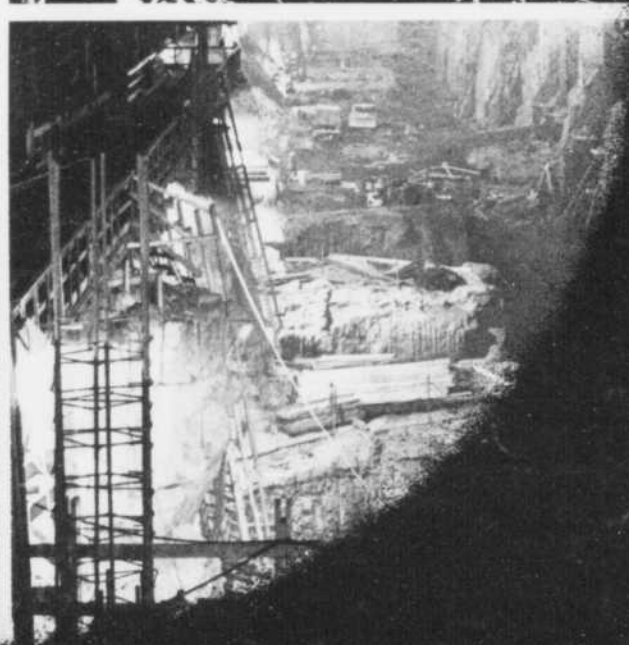
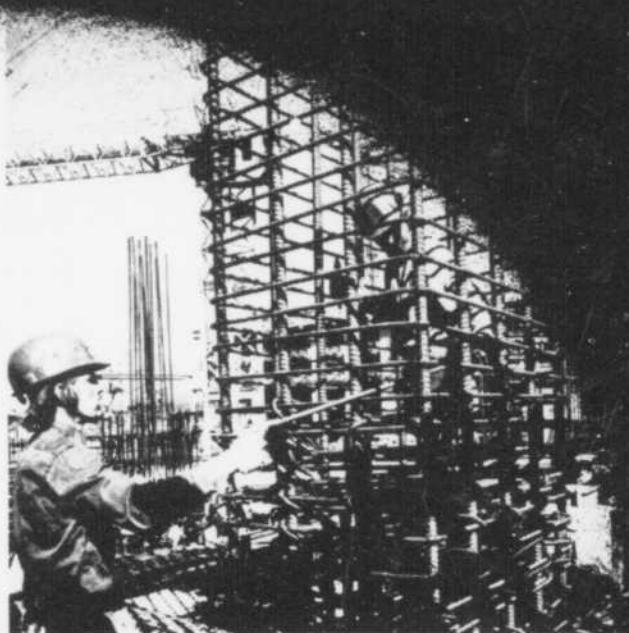
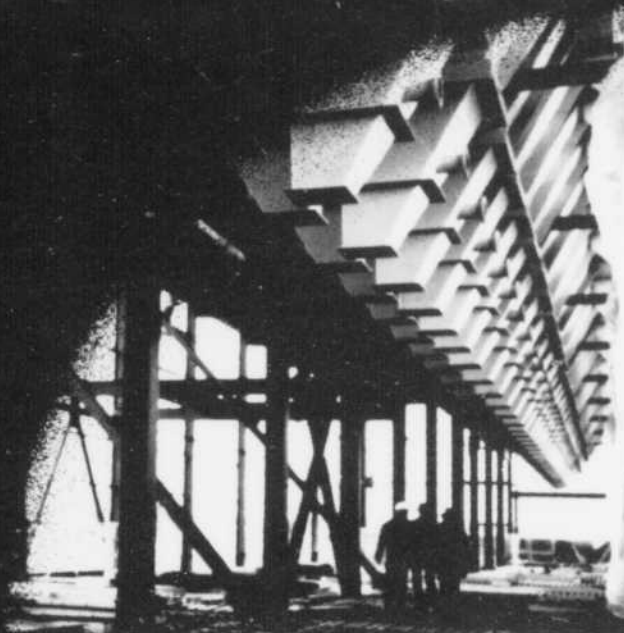
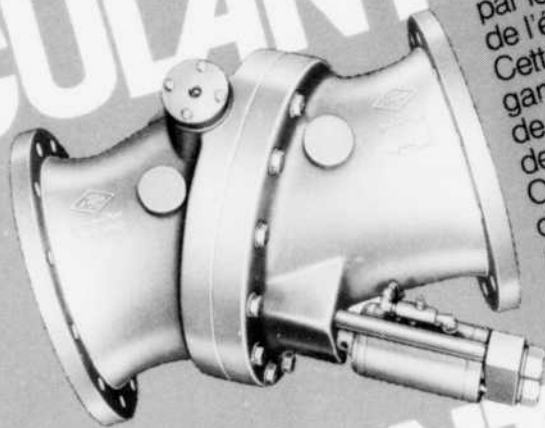


MARS / AVRIL 1977  
No 318  
63<sup>e</sup> année

# L'INGÉNIEUR



# VANNES À CLAPET BASCULANT



Jenkins fabrique maintenant les vannes à clapet basculant spécialement conçues pour réduire le claquement causé par le renversement instantané de l'écoulement.

Cette importante addition à la gamme des vannes de qualité de Jenkins s'ajoute à la série des vannes à papillon AWWA. On apprécie ces vannes à la décharge et la succion des pompes et compresseurs, l'aération des boues, les conduites de distribution de vapeur, les conduites de transmission, l'utilisation nucléaire

spécialisée et plusieurs autres usages. Jenkins Bros. Limited, Lachine, Québec.

# MAINTENANT CHEZ JENKINS!

**JENKINS**

Le spécialiste en valves



*Jenkins Bros.*

**ADMINISTRATION  
ET RÉDACTION**

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

**COMITÉ ADMINISTRATIF**

Réal LAUZON, ing.  
président  
Jacques DE BROUX, ing.  
Roger FYEN, ing.  
Roger LESSARD, ing.  
André A. LOISELLE, ing.  
Michel ROBERT, ing.  
Michèle THIBODEAU-DEGUIRE, ing.

**SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE**

Yolande GINGRAS

**RÉDACTRICE**

Madeleine G. LAMBERT

**COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION**

André BAZERGUI, ing.  
directeur  
Thomas AQUIN, ing.  
René AUDY, ing.  
Bernard BÉLAND, ing.  
Marcel FRENETTE, ing.  
J. Guibert LORTIE, ing.  
André MAISONNEUVE, ing.  
Robert MORISSETTE, ing.  
Michel PARENT, ing.  
Thomas J. PAVLASEK, ing.  
Robert G. TESSIER, ing.  
Charles VILLEMAIRE, ing.

**PUBLICITÉ**

JEAN SEGUIN & ASSOCIÉS INC.  
Courtiers en publicité

601, Côte Vertu, St-Laurent, Québec H4L 1X8  
Téléphone : (514) 748-6561

**ÉDITEURS**

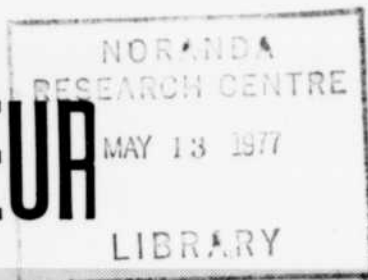
**Association des Diplômés de Polytechnique**  
En collaboration avec l'École Polytechnique de  
Montréal, la Faculté des Sciences et de Génie de  
l'Université Laval et la Faculté des Sciences appli-  
quées de l'Université de Sherbrooke. Publication  
bimestrielle. — Imprimeur : Les Presses Elite.

**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'IN-  
GÉNIEUR — ISSN 0020-1138.

Tirage certifié : membre de la  
Canadian Circulation Audit Bureau



**ARTICLES**

3 **LA RESTAURATION : UN DÉFI À L'EXPLOITATION  
À CIEL OUVERT AU CANADA**

par G. Zahary, D. Murray et B. Hoare

La nécessité de remettre en état les sites miniers est maintenant reconnue au Canada. Pour l'exploitation minière à ciel ouvert, le défi à relever concerne la restauration des trois principaux secteurs, soit : les terrils, les zones d'évacuation des résidus en pulpe, les fosses au terme de l'exploitation. Les auteurs décrivent certaines techniques de restauration et les obligations qui incombent aux exploitants.

10 **LA MÉTALLURGIE EXTRACTIVE DU LITHIUM**

par Dr Georges G. Gabra et Dr Arpad E. Torma

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études ont été poursuivies dans le domaine de l'hydrométallurgie extractive, ce qui a permis de constituer une branche autonome de la chimie industrielle. Le but de cet article est de présenter une vue d'ensemble de l'extraction du lithium afin de faciliter sa compréhension et de promouvoir l'intérêt de la recherche appliquée à ce sujet.

23 **CONSIDÉRATIONS SUR LES FORMULES  
DE GESTION DE PROJETS**

par Daniel Wermenlinger, ing.

Dans cet article, l'auteur définit différents modes de gestion de projets d'ingénierie : simple gérance de construction, gérance — partielle ou complète — du projet, formule clé-en-main, organisation conventionnelle via entrepreneur général et bureaux d'études, etc.

29 **AVANT-PROJET ET FINANCEMENT D'UN  
PROJET INDUSTRIEL**

par Michel Gaucher, ing., M.B.A., LL.L.

Plusieurs similitudes existent au niveau du cheminement et des acteurs qui sont impliqués dans le développement des avant-projets industriels. L'auteur tente de dégager à partir d'exemples spécifiques les facteurs-clés qui font passer du rêve à la réalité un concept de projet et d'identifier le rôle que peut y jouer un expert-conseil. La source originale, la promotion du projet, la stratégie nécessaire pour le développer sont des points qui sont de plus traités dans cet article.

**RUBRIQUES**

16 **FONDATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE**  
Rapport annuel 1976

35 **ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL**  
Rapport du comité des bourses

36 **LE MOIS : Chroniques mensuelles**

40 **RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS**

**PHOTOS COUVERTURE**

**QUELQUES GRANDS TRAVAUX D'INGÉNIEURIE**

1. Didier Corporation de Produits réfractaires — Usine en voie de construction.
2. Complexe Desjardins — Armature d'une colonne type des tours.
3. Complexe La Grande — Travaux d'exploration.
4. Churchill Falls — Salle des machines en cours d'excavation.





## AVEC NOTRE THERMOSTAT AU PLAFOND PERSONNE NE SE PRÉOCCUPE SAUF MARIE TOUCHE-À-TOUT

On ne le voit pas, Marie ne peut pas y toucher et c'est plus efficace que n'importe quelle installation murale.

Ce qui est encore plus important, c'est que le système d'installation au plafond Moduline® VAV de Carrier avec thermostat encastré permet non seulement d'éliminer le coût d'installation de thermostats au mur mais permet aussi au propriétaire d'économiser sur les frais d'installation de nouvelles canalisations électriques lors de rénovations éventuelles dans les bureaux.

Les orifices de ventilation, facilement dissimulables, créent également un mouvement d'aspiration d'air vers le plafond qui se fond uniformément avec l'air de la pièce afin d'éviter les courants chauds ou froids.

