonderie Stanton Limitée dont l'usine est située à St-Hubert. Cette usine fabrique et distribue au Canada et à l'étranger des pièces de fonte commerciales de tous genres.

Événements à venir

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DU TRANSPORT ET DES ROUTES INC. 15^e CONGRÈS ANNUEL

Hôtel Régence Hyatt
MONTRÉAL, Québec
13 et 14 mars 1980

Fondée en 1964, l'Association québécoise du Transport et des Routes regroupe plus de 800 membres, pour la plupart des ingénieurs œuvrant dans les différents secteurs du transport routier, aérien, maritime et ferroviaire. Seul organisme québécois de son genre, l'A.Q.T.R. sert de forum à tous les professionnels impliqués dans les questions de transport et favorise la mise au point de nouvelles méthodes et techniques dans ce domaine.

Le thème « LE CONTRÔLE DE NOS RESSOURCES » sera développé au cours de ce 15^e congrès annuel qui sera tenu à Montréal les 13 et 14 mars 1980.

Pour de plus amples renseignements, les personnes intéressées sont invitées à communiquer avec :

M. Marcel Tessier, ing.

Président

Comité du congrès 1980

85 ouest, rue St-Charles, bureau 108

Longueuil (Québec) J4H 1C5

Téléphone : (514) 878-1711

ASSOCIATION BÉTON QUÉBEC CONGRÈS ANNUEL

Hôtel Québec Hilton
23, 24 et 25 avril 1980

Pour de plus amples renseignements, les personnes intéressées sont invitées à communiquer avec :

Mme Diane Guérard

Secrétaire administrative

1010 ouest, rue Ste-Catherine, bureau 335

Montréal (Québec) H3B 1G1

Téléphone : (514) 866-4284

6^e SYMPOSIUM CANADIEN SUR LA TÉLÉDÉTECTION

HALIFAX (Nouvelle-Écosse)
21, 22 et 23 mai 1980

Pour de plus amples renseignements, les personnes intéressées sont invitées à communiquer avec :

Président du Comité d'Organisation

Mr. Graham Doyle

c/o CBCL Ltd.

P.O. Box 1269N

HALIFAX, N.S. B3K 5H4

Téléphone : (902) 455-7241

Président du Comité du Programme Technique

M. Tom Alföldi

Centre Canadien de Télédéttection

717, chemin Belfast

OTTAWA, Ontario K1A 0Y7

Téléphone : (613) 955-1210

COURS INTENSIF TECHNOLOGIE AVANCÉE DES BÉTONS

Université de Sherbrooke
28 avril au 2 mai 1980

L'Association Canadienne du Ciment Portland organise, en collaboration avec l'Université de Sherbrooke, un cours intensif de cinq jours sur la technologie avancée des bétons.

Pour de plus amples renseignements, les personnes intéressées sont invitées à communiquer avec :

M. J. R. Maurice Marcil, ing.

Directeur régional

Association Canadienne du Ciment Portland

1010 ouest, rue Ste-Catherine, bureau 346

Montréal (Québec) H3B 1G1

Téléphone : (514) 866-1882

(suite page 46)



Laboratoire B-Sol Inc.

Géotechnique - Géophysique - Géologie - Hydrogéologie
Expertises sur fondations - Forage au diamant
Forage de puits - Essais et contrôle sur les matériaux
Sols - Agrégats - Peinture - Produits métalliques
Béton de ciment - Béton bitumineux - Béton Réfractaire

229, BOULEVARD LASALLE
BAIE COMEAU, P.Q.
G4Z 1S7
(418) 296-6788

180, PORTAGE DES MOUSSES
PORT-CARTIER, P.Q.
G5B 1E3
(418) 766-6606

520, AVENUE OTIS
SEPT-ÎLES, P.Q.
G4R 1L5
(418) 962-7096

DÉPARTEMENT DES SCIENCES APPLIQUÉES

Le département des sciences appliquées de l'Université du Québec à Chicoutimi sollicite des candidatures pour combler trois postes de professeurs. Ils auront à enseigner dans le cadre du programme de baccalauréat en génie unifié, du programme de maîtrise en ressources et systèmes et à effectuer de la recherche.

Les candidats doivent être détenteurs d'un doctorat ou d'une maîtrise et posséder une expérience pertinente.

Les principaux domaines d'intérêt sont les suivants: ingénierie des systèmes; électrotechnique; hydraulique-hydrologie-hydraulique urbaine; mécanique appliquée et mécanique des solides; ingénierie dans le domaine des ressources minérales.

Traitement

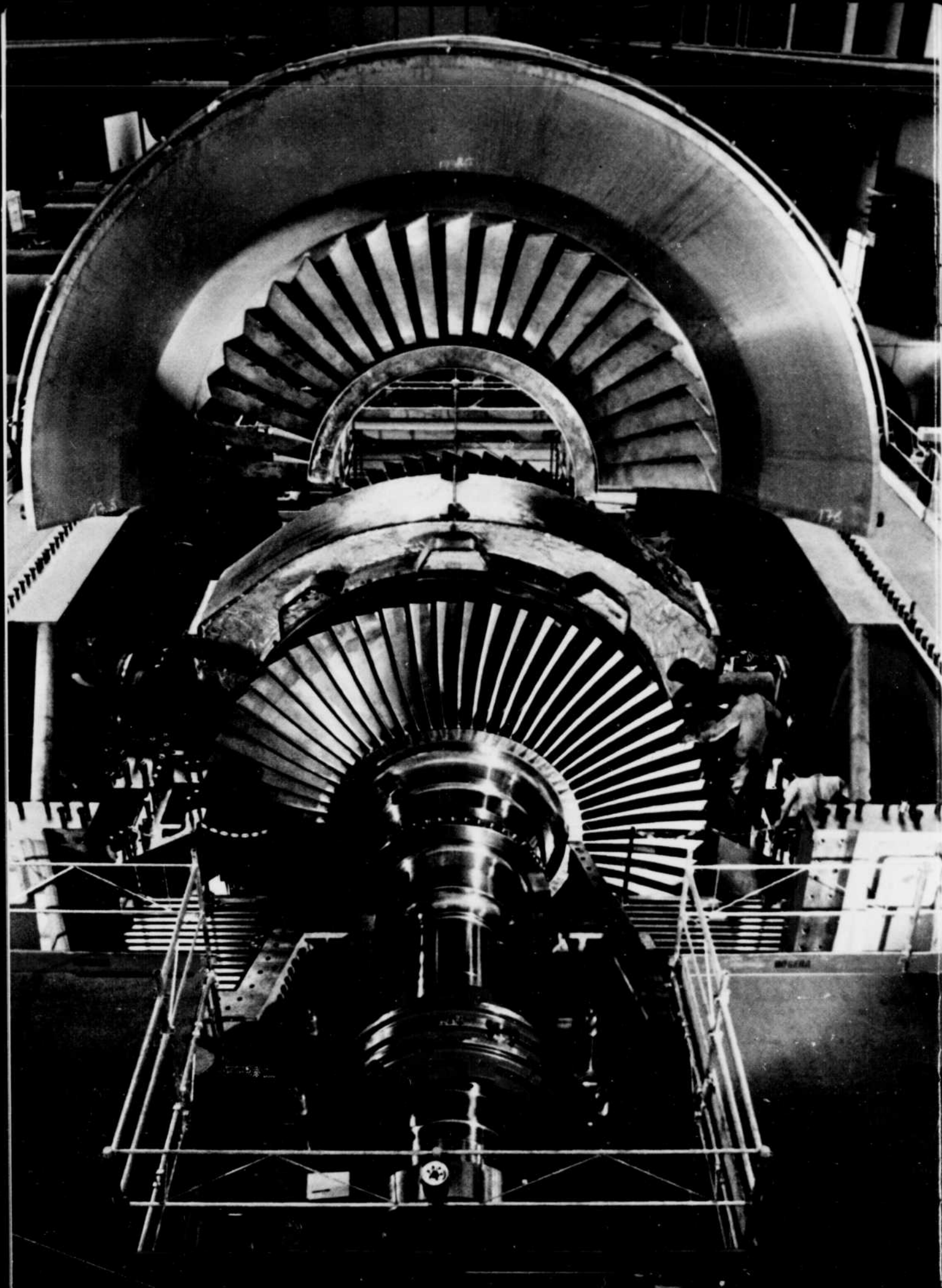
Selon les qualifications et le contrat de travail du personnel enseignant (en voie de révision).

Les candidats sont priés de faire parvenir leur curriculum vitae à: Monsieur Guy Archambault, directeur, Département des sciences appliquées, Université du Québec à Chicoutimi, 930 rue Jacques-Cartier est, Chicoutimi (Québec) G7H 2B1.