Écrivez-nous pour obtenir toutes les informations relatives au système VAV que même Marie apprendra à apprécier sans pouvoir y toucher. Le Service des systèmes et de l'équipement Carrier  
Bramalea, Ontario L6T 2J8

Le Numéro UN  
en  
climatisation.



**Carrier**

# LA RESTAURATION: UN DÉFI À L'EXPLOITATION À CIEL OUVERT AU CANADA

par G. Zahary, D. Murray et B. Hoare \*

## Sommaire

La nécessité de remettre en état les sites miniers est maintenant reconnue au Canada. Pour l'exploitation minière à ciel ouvert, le défi à relever concerne la restauration des trois principaux secteurs, soit : les terrils, les zones d'évacuation des résidus en pulpe, les fosses au terme de l'exploitation. Les auteurs décrivent certaines techniques de restauration et les obligations qui incombent aux exploitants.

## Introduction

La rareté des ressources naturelles, renouvelables ou non, est maintenant reconnue comme une réalité au Canada. Ce fait a des implications importantes pour des industries qui, telle que l'industrie minière, tirent leurs revenus de ces ressources. Les plus pessimistes pensent que des changements fondamentaux dans l'échelle des valeurs sociales sont devenus nécessaires, en particulier un choix formel entre les attitudes de développement, d'équilibre et de conservation. Les plus optimistes reconnaissent la nécessité d'ajustements économiques, d'une planification à long terme et d'une législation de contrôle.

L'industrie minière canadienne est diversifiée et son environnement varie d'une région à l'autre. Seules de petites portions du territoire canadien sont forte-

ment urbanisées, la plus grande partie étant inhabitée. Par conséquent, les prises de position de l'industrie minière, sur la question des préjudices causés à l'environnement, sont influencées par le milieu. Les rapports sur la politique minière du Canada reconnaissent le double besoin d'un secteur minier viable et d'une nécessité de réduire au minimum les effets de la pollution des mines sur l'environnement<sup>1,2,3</sup>. Malgré la faible étendue des terres directement touchées par l'industrie minière, celle-ci contribue considérablement à l'essor économique canadien. Dans les régions minières, bien que la plupart des avantages dépendent de la présence du gisement, ils ne sont pas nécessairement perçus par ceux qui vivent dans le voisinage de la mine, où l'environnement est le plus perturbé. Il n'est pas surprenant que des différences apparaissent quand les coûts et les bénéfices d'une entreprise minière particulière sont évalués. Étant donné l'importance de l'industrie canadienne, un cadre de travail rationnel est requis pour évaluer les thèses en concurrence<sup>4,5</sup>.

Certains effets fâcheux de l'industrie minière sur l'environnement sont mis en évidence par l'état des vieilles exploitations datant de l'époque où l'on n'accordait que peu de valeur à cette question. Depuis quelques années, l'environnement a vu sa valeur croître brusquement et des efforts intensifs sont en cours pour restaurer les terrains précédemment endommagés ainsi que pour réduire les problèmes que pourraient provoquer les exploitations en cours. L'industrie canadienne s'est engagée à utiliser pleinement les méthodes connues les plus appropriées pour réduire les effets de la pollution et améliorer l'esthétique des déchets miniers indestructibles.

L'implantation d'une couverture végétale auto-suffisante est considérée comme le procédé de régénération le plus acceptable pour la plupart des résidus solides des mines. Cependant, ceci n'est pas praticable dans tous les cas. La revégétation des résidus de moulin a été entreprise il y a déjà 30 ans. Certaines compagnies s'occupent, depuis déjà 15 années, de l'entretien d'une

\*

### Les auteurs :

**M. G. Zahary**, gestionnaire (Laboratoire d'Elliot Lake, Ontario, Canada); **M. D. Murray**, agronome (Laboratoire d'Elliot Lake, Ontario, Canada); **M. B. Hoare**, chercheur scientifique (Ottawa, Canada).

Tous trois des Laboratoires de recherche minière, Centre canadien de technologie des minéraux et de l'énergie, Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada.

couverture végétale à la surface des résidus de mine<sup>6</sup>. À notre époque, la technologie (ce que l'on peut faire) et le point de vue social (ce que l'on doit faire) changent rapidement ; simultanément, des décisions d'ordre pratique sont prises au sujet des procédés de restauration<sup>7 à 10</sup>.

### Le défi

La nécessité de remettre en état les sites miniers est maintenant reconnue au Canada. Il s'agit d'une prise de conscience relativement récente qui exige une nouvelle et meilleure utilisation de la technologie disponible. Le Canada produit une grande variété de déchets miniers. La plupart de ces mines se situent dans les régions à faible densité de population et elles sont de taille moyenne à grosse. Le climat et la topographie variant considérablement à travers le pays, ces facteurs deviennent d'une importance capitale quand il s'agit de trouver l'équilibre normal qui doit exister entre l'étendue possible et désirable de la restauration d'une région donnée.

Le défi à relever pour l'exploitation minière à ciel ouvert concerne les trois principaux secteurs suivants :

1. la restauration des terrils ;
2. la restauration des zones d'évacuation des résidus en pulpe ;
3. la restauration des fouilles à la fin des excavations.

À titre d'exemple, citons que la quantité de minerai, de stériles et de terrains de recouvrement manipulés chaque année est estimée à 650 millions de tonnes, les stériles en constituent la plus grande part. L'industrie utilise environ un milliard de gallons d'eau par jour ( $\sim 5 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) dont la majeure partie est recyclée. Cette activité a perturbé environ 225 milles carrés de territoire ( $\sim 585 \text{ km}^2$ ). Les minéraux, dont l'exploitation perturbe le plus le sol, sont par ordre décroissant, le fer, le cuivre et le nickel, l'amiante, l'or, la potasse, le plomb et le zinc<sup>11</sup>.

Au Canada, la revégétation est considérée comme l'une des formes les plus souhaitables de restauration et, de plus, elle a l'avantage de stabiliser les surfaces constituées de matériaux fins comme les résidus de traitement de minerais. La facilité avec laquelle une couverture végétale peut être implantée dépend d'un large éventail de facteurs parmi lesquels les propriétés physiques et chimiques des résidus ne sont pas les moindres. Des recherches sont actuellement effectuées sur les résidus très siliceux et acides, tandis qu'on est en train d'établir de meilleures méthodes d'ensemencement pour ces terrains.

La stabilité des terrils, des endiguements et des talus de mines est reliée à la restauration. Les aspects structuraux ont été étudiés et des recherches supplémentaires sont présentement en cours en vue de perfectionner des méthodes qui assurent une stabilité à long terme.

### Critères de restauration

À la base de toute entreprise figure la détermination d'objectifs et de spécifications réalistes permettant une

évaluation, une fois les objectifs atteints. C'est là toute la difficulté de la restauration des sites miniers, où la technologie et les prévisions changent rapidement.

Les critères de restauration sont de trois types :

- a) légaux,
- b) techniques,
- c) esthétiques.

### Critères légaux

Au Canada, une législation existe aux niveaux fédéral et provinciaux<sup>12</sup>. Au niveau fédéral, elle vise à contrôler la pollution des ressources renouvelables : loi sur les ressources en eau du Canada (1970), loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique (1970-71), loi modifiant la loi sur les pêcheries (1970), laquelle a un effet indirect sur l'évacuation des déchets miniers solides.

Un exemple de législation analogue, au niveau provincial, est « The Ontario Water Resources Commission Act » (1957). Elle a pour but de contrôler la pollution de l'eau et a une incidence importante sur l'évacuation des déchets miniers solides et liquides.

Le « Pits and Quarries Control Act » (1971) fournit un exemple de législation visant directement l'élimination des déchets et la récupération des carrières dans les zones urbaines en Ontario. Pour toute exploitation minière de ce genre, cette loi exige une autorisation et demande la soumission de plans d'exploitation et de restauration<sup>12,13</sup>. Un autre exemple est le « Mines Regulation Act » (1967, 1972) de la Colombie-Britannique. Cette loi prévoit la soumission de plans, l'émission de permis avant le début des travaux préparatoires à la production, la restauration progressive des terres perturbées et le versement d'une caution maximale de \$500 par acre de terre utilisée.

Des exigences moins spécifiques sont définies dans les autres lois provinciales concernant le secteur minier. Pour toutes les autres mines de l'Ontario, la loi sur les mines stipule que la direction doit planter et entretenir une végétation ou stabiliser de quelque autre manière les dépôts de résidus inutiles à un endiguement futur, et ce, à la satisfaction de l'ingénieur régional des mines. Le travail de restauration, à la suite de l'exploitation, devra être achevé selon les exigences de l'ingénieur en chef des mines. À ce niveau, un schéma de restauration sera dans une large mesure une affaire de jugement basée sur des critères techniques et esthétiques.

### Critères techniques

Les critères techniques sont ceux qui peuvent être définis objectivement pour un site donné. La restauration des sites miniers signifie un développement du territoire, même si les possibilités des terres restaurées sont souvent très faibles. En premier lieu, le niveau de restauration souhaitable ou possible dépendra du niveau d'uniformité du paysage local, de la valeur

marchande des terres environnantes ainsi que du caractère de la zone perturbée. On peut alors définir une hiérarchie d'objectifs.

La première mesure, qui consiste à isoler la zone perturbée pour ne pas endommager le sol, l'air et l'eau environnants, sera de stabiliser la surface et de prévenir l'érosion par le vent et l'eau. Physiquement, cela se traduit par l'irrigation, le recouvrement par de grosses roches ou l'ensemencement de matériaux organiques ; chimiquement, en développant une croûte en surface avec des matériaux comme le ciment, la chaux ou de résines synthétiques ou encore biologiquement, par l'implantation d'une couverture végétale<sup>14</sup>.

À l'étape suivante, il est souhaitable de parfaire la stabilité chimique des terrils. Les réactions chimiques les plus importantes sont celles liées à l'oxydation du charbon et des sulfures et qui peuvent respectivement conduire à la combustion des terrils et à la production d'acide. Cette dernière entraîne la dissolution des métaux ainsi que la pollution des terres environnantes et des cours d'eau. La végétation de surface, consommant à la fois l'eau et l'oxygène du sol, devient un moyen prometteur de régulation pour ces problèmes<sup>15,16,17</sup>.

À un troisième niveau, l'objectif serait de rendre aux terres perturbées leur potentiel écologique original. Dans la plus grande partie du Canada, cela signifie rendre au sol sa couverture forestière.

Au-delà de ces objectifs, des occasions peuvent se présenter pour promouvoir des habitats pour la faune terrestre, des lieux de plaisance, des zones industrielles et résidentielles. En fait, il s'agit de revaloriser les terres au-dessus du niveau qu'elles avaient avant l'exploitation minière.

### Critères esthétiques

L'esthétique est une question de goût ; c'est l'appréciation artistique d'une œuvre et non de sa forme physique. Ainsi, les critères esthétiques sont subjectifs par nature, variant d'une personne à l'autre et évoluant avec le temps. Cela ne veut pas dire que les décisions à prendre soient irrationnelles ou de faible importance. Quand les critères esthétiques sont ignorés, il est à craindre que les décisions prises à partir des critères techniques ou légaux conduisent à des résultats non rentables.