Université du Québec à Chicoutimi

1969-1979 Le réseau de l'Université du Québec: dix ans de réalisations



BROWN BOVERI HOWDEN INC.

**une nouvelle raison sociale,
une nouvelle association,
un pas dans la bonne direction.**

Brown Boveri Howden Inc. Cette raison sociale signifie que la technologie innovatrice de Brown Boveri en turbo-alternateurs s'allie désormais aux techniques et à la capacité de fabrication canadienne de Howden. La nouvelle compagnie devient le seul fabriquant et agent des ventes au Canada des turbo-alternateurs à vapeur Brown Boveri de 125MW à 1250MW.

Bien sûr, en tant que Brown Boveri Howden Inc., nous continuerons de fabriquer toute la gamme des appareils Howden de traitement de l'air – ventilateurs, souffleurs et appareils de préchauffage de l'air.

L'Ontario Hydro a passé une commande de quatre TA nucléaires Brown Boveri de 900MW pour la centrale de Darlington et de deux TA Brown Boveri à combustible fossile de 200MW pour la centrale d'Atikokan. Près de la moitié du contenu sera fabriqué à notre usine de Scarborough.

Depuis toujours, nous travaillons à bâtir et à solidifier l'industrie dont nous faisons partie intégrante.

D'après nous, Brown Boveri Howden constitue un grand pas dans la bonne direction.

HOWDEN GROUP CANADA LIMITED

Howden Brown Boveri Limited
Brown Boveri Howden Inc.
Godfrey Engineering Co. Ltd.
Howden Applied Research Limited



BOURSES

de
l'Enseignement
supérieur (1980-1981)

Dans le domaine des transports (Concours A-4)

Pour l'année universitaire 1980-1981, le ministère des Transports, offre 5 bourses de maîtrise d'une valeur de 6 000\$, dans un domaine de recherche relié aux transports. Toutes les disciplines y donnent droit.¹

Admissibilité au concours A-4

- être titulaire d'un diplôme de 1er cycle ou l'équivalent;
- être citoyen canadien ou immigrant reçu;
- être domicilié au Québec depuis un an au moins;
- remplir les autres conditions du concours A-4.

Date limite d'inscription:
le 31 janvier 1980 pour les nouvelles demandes et le 1er mars 1980 pour les renouvellements.

Demande de formulaires:

- Service aux étudiants des universités du Québec
- Directions régionales du ministère de l'Éducation du Québec
- Direction générale de l'enseignement supérieur, Ministère de l'Éducation, 1035, rue de La Chevrotière, Québec G1R 5A5
Tél.: (418) 643-3862

(1) Les candidats qui s'inscrivent au concours A-4 peuvent également s'inscrire au concours B-1. Ils devront remplir un formulaire pour chacun de ces concours.



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation
Direction générale
de l'enseignement supérieur

Données vérifiées... ou Charabia???

CCAB vous explique pourquoi les publications à tirage vérifié représentent le seul achat réaliste pour tout annonceur sérieux.

Les publications membres de CCAB prouvent leur intégrité en vous fournissant toutes les données pertinentes à leur distribution et à leur tirage. Ces renseignements ont été dûment vérifiés par un vérificateur indépendant et impartial. Vous pouvez ainsi comparer et évaluer leur tirage en fonction des buts précis de votre campagne publicitaire.

La norme de CCAB pour le "tirage qualifié" et son système de "classification standard des tirages" vous permettent de déterminer si une publication rejoint l'auditoire que vous visez. La vérification de CCAB confirme que toutes les copies du tirage déclaré parviennent aux consommateurs de votre produit ou de votre compétence.

Lorsque vous voyez le symbole CCAB sur la page éditoriale d'une publication, vous savez qu'un compte-rendu détaillé du tirage vérifié est à votre disposition à titre d'annonceur. Vous pouvez alors avoir confiance en ce que vous achetez. C'est pourquoi nous vous recommandons de n'acheter de l'espace que dans les publications vérifiées par CCAB. Communiquez avec nous pour tout renseignement additionnel.

L'éditeur est responsable de la typographie du nom et de l'adresse de la publication.

Vérifiée par



Canadian Circulations
Audit Board Inc.