En définissant des critères esthétiques, il est facile de tomber dans l'exagération. Par exemple, un amoncellement de résidus de moulin, couvert d'herbe, peut être rendu suffisamment résistant pour servir de refuge à la faune sauvage, alors qu'il ne saurait être satisfaisant comme zone de loisirs pour la population. Un talus de grosses roches, physiquement stable, serait acceptable à beaucoup d'endroits sans traitement supplémentaire. Le fait de pousser la restauration au-delà de ces niveaux peut être extrêmement coûteux. C'est pourquoi, les critères esthétiques doivent être définis avec précision après de nombreuses délibérations si l'on veut éviter de perdre l'idée directrice d'un schéma de restauration.

La participation du public à la planification et sa prise de conscience des progrès du travail de restauration sont des considérations fondamentales. Des gains réels sont obtenus en aménageant des sites pour résidus loin des paysages exceptionnels, des zones peuplées ou des routes touristiques. De ce point de vue, une étude préalable de cartes topographiques, de plans régionaux de développement et la création d'écrans de végétation peuvent s'avérer d'une valeur inestimable.

### Restauration des sites miniers

À certains égards, un site de mine à ciel ouvert peut représenter une forme d'usage permanent de territoire et la seule approche réaliste de restauration est de lui trouver une utilisation de remplacement adaptée à ces caractéristiques permanentes. Par exemple, l'excavation peut être transformée en un lac de plaisance, en un réservoir d'eau ou en un lieu de déversement pour les autres résidus produits dans la région. Le bassin de stériles pourrait retrouver une vie végétale, bien que son potentiel biologique, de même que sa capacité de production seraient probablement beaucoup plus faibles que ceux des terres adjacentes.

D'un autre côté, un site à ciel ouvert peut, par ses aménagements de surface, correspondre à un usage temporaire de territoire et sa restauration est à la fois possible et justifiée. Avant l'abandon d'un site, on doit d'abord porter une attention particulière à l'élimination des dangers physiques évidents et au nettoyage complet du site, incluant par exemple la démolition des bâtiments et autres structures.

Ceci n'a pas toujours été respecté dans le passé, parfois pour des raisons parfaitement justifiées : une faillite, l'intention de réouverture, l'éloignement d'un site, etc. Par contre, lorsque la restauration n'est pas effectuée, les amendes perçues pour négligence nous apparaissent insuffisantes pour réveiller la conscience des responsables.

Il n'est pas nécessaire actuellement d'édicter des spécifications sur le travail à accomplir, c'est évident dans la plupart des cas, mais plutôt de trouver des méthodes assurant la restauration dans tous les cas.

### Résidus solides de mines

Le plus gros problème lié à la restauration des sites miniers est posé par la récupération et la stabilisation des stériles solides rejetés pendant l'exploitation.

Ceux-ci peuvent être classés comme suit :

1. Déblais ou morts-terrains provenant de la production de charbon, sable et gravier, etc.
2. Résidus venant du traitement du fer, des métaux de base, de l'amiante, etc.
3. Roches grossières produites par presque toutes les exploitations minières situées dans une zone de roches dures.
4. Scories de fonderie provenant de procédés métallurgiques.

## 5. Boues et dépôts résultant de procédés de traitement à l'eau.

Actuellement, la perturbation des terres, due à l'exploitation minière, est plus spécialement liée aux bassins de résidus, et la restauration de ceux-ci semble offrir la meilleure occasion de réduire l'impact de l'industrie minière sur l'environnement.

### Revégétation des résidus

Le développement de méthodes de gestion plus efficaces est en train de réduire le nombre de réservoirs de résidus incapables de supporter une vie végétale. Beaucoup d'attention est portée aujourd'hui sur la définition de méthodes d'essai et de pratiques de gestion, susceptibles de s'appliquer à la majorité des cas.

La vigueur d'une plante est limitée par certains facteurs, autrement dit, elle est déterminée par le plus limitatif des facteurs essentiels de l'environnement, soit :

- la lumière
- la chaleur
- le support mécanique
- l'air
- l'eau
- les éléments nutritifs

À l'exception de la lumière, tous proviennent, entièrement ou en partie, du sol. Celui-ci va influencer toutes les relations environnement- plante et par conséquent ses propriétés ont une importance fondamentale.

En volume, un sol agricole est principalement constitué de :

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Particules minérales                      | 25% |
| 2. Eau minérale dissoute dans le sol         | 25% |
| 3. Air                                       | 25% |
| 4. Matières organiques                       | 5%  |
| 5. Bactéries, champignons, vie animale, etc. | —   |

Dans les résidus, les deux derniers sont absents ; les pourcentages d'air et d'eau sont souvent mauvais ; et la minéralisation dans le sol est inadaptée ou non propice à la croissance de plantes.

### Un projet de recherche

Depuis environ quatre ans, des recherches sur les résidus siliceux et fortement acides produits par les usines de traitement des mines d'uranium locales sont en cours à Elliot Lake en Ontario. On a démontré qu'une couverture végétale peut être implantée sur ces débris. En arrivant à cette conclusion, de nombreuses décisions devaient être prises, basées sur des preuves limitées et il n'est pas certain que les méthodes retenues soient optimales à long terme dans les domaines technique ou économique. On admet généralement qu'il faut environ trois saisons de croissance avant qu'une expérience d'implantation puisse être validée de façon sûre. Deux à sept années supplémentaires seront nécessaires pour évaluer les implications à long terme.

### Climat

Elliot Lake est située à 46° de latitude Nord et à 83.5° de longitude Ouest dans une zone climatique tempérée avec des étés chauds et des hivers froids. Dans l'ensemble, les conditions climatiques se résument comme suit :

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. Température annuelle moyenne  | 4°C           |
| 2. Périodes sans gelée,<br>fin de mai à mi-septembre   | 100-110 jours |
| 3. Période de culture,<br>fin d'avril à mi-octobre<br>(température journalière moyenne<br>> 5.5°C) | 170-180 jours |
| 4. Précipitations  |               |
| — moyenne annuelle   | 81 cm         |
| — de mai à septembre   | 38 cm         |

Ces conditions restreignent le choix des espèces végétales, les périodes de cultures et d'ensemencement.

Actuellement, les graminées et les légumineuses sont semées au printemps ou tôt à l'automne lorsque les résidus sont suffisamment stables pour supporter les machines et que le risque de dégâts par le gel est faible.

### Propriétés physiques et chimiques

Le traitement des minerais a engendré une masse de débris de la taille d'un grain de sable, c'est-à-dire environ 45% ne passant pas à travers un tamis de 200 mailles (0.074 mm). Les principaux minéraux sont le quartz avec un peu de mica et de pyrite (2 à 8%), la pyrite étant le plus réactif des trois. La texture superficielle varie à travers le bassin et les méthodes de végétation doivent être modifiées en conséquence.

Une observation à l'œil nu a permis de définir des zones de texture grossière et fine. Des essais en laboratoire ont été réalisés pour justifier ces affirmations. Les résultats figurent au tableau 1.

TABLEAU 1

#### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES RÉSIDUS D'URANIUM

Propriétés physiques	Débris grossiers	Débris fins
Couleur	blanc	gris-rouge ou jaune
% passant 325 mailles	25	85
Capacité du terrain (%) (1/3 atm)	1.2 — 7.3	13.0 — 37.4
Coefficient de flétrissement (%) (15 atm)	0.3 — 0.7	3.0 — 13.4
Valeur de l'entrée de l'air (— cm H <sub>2</sub> O)	50 — 100	235

Les propriétés chimiques des résidus figurent au tableau 2. Les caractéristiques marquantes sont un pH et un pouvoir d'échange de cations faibles, ainsi qu'un pauvre approvisionnement d'éléments nutritifs disponibles.

TABLEAU 2

## PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES RÉSIDUS D'URANIUM

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES	RÉSIDUS	
	à grains grossiers	à grains fins
pH	1.9	2.3
Capacité d'échange de cations (meq/100 g)	0.17	1.75
Métaux toxiques (Solution de NH <sub>4</sub> OAc)		
Al (ppm)	22.2	744.4
Fe (ppm)	250.0	500.0
Éléments nutritifs disponibles — Azote (NO <sub>3</sub> , ppm)	3.04	3.20
Phosphore (Solution de NaHCO <sub>3</sub> , ppm)	0	3.9
Bases échangeables		
K (Solution de NH <sub>4</sub> OAc)	0.041	0.011
Ca (meq/100 g)	7.61	37.78
Mg (meq/100 g)	0.003	0.005
Contenu minéral (% en poids)		
Si	41.3	37.1
Al	2.0	2.18
S	1.18	4.25
Fe	1.15	3.65
K	1.12	1.14
Ca	0.28	0.87
Mg	0.040	0.043
CO <sub>2</sub> , Mo, Pb	0.05	0.05
Ni, Cu, Zn, Mn, P, Cl	0.01	0.01

## Problèmes techniques

L'étude de ces renseignements conduit à la définition de trois problèmes de base qui justifient des recherches additionnelles :

- ajustement du pH
- disponibilité des éléments nutritifs
- choix des espèces végétales

## Ajustement du pH

Un traitement de neutralisation a été défini par des essais en laboratoire. De la chaux était ajoutée à des échantillons de sol à des taux de 1 à 144 tonnes (métriques) par hectare. La concentration en eau était maintenue à 20%, les échantillons étaient agités périodiquement et le pH était déterminé chaque semaine pendant 10 semaines.

Sur l'échantillon à grains grossiers, aucun changement significatif de pH n'est apparu avant qu'un taux de chaux équivalant à 18 tonnes par hectare soit ajouté. Dans la première semaine, le pH a augmenté à 7 et est demeuré à ce niveau. De plus fortes concentrations en chaux n'ont montré aucun effet significatif.

Sur l'échantillon à grains fins, aucune neutralisation stable ne s'est produite avant l'addition de l'équivalent de 72 tonnes par hectare de chaux. À 36 tonnes par hectare, le pH a augmenté jusqu'à 6 après une semaine, mais a diminué jusqu'à la valeur initiale de 3 durant les deux semaines suivantes. En aucun cas,

il n'a été possible de maintenir le pH à quelque niveau intermédiaire entre la valeur initiale de 2 ou 3 et la valeur finale de 7.

À partir de ces essais, des traitements de neutralisation normalisés ont été définis : 22 tonnes par hectare pour les matériaux à grains grossiers et 72 tonnes par hectare pour ceux à grains fins. L'expérimentation sur le terrain, réalisée depuis lors, indique que ces taux sont satisfaisants.

La quantité de calcaire requise sur le terrain varie avec la profondeur de sol à neutraliser ou avec la profondeur de culture.

La profondeur de culture et la neutralisation furent aussi étudiées sur le terrain. Les trois niveaux de culture utilisés furent : un grattage manuel de la surface, un labourage, et deux labourages. Ces façons de procéder correspondent à des profondeurs de culture de 0, 7.5 et 15 cm respectivement. Les résultats étaient semblables au stade de la germination, mais des différences survenues après la croissance de la plante conduisaient à une demande accrue d'éléments nutritifs. À une profondeur nulle, aucune croissance ne suivait la germination ; à 15 cm la croissance était de 3 à 5 fois supérieure à celle constatée pour 7.5 cm.