REVUE DE L'ANNÉE 1979

numéros 329 à 334 inclusivement
(Le premier chiffre indique le numéro de la revue, le second la page)

ADMINISTRATION/ÉCONOMIE/FINANCE

- L'entreprise technologique et le processus d'innovation
par Jean Pasquero, L.Sc.Econ., M.B.A. 332 11
- Les premières années d'une PME technologique de pointe
par Marcel Côté, M.Sc.Econ. 332 19
- Analyse des répercussions des subventions publiques de R & D — approche qualitative
par Pierre Godbout, Ph.D., ing. 332 31
- L'entreprise technologique et les marchés de l'État
par Roger Miller, D.Sc., ing. 333 39
- Le financement de la PME avec application aux entreprises à technologie de pointe
par Paul Dell'Aniello, Ph.D., L.Sc.Com 334 27

DOCUMENTATION

- L'importance de la communication écrite et verbale chez l'ingénieur
par Claude Guernier, ing., Gaston Pouliot, Ph.D., Rolland Viau, M.A.Educ., et Fred Bassal, ing. 327 37
- Avant-propos du numéro thématique « Entreprise technologique et innovation »
par Roger Miller, D.Sc., ing. 332 2
- Que réserve à l'ingénieur la prochaine décennie ?
par Pierre Lortie, ing., M.B.A. 332 5
- Avant-propos du numéro thématique « Transfert de technologie et formation industrielle »
par Louis-Philippe Lavoie, M.Sc.A., ing. 333 2

ÉDUCATION/FORMATION/PROFESSION

- La démarche systémique et la formation professionnelle de l'ingénieur
par André B. Turgeon, D.Sc., ing. 330 17
- La formation du personnel préposé à l'entretien des ordinateurs du réseau d'Hydro-Québec
par Louis-Philippe Lavoie, M.Sc.A., ing., Louis Marquis, ing., et Pierre Tremblay, ing. 333 5
- La formation technique et la commutation numérique à Bell Canada
par Claude Lizotte, ing. 333 13
- Le transfert international de technologie
par Sudha Khadkikar, M.Sc. (Phy), M.S. (Ind.Eng.), et Dinkar Mukhedkar, D.Sc., ing. 333 21

- Enseignement supérieur et interaction avec le milieu professionnel : L'expérience du Département de génie électrique de l'École Polytechnique de Montréal
par Yvon Gervais, M.Sc.A., ing., Dinkar Mukhedkar, D.Sc., ing., et André-B. Turgeon, D.Sc., ing. 333 31

ENVIRONNEMENT

- Bruit urbain et normes relatives à l'habitation
par Jean-Gabriel Migneron, Ph.D., ing. 330 3
- Le bruit de la circulation automobile et son contrôle
par Jean-Gabriel Migneron, Ph.D., ing. 334 3

GÉODÉSIE

- Système inertiel
par Ubald Leconte, a.g. 327 27

GÉOLOGIE

- Accumulation d'énergie potentielle au cours d'essais en compression sur des roches sédimentaires
par Vladimir J Hucka, Ph.D., et Maurice K. Seguin, Ph.D. 334 19

PÂTES ET PAPIERS

- L'industrie des pâtes et papiers au Québec : un défi
par Denis Hamel, ing., et Jacques L. Valade, Ph.D., ing. 331 3
- Les pâtes et papiers et l'environnement
par Robert Jobin, M.Sc., ing., et Henri-Claude Lavallée, D.Sc., ing. 331 11
- L'évolution de l'industrie québécoise des pâtes et papiers
par Paul Pellerin, ing. 331 25
- Perspectives du passé et de l'avenir
par Keith M. Thompson, Sc.D. 331 32

SCIENCES APPLIQUÉES

- Considérations hydrologiques relatives à la dérivation provisoire de LG 2
par Marc Drouin, D.Sc., ing., Léandre Aubin, ing., Thach Tran Van, M.Sc.A., ing., et Denis Lefebvre, M.Sc.A., ing. 327 3
- Analyse expérimentale des contraintes : techniques et développements récents
par André Bazergui, Ph.D., ing. 327 14
- Simulation de tempête de neige en laboratoire
par Marcel Frenette, D.Sc., ing. 330 29

Événements à venir (suite)

7^e CONFÉRENCE CANADIENNE SUR L'INGÉNIEURIE DES STRUCTURES

Place du Canada, Château Champlain
MONTREAL (Québec)
25 et 26 février 1980

Sous les auspices des universités McGill, Concordia, de l'École Polytechnique de Montréal, de la Société canadienne de génie civil et du Conseil Canadien des Industries de la Construction en Acier, cette conférence canadienne sur l'ingénierie des structures fournira aux architectes, aux ingénieurs, aux professeurs, aux représentants du secteur de la construction, etc. l'occasion de se familiariser avec les derniers développements technologiques dans le domaine de la construction de charpente métallique.

Pour de plus amples renseignements, les personnes intéressées sont invitées à communiquer avec :

M. Lionel Simard, ing.
Directeur
Région du Québec
Institut Canadien de la Construction en Acier
1400 ouest, rue Sauvé, bureau 224
Montréal (Québec) H4N 1C5
Téléphone : (514) 334-2222

UN PLAN QUINQUENNAL POUR LES PROGRAMMES DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE 1980-1985

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

Après des consultations et des analyses poussées au cours de sa première année d'existence, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) a préparé, à l'intention du gouvernement fédéral, un plan d'action quinquennal décrivant l'orientation qu'il se propose d'imprimer au cours des cinq prochaines années à ses programmes d'aide à la recherche universitaire. Ce plan très ambitieux, couvrant la période s'étendant de 1979-80 à 1984-85, vise à améliorer l'atmosphère de recherche et la formation des chercheurs dans les universités de façon à remédier en partie au manque de chercheurs spécialisés que l'on prévoit au cours des prochaines années. Il a également pour but de contribuer à résoudre les problèmes entraînés par la vétusté croissante de l'appareillage des laboratoires universitaires et le niveau insuffisant des budgets de recherche universitaire au cours des dix dernières années.

Le plan quinquennal, que le Conseil a soumis récemment à l'approbation du gouvernement, retrace l'évolution du financement de la recherche et du développement (R&D) au Canada et, plus particulièrement, dans les universités ; il énonce également le rôle que les programmes du Conseil devraient jouer dans le contexte des énoncés de politique du gouvernement visant à augmenter de façon substantielle notre effort national de R&D.

Les mesures proposées par le Conseil couvrent cinq grands domaines d'activités étroitement liés entre eux :

— UNE EXPANSION DES PROGRAMMES NATIONAUX DE BOURSES DE RECHERCHE.

Le CRSNG propose une gamme complète de programmes de bourses et de programmes d'attachés de recherche qui seront valables tant dans les universités que dans les industries. Ces programmes visent à encourager la formation de la main-d'œuvre spécialisée nécessaire pour répondre aux besoins d'un effort national accru en matière de R&D. Un second objectif est de compenser partiellement les effets qu'aura sur la recherche

Communiqué

universitaire des années 80 le haut taux de retraite des professeurs.

— UN PROGRAMME DE RÉNOVATION DES APPAREILS ET DE L'INSTRUMENTATION.

Les laboratoires universitaires bien équipés des années 60 sont maintenant chose du passé. La diminution du financement de toutes sources a produit une détérioration importante de l'instrumentation scientifique disponible, phénomène qui est apparu au moment même où les chercheurs industriels et universitaires ont de plus en plus besoin d'une technologie de pointe pour demeurer compétitifs et efficaces. On propose donc un programme de modernisation de l'appareillage au cours des cinq prochaines années, après quoi le financement de l'appareillage demeurerait prioritaire. Ce programme devra être très bien planifié, discuté sous toutes ses facettes avec les autorités provinciales et universitaires et mis en œuvre de façon à permettre au plus grand nombre possible de compagnies manufacturières canadiennes d'entrer dans ce domaine de haute technologie.

— UNE EXPANSION DE LA RECHERCHE ORIENTÉE.

Ce type de recherche subventionnée par le CRSNG porte sur des domaines jugés d'intérêt national ou sur des domaines ayant des applications industrielles définies. Le CRSNG finance actuellement deux programmes de ce type : le programme PRAI (Projets de recherche avec applications industrielles) et le nouveau programme de subventions thématiques.

On propose d'augmenter les crédits affectés au programme PRAI, qui subventionne le travail nécessaire pour faire passer une idée ou une découverte du laboratoire universitaire aux applications industrielles.

Le programme des subventions thématiques, qui constitue le plus important programme de subventions à la recherche orientée, a été créé en 1977 en vue de stimuler la recherche universitaire dans certains domaines choisis, d'intérêt national. Les cinq domaines actuellement couverts sont l'alimentation et l'agriculture, l'énergie, les océans, les télécommunications et la toxicologie de l'environnement, et le Conseil propose d'ajouter d'autres domaines dans le cadre de ce programme d'ici cinq ans ; il envisage également le lancement d'un programme pilote qui permettrait de subventionner des projets de haute qualité ne tombant pas dans l'un ou l'autre des domaines désignés.