## Disponibilité des éléments nutritifs

L'augmentation du pouvoir d'échange de cations par addition de matières organiques a été évaluée par une série d'essais en laboratoire. Des échantillons de résidus traités (1000 g) furent mis en incubation dans des sacs de plastique et analysés au bout de sept semaines. On a employé de la chaux au taux de 22 tonnes par hectare, des engrais à un taux de 112 kg par hectare, chacun contenant de l'azote (N), du phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), du potassium (K<sub>2</sub>O) et du paillis au taux de 22 à 448 tonnes par hectare. De la sciure de bois, des copeaux de bois et de la boue furent expérimentés. La boue a été la seule à augmenter la capacité d'échange de cations et cela par des facteurs de 2 à 4 pour les plus forts pourcentages en paillis. La sciure et les copeaux n'ont eu aucun effet pendant cette courte période de temps. On s'est aussi aperçu que la capacité nutritive était moindre que celle obtenue sous forme d'engrais, montrant par là une intégration des agents fertilisants dans le sol. Des applications d'engrais plus importantes que celles requises pour la nutrition des plantes seraient utiles sur le terrain. On a pu noter que le besoin en chaux était réduit par l'addition de boue d'égoût.

Là où le pouvoir d'échange de cations est faible, les éléments peuvent filtrer à travers le sol avant d'être utilisés. Cela peut être atténué en épandant des engrais plus souvent à des doses plus faibles ; cette idée a été chiffrée par des essais sur le terrain. Du fertilisant en grains a été employé au taux de 672 kg par hectare pendant la saison selon le calendrier suivant : une seule application pendant les semailles, 3,6 et 12 pendant la période de croissance. Les plus pauvres résultats furent obtenus à partir de l'application unique, alors que ceux obtenus avec 6 et 12 applications furent meilleurs. D'où la conclusion que six applications durant la saison sont préférables la première

année quand les plantes commencent à s'enraciner. Pour les années suivantes, le calendrier de fertilisation ne s'est pas révélé aussi critique. Une ou deux applications par saison ont donné une croissance satisfaisante.

### Espèces végétales

Une variété de graminées communes, des légumineuses et des plantes annuelles à feuilles larges ont été expérimentées sur le terrain et dans des études sur la croissance en chambre. D'une façon générale, cela a prouvé qu'avec des amendements appropriés, plusieurs plantes peuvent pousser. Celles qui se sont avérées les plus vigoureuses sont :

<b>Graminées :</b>	Alpiste	<i>Phalaris arundinacea L.</i>
	Agrostis blanche	<i>Agrostis alba L.</i>
	Fétuque	<i>Festuca rubra L.</i>
	Paturin des prés	<i>Poa pratensis L.</i>
	Fléole des prés	<i>Phleum pratensis L.</i>
<b>Légumineuses :</b>	Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i>
	Mélicot	<i>Melilotus officinalis</i>
<b>Annuelles :</b>	Sorgho menu	<i>Sorghum vulgares</i>
	Navet	<i>Brassica napus</i>

### Conclusion

La recherche et le développement de la stabilisation par voie végétale des déchets miniers s'intensifiera et d'autres méthodes verront le jour. Notre expérience suggère que la vie végétale peut être implantée et entretenue sur la majorité des réservoirs de stériles bien que le coût puisse être élevé. Dans l'avenir, nous espérons porter plus d'attention sur une investigation à long terme et tout particulièrement déterminer les conditions du sol permettant une végétation auto-suffisante, même si elle n'est pas hautement productive. Bien que cette étude ne puisse être une solution finale au problème de restauration des résidus de mines, elle constituera certainement une étape significative. ■

### BIBLIOGRAPHIE

1. *Objectifs d'une politique minière canadienne*; Bureau de vente des publications, Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa; 1973.
2. Todd, F.F. — *Taxation and National Mineral Policy*; CIM Forum; CIM Bull.; April 1973.
3. Horn, W.R. *Metal Mining and the Environment — Where Does the Industry Stand?*; CIM Bull.; 1972.
4. Rabbits, F.T. et al. — *Environmental Control in the Mining and Metallurgical Industries in Canada*; Dept. of Energy, Mines and Resources, Ottawa; Jan. 1971.
5. Blais, R.A. — *The Man and Resources National Workshop*; CIM Forum; CIM Bull.; March 1973.
6. Young, C.A. — *The Use of Vegetation to Stabilize Mine Tailings at Copper Cliff*; Proc. of the First Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors; Dept. of Energy, Mines and Resources; 1969.
7. Laird, A.M. — *Mined Land Reclamation and Public Relations*; CIM Bull.; Oct. 1973.
8. Weston, S. — *Report on Developments and Progress in Reclaiming Waste Dumps and Tailings Ponds*; Western Miner; Aug. 1973.
9. Duncan, D.W. — *Environmental Problems Associated with the Disposal of Mining and Milling Waste*; Western Miner; Sept. 1972.
10. Dunn, R.W. and Melis, L.A. — *The Pollution Control Program of Rio-Algom Mines Limited in the Elliot Lake Region*; 19th Ontario Industrial Wastes Conference; Ontario Water Resources Commission, Toronto; 1972.
11. *Pollution Control Report from Canada's Mining Industry*; The Mining Association of Canada, Ottawa.
12. McGee, G. — *Mining and Environmental Law*; Mineral Bulletin MR 138; Dept. of Energy, Mines and Resources; 1973.
13. Baur, A.M. — *A Guide to Site Development and Rehabilitation of Pits and Quarries*; Ont. Dept. of Mines Ind. Rept. No. 33; 1970.
14. Dean, K.C. and Havens, R. — *Stabilization of Problem Mineral Wastes*; U.S. Bureau of Mines, Salt Lake City Metallurgy Research Centre, Salt Lake City, Utah; 1972.
15. Bragg, K. — *Pollution Potentials and Interactions in Mine Waste Embankments — Their Costs and Prevention*; Dept. of Energy, Mines and Resources; Div. Rept. No. EMA 73-12; 1973.
16. Hawley, J.R. — *The Problem of Acid Mine Drainage in the Province of Ontario*; Ministry of the Environment, Toronto; 1972.
17. Hill, R.D. — *Reclamation and Revegetation of Strip-Mined Lands for Pollution and Erosion Control*; Trans. Am. Soc. of Ag. Eng.; vol. 14; no. 2; 1969.



**mon-ter-val inc.**

société d'expertise

Géotechnique

Géologie

Mécanique des Roches

Contrôle des matériaux

Contrôle de la pollution

1470 rue mazurette, montréal, qué. h4n 1h2

tél. (514) 382-5110



**Warnock Hersey Services Professionnels Ltée**

Services de consultation

Études géotechniques

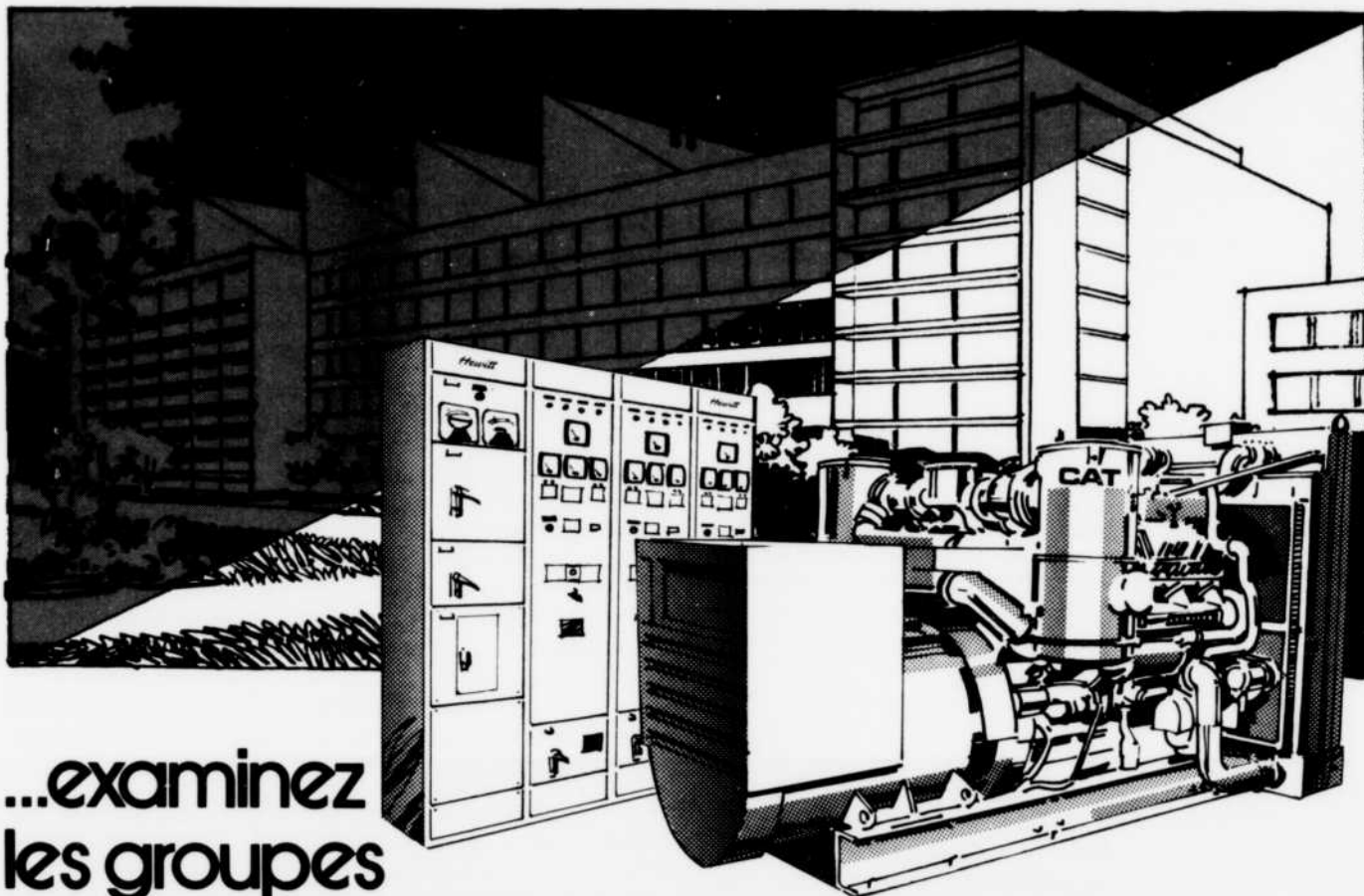
Métallurgie et analyses chimiques

Essais physiques • Expertises

Contrôle qualitatif des matériaux

Vancouver Regina Winnipeg Hamilton  
Toronto Montréal Saint John Halifax  
États-Unis Amérique du Sud Europe Asie

# Les pannes de courant peuvent être très coûteuses...



## ...examinez les groupes électrogènes de secours Caterpillar conçus sur mesure par Hewitt.

Les pannes d'électricité entraînent une perte de production... un gaspillage de main-d'oeuvre... du matériel endommagé... Hewitt vous offre la solution idéale, le groupe électrogène complet. Une source unique pour la conception, la fabrication, l'essai et le service après-vente.