— EXPANSION DU PROGRAMME DE SUBVENTIONS À LA RECHERCHE LIBRE.

Tout en reconnaissant l'importance de poursuivre des recherches orientées vers des domaines jugés d'intérêt national, le Conseil est d'avis que ceci ne peut se faire aux dépens de son programme majeur d'aide à la recherche libre. Les subventions à la recherche libre sont attribuées sur recommandations de comités de pairs issus en grande partie de la collectivité universitaire. Ce programme, qui représente la source la plus importante d'aide à la recherche libre (tant fondamentale qu'appliquée) au Canada, joue un rôle essentiel dans la mosaïque de R&D nationale.

En 1979-80, environ 82 millions de dollars étaient accordés par le CRSNG pour soutenir la recherche dans plus de vingt disciplines. Un programme de ce genre représente la fondation sur laquelle repose une grande partie de l'effort national de R&D et le plan souligne que l'aide à la recherche libre demeurera le plus grand programme du Conseil.

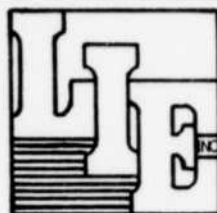
— GESTION DES PROGRAMMES.

Les programmes du CRSNG, qui impliquent plus de 8000 subventions et bourses cette année, pour un total de près de \$120 millions, continuent d'être administrés par un effectif de 56 employés permanents et de 5 employés temporaires. Cet effectif ne reflète ni les besoins d'un nouveau Conseil autonome, ni les nouveaux programmes qui ont été entrepris. Par conséquent, l'augmentation des ressources financières et humaines consacrées à la gestion du programme constitue une partie essentielle du plan ; cependant, les coûts administratifs ne devraient pas représenter plus de 2% des dépenses totales.

S'il s'avérait impossible au gouvernement de disposer des ressources financières nécessaires à la réalisation intégrale du plan d'action proposé, le CRSNG se propose d'élaborer une solution de rechange pour répartir les nouveaux fonds disponibles entre ses divers programmes en vue de se rapprocher autant que possible de ses objectifs majeurs qui sont de développer un bon potentiel de recherche fondamentale, d'accroître la compétence en recherche orientée, d'encourager des activités conjointes entre les universités et l'industrie et de former un nombre suffisant de nouveaux chercheurs hautement qualifiés.

LABORATOIRE D'INSPECTION & D'ESSAIS INC.

Géotechnique / Contrôle Qualitatif
SONDAGES - ÉTUDES / SOLS - BÉTON - ASPHALTE - ACIER



6775, rue Bombardier
C.P. 310, Succ. St-Michel
Montréal, H1P 2W2
Tél.: (514) 326-0130

3380, boul. Hamel
C.P. 9220, Succ. Ste-Foy
Ste-Foy, G1V 4B1
Tél.: (418) 872-3381

CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS, INC. CONSULTANTS

Fondations & Structures
Études techniques - Expertises
Plans - Devis - Surveillance

Tél.: 274-5671

700 ouest, boul. Crémazie, Suite 100, Montréal H3N 1A1

Beaulier inc

aéraulique industrielle

systèmes de traitement et de distribution de l'air

- transport pneumatique
- épargne d'énergie
- conditionnement
- dépollution
- ventilation
- hygrométrie

maurice beaudet ing.

6955 boul. taschereau,
ch. 208,
brossard, québec J4Z 1A7
(514) 462-1072

- CONTRÔLE DES MATÉRIAUX
- ÉTUDES GÉOTECHNIQUES
- ANALYSES CHIMIQUES

Tél.: 336-5650



Les Laboratoires Industriels et Commerciaux Limitée
190 Benjamin-Hudson, St-Laurent
Quebec, Canada H4N 1H8

fondée en 1928



Ingénierie, gestion de projets et consultation

1, Complexe Desjardins, Montréal, Canada H5B 1C8 (514) 282-9551
Bureaux dans les principales villes canadiennes et régions du monde



GÉOPHYSIQUE G.P.R. INTERNATIONAL INC.