**la conception:** Chaque groupe électrogène est conçu selon les exigences du client.

**la fabrication:** Une gamme complète de moteurs de qualité et de dispositifs de commutation pour répondre à vos besoins.

**l'essai:** Tout l'appareillage nécessaire pour pratiquer des essais en pleine charge avant l'installation.

**le service après-vente:** Service complet de pièces et d'entretien pour assurer que votre groupe électrogène soit toujours en excellent état de fonctionnement. Examinez les groupes de Hewitt — ils peuvent vous épargner des pannes de courant très coûteuses!



**MONTREAL  
QUEBEC • SEPT-ILES  
CHICOUTIMI • VAL-D'OR  
HULL • BAIE JAMES**



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

# LA MÉTALLURGIE

## EXTRACTIVE DU LITHIUM \*

par Dr Georges G. Gabra et \*\*  
Dr Arpad E. Torma

### Sommaire

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études ont été poursuivies dans le domaine de l'hydrométallurgie extractive, ce qui a permis de constituer une branche autonome de la chimie industrielle. Le but de cet article est de présenter une vue d'ensemble de l'extraction du lithium afin de faciliter sa compréhension et de promouvoir l'intérêt de la recherche appliquée à ce sujet.

### Introduction

Le lithium a été découvert en 1817. Son nom est dérivé du grec « λίθος » qui signifie « pierre »<sup>48</sup>. Il peut être préparé par électrolyse de son chlorure ou de son hydroxyde fondu<sup>23</sup>. En raison de sa grande réactivité, il faut le conserver en atmosphère inerte ou sous une couche d'huile.

Le lithium appartient à la première colonne de la classification périodique regroupant les métaux alcalins. Il est mou, blanc argent, la structure électronique est 2.1, le nombre atomique 3, le poids atomique 6.939, le point de fusion 186°C, le point d'ébullition 1335°C. Le lithium à l'état naturel existe sous forme de deux isotopes : Li<sup>6</sup> et Li<sup>7</sup> dans les proportions approximatives de 7.5% et 92.5% respectivement. Les isotopes 8 et 9 peuvent être produits à partir d'une réaction nucléaire<sup>36</sup>.

\*

Cet article est publié avec la permission du Ministère des Richesses naturelles du Québec.

\*\*

Les auteurs :

Dr Georges G. Gabra est professeur au Département des Sciences pures de l'Université du Québec à Rimouski.

Dr Arpad E. Torma est professeur au « Département of Metallurgical and Materials Engineering », New Mexico Institute of Mining and Technology.

Les principaux minerais du lithium sont les suivants<sup>25</sup> : spodumène, pétalite, eucryptite, lépidolite, zinnwaldite, amblygonite et tryphylite. Au cours de la seconde guerre mondiale, le lithium métallique et ses composés ont été utilisés pour la première fois d'une façon industrielle, par exemple, dans l'industrie du caoutchouc artificiel et dans l'industrie métallurgique comme dégazant, désoxydant, désulfurisant<sup>32,36,56</sup> et composant d'alliages<sup>36</sup>. Le carbonate de lithium est utilisé dans les industries de la céramique<sup>22,24,37,42</sup>. Il est employé comme médicament pour le traitement des maladies dépressives qui sont difficiles à traiter par les électrochocs<sup>58-60</sup>.

Le chlorure de lithium trouve sa place dans l'industrie de la déshumidification de l'air à cause de sa nature hygroscopique<sup>11</sup>. Il est entré dans la composition des fondants de brasure. De plus, les piles séchées<sup>63</sup> à basse température (inférieure à -50°C) contiennent ce composé à l'état d'électrolyte. Les industries des savons, des graisses<sup>17</sup>, des cires et des accumulateurs alcalins<sup>39,53</sup> se servent de l'hydroxyde de lithium. L'hydrure de lithium a trouvé des usages comme catalyseur dans la fabrication des polymères<sup>33</sup>.

Depuis la découverte d'un important gisement de minerai de spodumène dans le nord-ouest du Québec en 1960<sup>18</sup>, le Centre de Recherches minérales du Ministère des Richesses naturelles du Québec (MRN) s'intéresse d'une façon particulière aux problèmes d'extraction du lithium. De nombreuses études ont été entreprises dans ces laboratoires en vue d'améliorer les procédés existants et/ou de développer des nouveaux procédés plus avantageux. Actuellement, les activités de recherches se poursuivent tant à l'échelle du laboratoire qu'à l'échelle semi-industrielle.

Étant donné la nature complexe et vaste de la littérature concernant les méthodes d'extraction du lithium et le fait qu'il n'existe jusqu'à présent aucun article sur l'ensemble de ce problème, les auteurs du présent article ont entrepris une étude visant à regrouper les mémoires pour combler cette lacune. La

présentation systématique des procédés permet de suivre d'une façon très sommaire les modes d'opération et de production des sels de lithium.

### Procédés pyrométallurgiques

Un certain nombre de ces procédés commercialisés est basé sur le phénomène de la sublimation d'halogénure de lithium à haute température<sup>16,48</sup>. Dans ces procédés, par exemple, le spodumène est traité avec un mélange contenant du  $\text{CaCO}_3$ , du  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et du  $\text{CaCl}_2$  à  $800^\circ\text{C}$ <sup>26</sup> et, après achèvement de la réaction, la température est élevée à  $1200^\circ\text{C}$  pour séparer par volatilisation le chlorure de lithium du résidu qui est utilisé ultérieurement dans la fabrication du ciment Portland. Dans un autre procédé<sup>23</sup>, le minerai est grillé avec le chlorure de calcium sous vide entre  $800$  et  $1200^\circ\text{C}$ ; le chlorure de lithium est volatilisé et récupéré par condensation. Par ailleurs, il existe des procédés de décomposition des minerais de lithium par grillage utilisant les réactifs suivants: le sulfate de sodium<sup>55</sup>, le sulfate de potassium<sup>55</sup>, le sulfate d'ammonium<sup>20,40</sup>, la chaux<sup>46,47</sup>, l'acétate ou formiate de sodium<sup>62</sup> et l'hydroxyde de potassium<sup>40</sup>. Suivant ces traitements, la récupération du lithium est très compliquée, étant donné que la structure minérale est détruite pendant ces réactions. La figure 1 présente le déroulement schématique de ces procédés.

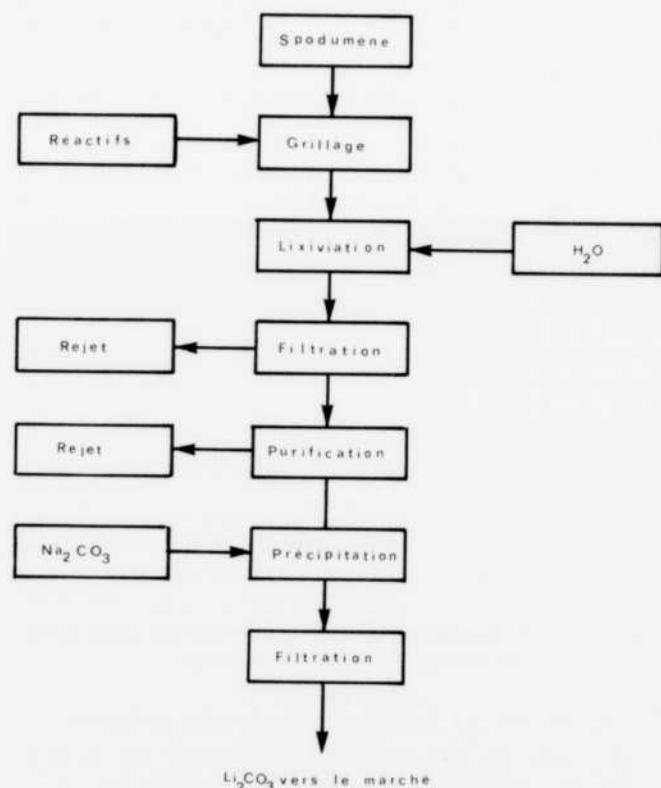


Figure 1 — Rhéogramme schématique des procédés pyrométallurgiques.

Les désavantages des procédés pyrométallurgiques peuvent être résumés de la façon suivante :

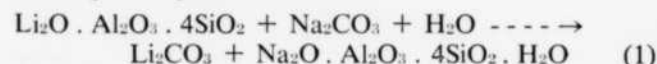
Les coûts d'investissement sur le capital sont considérables et la demande d'énergie est très élevée. De plus, ils sont associés avec les problèmes de pollution de l'air et de corrosion dus à la réactivité des

vapeurs de chlorure de lithium. En outre, dans les procédés par grillage, la récupération du lithium de la solution est difficile.

### Procédés hydrométallurgiques

#### Production directe de carbonate de lithium

Cette technique est connue comme étant le procédé au carbonate<sup>3-10</sup> qui a été utilisé par la société « Quebec Lithium Corporation »<sup>15</sup> pour la fabrication du carbonate de lithium à partir de spodumène. Il peut être décrit par l'équation suivante :



Dans ce procédé, le spodumène  $\beta$  est traité sous pression par une solution contenant du carbonate de sodium à une température de  $200^\circ\text{C}$ . Le carbonate de lithium produit est sous forme solide dans le résidu, étant donné que la solubilité varie inversement en fonction de la température. C'est pourquoi la suspension est traitée avec l'anhydride carbonique pour transformer le carbonate de lithium en bicarbonate soluble. Par la suite, le résidu est filtré et le filtrat chauffé pour décomposer le bicarbonate et précipiter le carbonate de lithium. Il est finalement récupéré par centrifugation<sup>6</sup>. Le procédé est présenté à la figure 2.

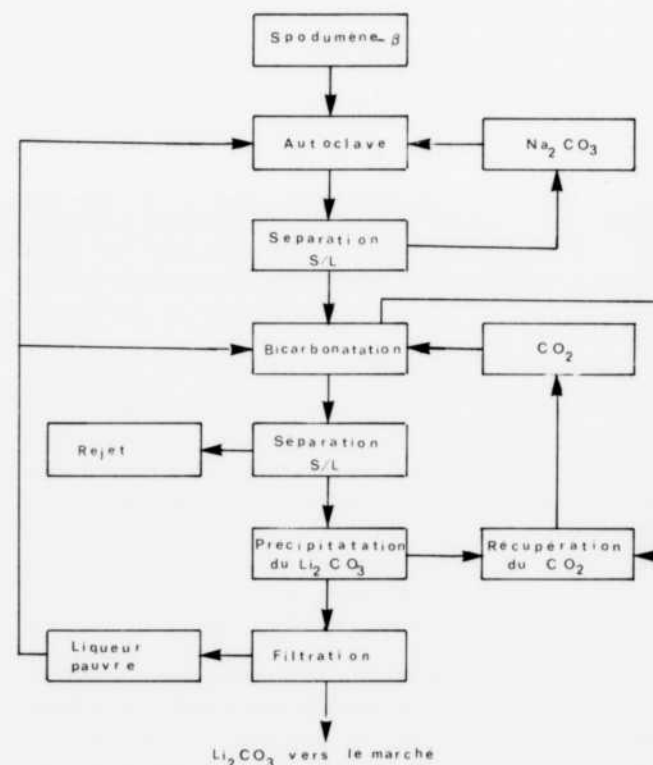
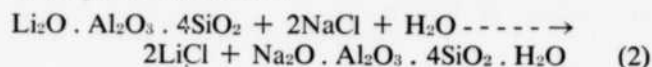


Figure 2 — Représentation du procédé au carbonate de sodium.

#### Production de chlorure de lithium

Un autre procédé d'extraction directe de lithium est appelé procédé au chlorure de sodium. Dans ce procédé le minerai est lixivié avec une solution alcaline de chlorure de sodium sous pression à une tempéra-

ture de 250°C<sup>28-31,43</sup>. Il peut être représenté à l'aide de l'équation suivante :



Cette réaction s'effectue en milieu alcalin et, après séparation du résidu le lithium est récupéré du filtrat par extraction liquide-liquide en utilisant des solvants organiques. Ce procédé est représenté d'une façon schématique à la figure 3.

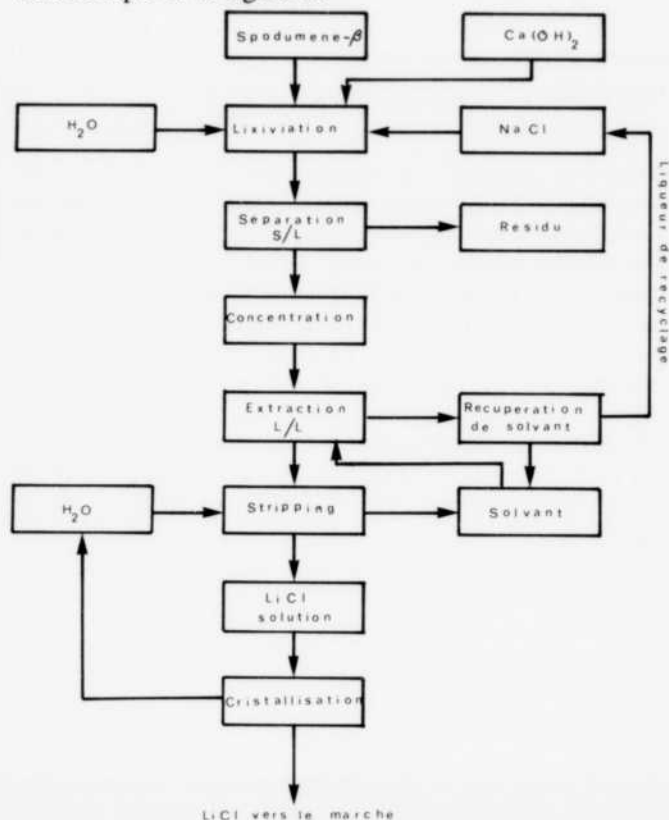
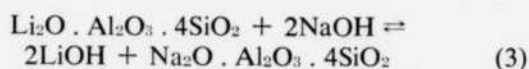


Figure 3 — Rhéogramme schématique du procédé au chlorure de sodium.

### Procédé aux hydroxydes

Il est également possible d'employer des bases fortes telles que l'hydroxyde de sodium ou de potassium pour lixivier le spodumène  $\beta$  sous pression à une température de 200 à 300°C dans le but de préparer l'hydroxyde du lithium<sup>12,52</sup> en accord avec l'équation suivante :



Après séparation du résidu, la solution est concentrée par évaporation et l'hydroxyde de lithium est cristallisé.

### Extraction du lithium des saumures

La Compagnie Foote, à Silver Peak, Nevada, récupère plus de 10 millions de livres de lithium sous forme de carbonate<sup>1</sup> à partir de la saumure contenant 0.25% de chlorure de lithium. La saumure est pompée à partir de puits ayant 300 à 800 pieds de profondeur dans des bassins multiples à évaporation solaire. Lorsque la concentration en chlorure de lithium atteint 0.8%, la saumure est transférée dans des

bassins dans lesquels on ajoute de la chaux pour précipiter le magnésium sous forme de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Par la suite, la saumure passe dans une série de bassins jusqu'à ce que la teneur en chlorure de lithium atteigne 6%. La saumure concentrée, qu'on appelle eau mère, est transférée à travers des échangeurs de chaleur dans une série de réservoirs recouverts intérieurement de caoutchouc et munis d'agitateurs, dans lesquels on ajoute du carbonate de sodium pour précipiter le carbonate de lithium. La figure 4 présente le rhéogramme de ce procédé.

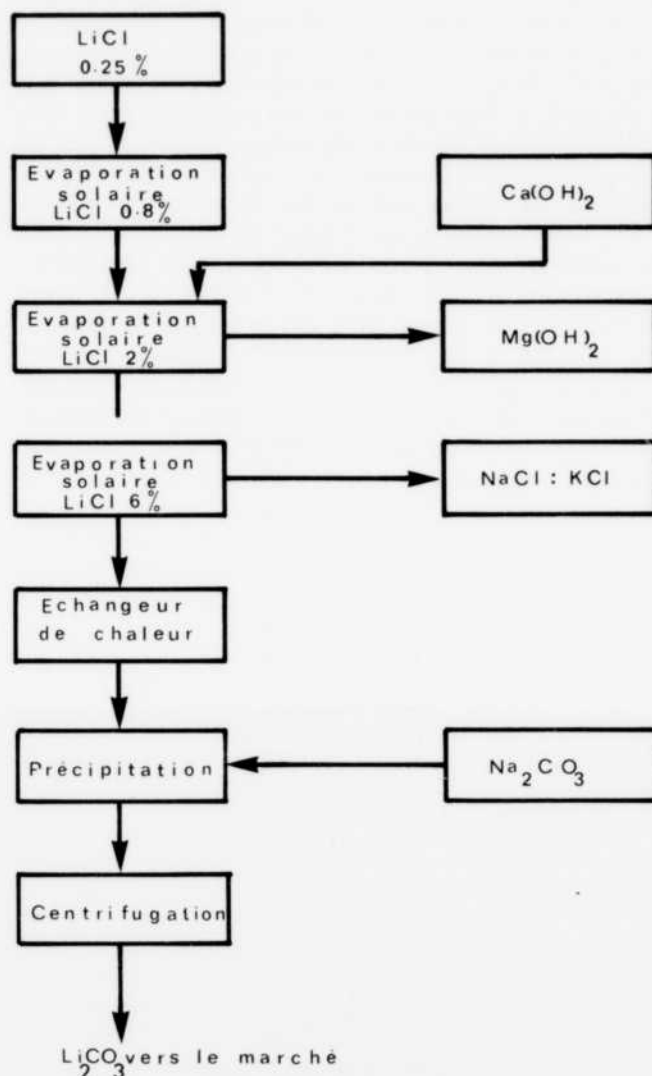


Figure 4 — Rhéogramme schématique du procédé d'extraction du lithium des eaux souterraines.

### Récupération de lithium à l'aide des solvants organiques ou de résines échangeuses de cations

En 1856, Malet<sup>45</sup> a découvert que le chlorure de lithium a une solubilité dans les solvants organiques, tels les alcools et les cétones<sup>38</sup>, supérieure à celle des autres chlorures alcalins. La pyridine<sup>41</sup> et le phosphate tributylque peuvent aussi être utilisés pour séparer le chlorure de lithium. Le tableau 1 indique la solubilité des sels alcalins dans quelques solvants organiques<sup>41</sup>. Il est possible de récupérer le lithium<sup>34</sup> à partir des minerais finement divisés en utilisant des suspensions aqueuses et une résine semblable à « Dowex

50 » à une température variant de 95 à 150°C. Après séparation de la résine du minerai, le lithium est récupéré par élution à l'acide chlorhydrique.

TABLEAU 1  
SOLUBILITÉ DES CHLORURES ALCALINS  
DANS LES SOLVANTS ORGANIQUES <sup>61</sup>

Solvant	Solubilité g/100 ml solvant à 25°C		
	LiCl	NaCl	KCl
Méthanol	30.79	1.42	0.42
Elhanol	19.57	0.065	0.029
Propanol	13.72	0.012	0.0061
n-butanol	12.98	0.005	0.003
2-butanol	10.57	0.0047	0.00084
1-pentanol	8.26	0.0017	0.0002
2-ethyl hexanol	3.7	0.0001	0.000
Acétone	3.86	0.000	0.000
Pyridine	13.39	0.000	0.000
Diméthylformamide	27.53	0.05	0.05

Par rapport aux procédés pyrométallurgiques, les techniques hydrométallurgiques ont l'avantage de comporter un investissement de capital moins élevé et de ne pas être associées à la pollution aérienne ou aquatique, si le procédé est conduit de façon adéquate. Elles sont capables d'extraire le lithium à partir d'une matière première pauvre. Ces procédés ne requièrent pas une haute température ni des pressions très élevées.

Le lithium produit par la méthode au carbonate se distingue par une très haute pureté qui ne peut être obtenue par les méthodes pyrométallurgiques. Par contre, si l'industrie de l'aluminium continue de s'intéresser à l'utilisation du LiCl dans le procédé de fabrication de l'aluminium, le procédé de production directe du chlorure de lithium est indiqué. De cette façon, l'appareillage employé est relativement simple et mieux adapté.

### Procédés électrométallurgiques

Le lithium métallique peut être obtenu par électrolyse à partir des solutions organiques <sup>14,50</sup> ou à partir des sels fondus, par exemple de chlorure de lithium <sup>44</sup>. La première tentative de production du lithium métallique par électrolyse a été effectuée en 1893 <sup>35</sup>. On a constaté que le métal était partiellement dissous dans le chlorure de lithium fondu. En effet, le point de fusion du chlorure de lithium est de 613°C et son point d'ébullition de 1353°C <sup>2,27</sup> respectivement. Pour éviter cet effet perturbateur de dissolution du métal dans l'électrolyte, des études subséquentes ont démontré qu'il fallait effectuer l'électrolyse à une température plus basse. En utilisant un mélange composé de 55% LiCl et de 45% KCl, on est parvenu à baisser le point de fusion à 460°C <sup>44</sup> et à empêcher la dissolution du lithium dans l'électrolyte. Cependant, le lithium métallique obtenu contenait 1 à 5% de potassium comme impureté. Toutefois, la séparation du lithium et du potassium est difficile. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser un électrolyte ayant un

point de fusion encore plus bas que 460°C. On a suggéré <sup>36</sup> que le mélange composé de chlorure et de bromure de lithium était plus approprié à cet égard parce qu'il fond à 400°C et que la pureté du lithium obtenu est très haute.

Les réactions de l'électrolyse peuvent être formulées de la façon suivante :

Réaction cathodique :



Réaction anodique :



Réaction globale :



L'industrie de la production du lithium par électrolyse utilise deux types distincts de cellules.

1. Cellule d'électrolyse à anode centrale de graphite entourée par une cathode en acier. Les deux sont séparées par un diaphragme également en acier <sup>51</sup>.
2. Cellule d'électrolyse à cathode centrale en acier, à anode de graphite et à diaphragme en toile d'acier <sup>49,57</sup>.