ÉTUDES, LEVÉS GÉOPHYSIQUES
GÉNIE CIVIL
ENVIRONNEMENT
EXPLORATION MINIÈRE

894, rue Front, Longueuil, Qué., J4K 1Z7 / (514) 679-2400
C.P. 751, Val d'Or, Qué., J9P 4P8 / (819) 825-5777
727, 7^e avenue, Sud ouest, Calgary, Alb. T2P 0Z5
403-264-7274

VERRE ET TECHNIQUE

Tous les produits verriers au service de la construction. Études et recherches sur leurs applications et installations.



Verre et technique Glass and technology
10801, BOUL. RAY LAWSON / MONTREAL H1J 1M5 P.Q. / (514) 351-2020



**COMPAGNIE NATIONALE
DE FORAGE ET SONDRAGE INC.**
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE
MONTREAL H3A 2R5
TEL. : (514) 288-1177

Études géotechniques
Sondages et forages
Contrôle qualitatif des sols, du béton et de l'asphalte
Laboratoires de sols et matériaux
Laboratoire des eaux

Fondée en 1937



LUPIEN, ROSENBERG & ASSOCIÉS INC.
études de sols et matériaux

- Investigations sur le terrain : sondages et essais
- Mécanique des sols et des roches : pieux, caissons, radiers, semelles, parois moulées, tunnels
- Design d'ouvrages en terre : digues, barrages, remblais
- Photogéologie : recherche de matériaux d'emprunt, études de tracés, choix de sites d'aménagement
- Investigations de déficiences
- Instrumentation
- Environnement physique : études d'impact
- Contrôle des matériaux et procédures de construction
- Essais en laboratoire

960, 24e Avenue, Lachine, Québec, H8S 3W7
Tél : (514) 637-3746

LES **SERVICES TECHNIQUES RMB** LTÉE



- Services Géotechniques
- Contrôle de la Qualité
- Évaluation et Contrôle des Matériaux
- Études d'Évaluation
- Expertises
- Protection des Édifices
- Disponibilité — Personnel Technique



Laboratoire d'essais de béton certifié par

8205 BOUL. MONTREAL-TORONTO, MONTREAL, QUEBEC H4X 1N1
Telex : 055-66440 Tél : (514) 364-1400



TECHMONT INC.

GÉOTECHNIQUE
CONTRÔLE DES MATÉRIAUX
PHOTOINTERPRÉTATION

1310 ouest, Chabanel
Montréal, Québec H4N 1H4
(514) 384-3730

Répertoire des annonceurs

- 24-25 Armco Canada Ltd.
•
47 Beaulier Inc.
34 Bechtel Canada
42-43 Brown Boveri Canada Limitée
•
47 Carmel, Fyen, Jacques & Associés, Inc.
C IV Ciments Canada Lafarge Ltée
48 Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.
•
48 Desjardins + Sauriol & Associés
47 Duval & Duval Inc.
•
47 Géophysique G.P.R. International Inc.
•
C III Jenkins Canada Inc.
•
41 Laboratoire B-Sol Ltée
47 Laboratoire d'Inspection & d'Essais Inc.
47 Laboratoires Industriels et Commerciaux Limitée (Les)
40 Laboratoires Merck Frosst
40 Labo S.M. Inc.
40 La Fonderie de Stanton
48 Lalonde, Girouard, Letendre & Associés Ltée
47 Le Groupe SNC
48 Les Services Techniques RMB Ltée
48 Lupien, Rosenberg & Associés Inc.
•
44 Ministère de l'éducation du Québec
17 Mont Sutton
•
26 Philips Electronique Ltée
•
C II Remy Martin
•
35 Sabena lignes aériennes belges
18 Sharp Electronics of Canada Ltd.
•
48 Techmont Inc.
38 Tex-El Inc.
36-37 The Steel Company of Canada Limited
•
41 Université du Québec à Chicoutimi