Il est également possible de préparer l'hydroxyde de lithium par électrolyse du chlorure de lithium en solution aqueuse <sup>56</sup>. Les séparations des isotopes Li<sup>6</sup> et Li<sup>7</sup>, en utilisant l'électrolyse d'une solution aqueuse de chlorure de lithium dans une cellule à cathode de mercure <sup>11</sup> constituent d'autres opérations électrolytiques. Les alliages antifriction à base de plomb peuvent être obtenus directement par électrolyse d'un mélange de chlorure de lithium, de calcium et de sodium sur une cathode de plomb fondu <sup>54</sup>. On réalise aussi par électrolyse des alliages de lithium avec les éléments suivants : beryllium, magnésium, calcium, aluminium et nickel <sup>54</sup>.

### Conclusion

Cette étude regroupe les procédés utilisés dans la métallurgie extractive du lithium. Les méthodes de production des sels de lithium sont basées presque exclusivement sur des techniques pyrométallurgiques. Elles sont caractérisées par une grande consommation d'énergie. De plus, les produits obtenus sont relativement purs. La tendance actuelle est d'utiliser les méthodes hydrométallurgiques, qui sont économiquement et écologiquement plus avantageuses dans la fabrication des différents sels de lithium à partir de ses minerais. L'obtention de lithium métallique très pur ainsi que certains de ses alliages et de ses sels peuvent être réalisés par les procédés d'électrolyse.

Dans le choix d'un procédé des plus économiques pour la fabrication d'un composé de lithium ou de métal, il faut considérer la complexité du minerai, la pureté du produit requis, les sources d'énergie locale, la tradition de procédé, la disponibilité du personnel technique et de la main-d'œuvre, la mise en marché du produit, etc... Le procédé ainsi choisi doit tenir compte des normes anti-pollution établies. ■

## RÉFÉRENCES

1. ANONYME. 1966. « *New Plant Pulls Lithium from Nevada Brines* ». Chem. Eng. News, Vol. 44, No. 22, pp. 38-9.
2. APPLEBY, M.R., CRAWFORD, F.H. et GORDON, K. 1934. « *Vapour Pressure of Saturated Solutions, Lithium Chloride and Lithium Sulfate* ». J. Chem. Soc. pp. 1665.
3. ARCHAMBAULT, M. 1963. « *Lithium Carbonate from Silicate Minerals* ». Brevet des États-Unis, no 3,112,171, le 26 novembre.
4. ARCHAMBAULT, M. 1964. « *Extraction of Lithium Salts and Zeolite by Product* ». Brevet français no 1,365,594, le 3 juillet.
5. ARCHAMBAULT, M. 1964. « *Lithium Carbonate from Silicate Minerals* ». Brevet des États-Unis, no 3,131,022, le 28 avril.
6. ARCHAMBAULT, M. 1962. « *Lithium Carbonate Production* ». Brevet canadien, no 643,843, le 26 juin.
7. ARCHAMBAULT, M. et OLIVIER, C.A. 1963. « *Production of Water-Soluble Lithium Compounds* ». Brevet belge no 627,542, le 16 mai.
8. ARCHAMBAULT, M., OLIVIER, C.A., LEMAY, H.P. et SAVARD, M. 1962. « *Hydrothermal Extraction of Lithium Carbonate* ». Brevet belge, no 612,663, le 16 juillet.
9. ARCHAMBAULT, M. et OLIVIER, C.A. 1967. « *Treatment of Lithium-Bearing Silicates* ». Brevet d'Angleterre no 1,082,250, le 6 septembre.
10. ARCHAMBAULT, M., OLIVIER, C.A., PANNETON, J.J. et FORTIER, S. 1962. « *Lithium Salts* ». Brevet belge no 611,066, le 1 juin.
11. BARBIER, M.-J. 1966. « *Techniques électrolytiques, Métaux alcalins* ». Technique de l'Ingénieur, J4, J 3650, pp. 1-12.
12. BARKOVA, F.F., STRUKULENKO, N.A., MERKULOV, A.G. et VERKHOLANTSEV, P.G. 1967. « *Kinetics and Mechanism of Beta Spodumène Reaction with Sodium Hydroxyde Solution* ». Izv. Sib. Otd. Akad. SSSR. Ser., Khim. Nauk. Vol. 1, pp. 136-143.
13. BICHOWSKY, F.R. et KELLEY, R. 1935. « *Concentrated Solution in Air Conditioning* ». Ind. Eng. Chem. Vol. 27, pp. 879-886.
14. BOCH, R.O., KAMIENSKI, C.W. et ELLESTAD, R.B. 1969. « *Lithium and Lithium Compounds*. Encyclopedia of chemical technology, Vol. 12, pp. 529-556.
15. CAOUCETTE, J.L. et TORMA, A.E. 1965. « *Production du carbonate de lithium à « Quebec Lithium Corporation »* ». Rapport interne du C.R.M., M.R.N. pp. 1-10.
16. Compagnie Géologique et Ministère des Ingénieurs et Industriels Belges à « Geomines » S.A.R.L. 1949. « *Extraction of Lithium from Spodumene* ». Brevet belge no 488,087, le 1 juillet.
17. CORNEL, M. et MEINZER, G. 1945. « *Lubricated Rubber Composition* ». Brevet des États-Unis, no 2,368,522, le 3 mars.
18. DERRY, D.K. 1960. « *Lithium-Bearing Pegmatite in Northern Quebec* ». Econ. Geol. Vol. 45, pp. 95-104.
19. DISTANOV, B.G., KRESAL'NAYA, L.Z., STAPHANOVA, N.S. et KIPRIYANOVA, S.S. 1962. « *Preparation of Alkali Halides of High Degree of Purity* ». Z. Neorgan. Khim. Vol. 1, pp. 1464-1474.
20. DWYER, T.W. 1957. « *Recovery of Lithium from Spodumene Ores* ». Brevet des États-Unis, no 2,801,153, le 30 juillet.
21. DWYER, T.W. 1958. « *Lithium Carbonate from Spodumene* ». Brevet des États-Unis, no 2,840,453, le 24 juin.
22. EIDUKS, J. et VIVADS, A. 1954. « *Influence of Lithium on Physico-Chemical Characteristics of Low Melting Glazes* ». Latvijas PSR Zinatnu, Akad, Ustis, Vol. 11, pp. 115-119.
23. ERASMUS, H.W. 1951. « *Recovery of Lithium from Ores* ». Brevet des États-Unis, no 2,561,439, le 24 juillet.
24. FINTON, W.M. 1948. « *Lithium Compounds in Porcelain Enamels* ». Bul. Anal. Ceram. Soc., Vol. 27, pp. 492-495.
25. FORD, W.E. 1953. « *Danas Textbook of Mineralogy* », John Willy and Sons Inc. 15th Editions.
26. FRAAS, F. et RALSTON, O.C. 1937. « *Chloride Volatilization of Lithium from Spodumene* ». U.S. Bur. Mins. Dept. Invest. No. 3344.
27. FRIEND, J.N., HALE, R.W. et RYDER, S.A.E. 1937. « *Solubility of Lithium Chloride in Water Between 70 & 160°* ». J. Chem. Soc., p. 970.
28. GABRA, G.G., TORMA, A.E., CAOUCETTE, J.L. et OLIVIER, C.A. 1974. « *Extraction du lithium à partir d'un concentré de spodumène-β par lixiviation au chlorure de sodium sous pression* ». Article présenté au 42e Congrès annuel de l'Association Canadienne-Française pour l'Avancement de la Science. Québec, le 8-10 mai, pp. 1-26.
29. GABRA, G.G., TORMA, A.E., MALINSKY, I. et PANNETON, J.J. 1974. « *Lithium extraction from β-Spodumene by Sodium Chloride* ». Article présenté au 57e Congrès annuel de l'Institut de Chimie du Canada, Regina, Saskatchewan, le 2-5 juin, pp. 1-37.
30. GABRA, G.G., TORMA, A.E. et OLIVIER, C.A. 1975. « *Pressure Leaching of Beta-Spodumene by Sodium Chloride* ». Article présenté au 14e Congrès du CIM. Edmonton, Alberta, le 24-27 août, pp.1-23.
31. GABRA, G.G., TORMA, A.E. et OLIVIER, C.A. 1975. « *Pressure Leaching of Beta-Spodumene by Sodium Chloride* ». The Canadian Metallurgical Quarterly, Vol. 14, No. 4, pp. 355-359.
32. GAYLORD N.C. 1956. « *Reduction with Complex Metal Hydrides* ». Interscience Publishers Inc. New York, Chapter 17, pp. 1007-1024.
33. GIBB, T.R.P. Jr. et MESSER, C.E. 1957. « *A Survey Report on Lithium Hybride* ». A.E.C. Report No. NYo.3957.
34. GOODENOUGH, R.D. et STENGER, V.A. 1958. « *Recovery of Lithium from Lithium Bearing Ores* ». Brevet canadien no 568,364, le 30 décembre.
35. GUNTZ, A. 1893. « *Sur la préparation du lithium métallique* ». Compte rendu Acad. Sci. no 117, pp. 732-3.
36. HACKSPILL, B.Y. et HEROLD, A. 1968. « *Chimie Minérale* ». Presse Universitaire de France, Paris, Tome II, pp. 1098-1106.
37. HADER, R.N., NIELSON, R.L. et HERR, M.G. 1951. « *Lithium and its Compounds* ». Ind. Eng. Chem. Vol. 43, pp. 2636-2646.
38. HERMANN, J.A. 1966. « *Purification of Lithium Chloride* ». Brevet des États-Unis no 3,278,260, le 11 octobre.
39. HOEFER, J.H. 1944. « *Improving the Electroplating Circuit* ». Batterien, Vol. 12, pp. 257-260.
40. ICHIRO, T., HIROSHI, S. et TOMIZO, N. 1969. « *Manufacturing Lithium and Potassium Chlorides by Decomposition of Lepidolite with Potassium Hydroxyde* ». Brevet japonais no 6,908,097, le 10 avril.
41. KHALENBERG, L. et KRAUSKOPF, G.F. 1908. « *A New Method of Separating Lithium Chloride from the Chlorides of Other Alkalis and from the Chloride of Barium* ». J. An. Chem. Soc., Vol. 30, pp. 1104-1120.
42. LAIDLER, D.S. 1957. « *Lithium and its Compounds* ». Edited by the Royal Institute of Chemistry, London, Monograph No. 6.