Desjardins+Sauriol
& Associés

Ingénieurs-conseils

1200 OUEST, BOUL. ST-MARTIN, LAVAL H7S 2E4 (514) 384-5660



Lalonde
Girouard
Letendre
& Associés Ltée

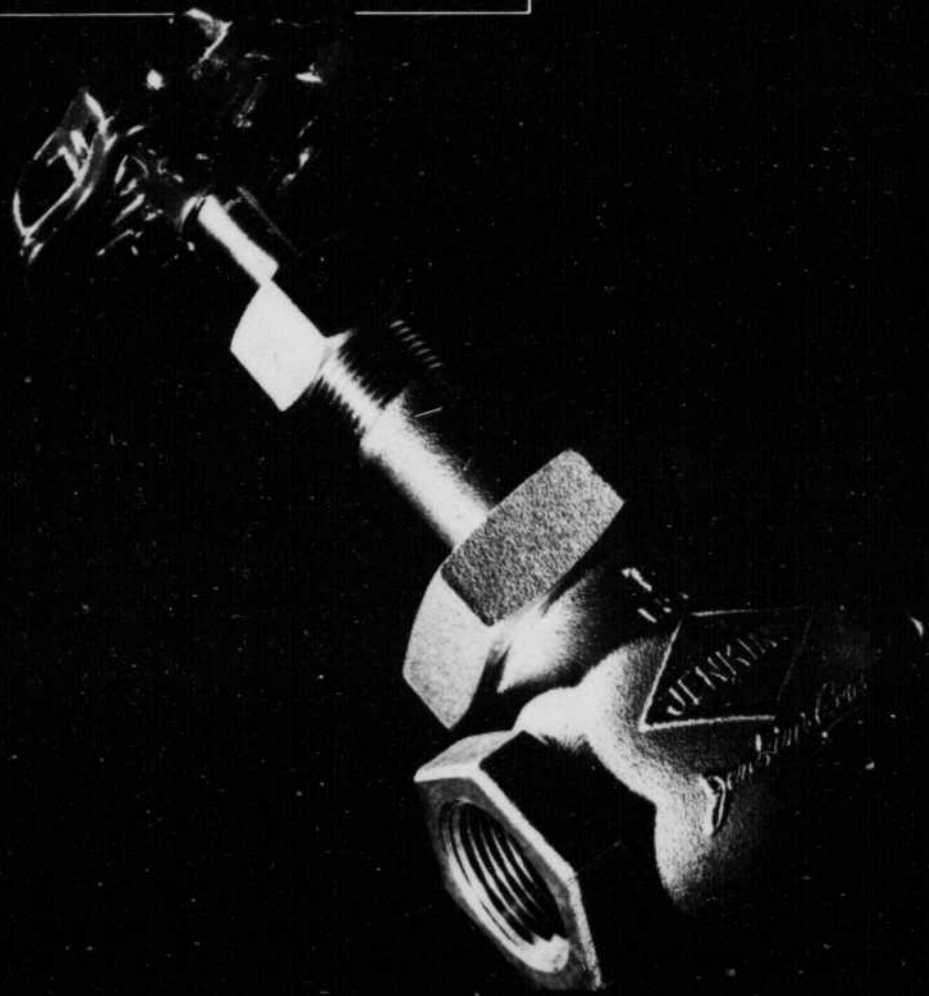
1400 ouest, rue Sauve
suite 214
Montréal, Que H4N 1C5
(514) 337-1030

Experts
Conseils

JENKINS

Le spécialiste en valves

JENKINS



Que représente l'industrie de la construction pour l'économie du Canada?



L'industrie de la construction représente:

16% du Produit National Brut

625,000 emplois directement et autant dans
les industries et services associés.

Approximativement 10 milliards en impôts
payés aux différents gouvernements.

L'industrie de la construction, force vitale à la croissance et la prospérité du pays, contribue à satisfaire les besoins essentiels de tous les Canadiens: logement, énergie, transport, conservation et équipement sanitaire.

Nos spécialistes de la construction sont en mesure de nous fournir les installations qu'il nous faut tout en créant des emplois et en utilisant des matériaux fabriqués au Canada.

La construction stimule la croissance et la prospérité dans de nombreux secteurs de l'économie canadienne comme les établissements de crédit, les sociétés immobilières,

les industries productrices
d'énergie, l'équipement
mobilier des bureaux et des

logements, le transport et bien d'autres secteurs-clés.

Dans les périodes de stagnation économique et de chômage élevé, l'industrie de la construction sert de catalyseur; créatrice d'emplois, cette industrie produit des revenus pour les gouvernements et pour des réinvestissements dans le secteur privé, ce qui en retour assure un climat de confiance qui joue un rôle essentiel dans l'assainissement de l'économie.



C'est avec fierté que nous avons participé à
la fondation de l'Association canadienne de
la construction dont nous sommes membres
depuis 1918.

CAPACITÉ
COMPÉTENCE
INTÉGRITÉ

Ciments Canada Lafarge Ltée



DIRECTION RÉGIONALE DU QUÉBEC
625 av. du Président Kennedy, Montréal, Qué. H3A 1K7
Téléphone: 514-649-5621

pour bien
des raisons