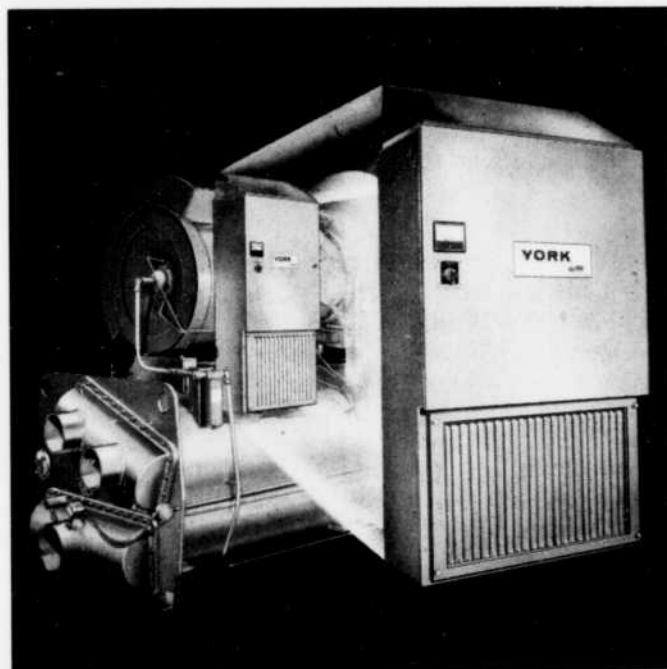
43. LINDBLAD, A.R. et WALDEN, S.J. 1943. « *Method of Recovery Lithium from Minerals.* » Brevet des États-Unis no 2,331,838, le 2 octobre.
44. MANTELL, C.L. 1960. « *Electrochemical Engineering.* » McGraw-Hill Book Co. Inc., 4th ed., New York, Toronto, London.
45. MARLET, J.W. 1856. « *The Solubility of Lithium Chloride.* » Amer. Chem. J. Vol. 22, pp. 349-351.
46. MAZZA, H., COHEN, S.L. et SHAFER, G.H. 1957. « *Use of Amblygonite as an additive in the Lime Roasting of Lithium Alumino-Silicate Ores.* » Brevet des États-Unis no 2,776,201, le 1 janvier.
47. MAZZA, H., COHEN, S.L. et SHAFER, G.H. 1957. « *Use of Lepidolite as an additive in the Lime Roasting of Lithium Alumino-Silicate Ores.* » Brevet des États-Unis no 2,776,202, le 1 janvier.
48. MELLORS, J.W. 1927. « *A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry.* » Longmans Green Co. Ltd., Vol. 11, pp. 419-423.
49. MERLI, C. 1960. « *Fabricazione del Litio per Elettrolisi ignea.* » J. Four Électrique no 4, p. 170.
50. MINNICK, L.J. et PESGRAVE, C. 1952. « *Electrolytic Process of Producing Alkali and Alkaline Earth Metals.* » Brevet des États-Unis no 2,615,838, le 28 octobre.
51. MOTOCK, G.T. 1963. « *Electrolysis of Lithium Chloride in the 1000A Cell.* » Electrochemical Technology No. 3-4, pp. 122-7.
52. OHYA, Y. 1950. « *Lithium Salts.* » Brevet japonais no 1126, le 31 mars.
53. OKADA, S., SHIRAIISHI, T. et YASUHARA, T. 1950. « *The Active Materials of the Alkaline Storage Cell.* » J. Chem. Soc. Japan. Inc. Chem. Soc., Vol. 53, pp. 5-7.
54. OSBORG, H. 1935. « *Lithium: Theoretical Studies and Practical Applications.* » Electrochemical Society, New York, pp. 6-51.
55. PLYSHEV, V.E. 1961. « *Interaction of Minerals Containing Alkali Elements with Salts and Oxides in Sintering and Melting Process. VI. Interaction of Spodumene with Sodium Sulfate.* » Izv. Vyssh. Ucheb. Zaved. Khim. i Khim Teknol. Vol. 4, pp. 463-469.
56. ROBERTS, A.E. 1956. « *Opening of Two New Mines. Production of Lithium Chemicals from Spodumene by the Lithium Corporation.* » World Mining, Vol. 1, pp. 40-42.
57. RUFF, O. et JOHNNSEN, O. 1906. « *Über die Gewinnung von metallischen Lithium.* » Z. Electrochem. Vol. 12, No. 10, pp. 186-8.
58. SAMUEL, D. et GOTTESFELD, Z. 1973. « *Lithium, la manie dépressive et la chimie du cerveau.* » Endavour, Vol. 32, pp. 122-128.
59. SCHOU, M. 1957. « *Biology and Pharmacology of Lithium Ion.* » Pharmacol. rev. Vol. 9, pp. 17-58.
60. SCHOU, M. 1959. « *Lithium in Psychiatric Therapy.* » Psychopharmacologia, Vol. 1, pp. 65-78.
61. STEPHEN, A. et STEPHEN T., 1963. « *Solubility of Inorganic and Organic Compounds.* » Vol. 1 Binary System, Part. 1, Program Press, London.
62. TIXHON, J. 1959. « *The Extraction of Lithium Contained by Ion Exchange with Alkaline Salts.* » Ind. Chim. Belge, Suppl. 1, pp. 752-757.
63. WILKE, M.E. 1946. « *A Dry Cell for Operation at Temperature Down to -60°F.* » Brevet des États-Unis no 2,403,571, le 11 janvier.

L'INGÉNIEUR

# Un autre concept de refroidissement de York

## Les démarreurs transistorisés

Montés et câblés en usine



Y7711

Le NOUVEAU démarreur 100% transistorisé "Current-Guard" de York ne comporte aucune pièce mécanique pouvant s'user. Les démarrages sont uniformes, sans transition et ceci prolonge la durabilité du moteur. Parce que le démarreur "Current-Guard" n'est par relié au circuit de réfrigération, il ne peut jamais contaminer le réfrigérant.

Le démarreur "Current-Guard" est compact, installé et câblé en usine. Mais, surtout, Current-Guard est totalement soutenu et entretenu par la propre équipe d'entretien de York.

**YORK** BORG WARNER

326 REXDALE BLVD., REXDALE, ONTARIO • TÉLÉPHONE (416) 743-7701  
VANCOUVER • CALGARY • EDMONTON • REGINA • WINNIPEG • THUNDER BAY  
• LONDON • TORONTO • MONTRÉAL • QUÉBEC • MONCTON • DARTMOUTH



## Fondation des Diplômés de Polytechnique

*Corporation sans but lucratif constituée  
en vertu de la loi des compagnies du Québec*

### Rapport annuel 1976

#### Message du président

Au terme de l'exercice 1976, le Conseil d'administration de la FONDATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE publie son 4<sup>e</sup> rapport annuel. Après quatre assemblées régulières au cours de l'année, la Fondation a tenu son assemblée annuelle le 22 mars 1977.

Les pages qui suivent vous permettront de constater, nous l'espérons, que le Conseil d'administration s'emploie à concrétiser de façon toujours plus efficace les objectifs déclarés lors de la campagne de souscription de 1973 et qui sont maintenant bien connus de tous, soit de développer les études supérieures et la recherche à l'École Polytechnique et de soutenir financièrement les colloques de la Chaire Augustin-Frigon organisés par l'École Polytechnique, lesquels connaissent un vif succès.

Pour conserver son dynamisme et être fidèle à son projet original d'aide aux étudiants de tous les niveaux, le Conseil d'administration révisé régulièrement ses politiques afin de les adapter aux besoins et envisage d'accroître, dans l'avenir, sa contribution au domaine de la recherche.

Ces réalisations sont le résultat des efforts concertés des industriels et commerçants, des ingénieurs-conseils, des diplômés de Polytechnique et de son personnel qui ont cru en nos objectifs et nous ont généreusement appuyés de leurs dons. Tous peuvent donc se féliciter d'une réussite qui leur appartient. À tous, nous rendons l'hommage de notre reconnaissance au nom de chacun des bénéficiaires.

Le Président,  
Yvan HARDY, ing.

#### Conseil d'administration

Yvan HARDY, ing., président  
*Directeur des contrats  
Hydro-Québec*

Réal LAUZON, ing., vice-président  
*Directeur adjoint  
Service des permis et inspection  
Ville de Montréal*

Michèle THIBODEAU-DeGUIRE, ing., vice-présidente  
*Ingénieur-conseil  
Francis Boulva & Associés*

Jacques ALEPIN, ing., secrétaire-trésorier  
*Directeur régional adjoint — Région 6-3  
Ministère des Transports — Québec*

Jean-Guy MASSE, ing.  
*Analyste financier  
Gordon Securities Limited*

Jean-Claude NEPVEU, ing.  
*Président  
Commission des Services électriques  
Ville de Montréal*

J. Lambert TOUPIN, C.R.  
*Associé senior  
Martineau, Walker, Allison, Beaulieu,  
MacKell & Clermont  
Avocats*

*Ces administrateurs ont été élus pour un mandat d'un an à l'assemblée annuelle des trente-cinq membres de la Fondation, tenue le 25 mars 1976.*

## Service des bourses

Les bourses de la Fondation des Diplômés de Polytechnique sont offertes aux finissants des écoles ou facultés de génie des universités du Québec pour des études supérieures poursuivies à plein temps à l'École Polytechnique.

Pour la sélection des étudiants qui se sont portés candidats à l'obtention d'une bourse, le Conseil d'administration s'est doté d'un Comité permanent d'évaluation composé de deux représentants du milieu de l'industrie et de trois représentants du milieu de l'enseignement et de la recherche. Pour 1976, le comité se composait de MM. Julien Dubuc, D.Sc.A., ing., président, J.-Jacques Archambault, ing., Joseph Bourbeau, ing., Roland Doré, Ph.D., ing., Marcel-E. Giroux, M.Sc., ing. M. Claude DeGuise agissait à titre de secrétaire.

Les critères de sélection sont l'excellence du dossier académique, la qualité de l'expérience professionnelle du candidat ou de son expérience en recherche, sa motivation et ses qualités personnelles selon le témoignage de répondants et, enfin, la valeur du programme envisagé et sa correspondance avec l'un des axes de développement de l'École Polytechnique. D'après ces critères, les candidats jugés éligibles sont invités à une entrevue par le Comité d'évaluation qui soumet ensuite ses recommandations au Conseil d'administration.

## Service des prêts

Poursuivant son objectif initial d'aide aux étudiants de premier cycle, la Fondation a accordé, au cours de l'exercice 1976, des prêts à dix-sept étudiants au niveau du baccalauréat, totalisant \$7,600.

En 1976, quarante diplômés ont effectué le remboursement de leur emprunt, capital et intérêts, pour une somme globale de \$22,453.65. Au 31 décembre 1976, la somme des emprunts constitue un montant de \$28,055 que se partagent soixante-dix débiteurs.

## Subventions à la recherche

En plus de l'octroi de bourses et de la création d'une chaire, un des buts spécifiques de la campagne de souscription du Centenaire de l'École Polytechnique visait des subventions en vue du développement de la recherche à l'École Polytechnique. Pour 1976, la Fondation a consacré un montant de \$8,781 au domaine de la recherche poursuivie à l'École Polytechnique. Les programmes de l'École s'inspirent des nouveaux concepts et techniques découlant des recherches les plus avancées à l'échelle internationale.

## BOURSES OCTROYÉES AU COURS DE L'EXERCICE 1976 Année universitaire 1976-77

Trente-six candidats ont présenté une demande de bourse dont vingt-six au niveau de la maîtrise et dix au niveau du doctorat. Quinze d'entre eux se sont vu octroyer une bourse de la Fondation. La liste apparaît ci-dessous.

Boursier	Domicile	Discipline	Bourse
Georges Archambault	Montréal	Maîtrise/ Génie mécanique	\$4,200
Noël Billette	Laval	Doctorat/ Génie minéral	4,200
Pierre Brunet	Verdun	Maîtrise/ Génie nucléaire	4,200
Anh-Tuan Duong	Montréal	Doctorat/ Génie électrique	4,200
René Girard	Montréal	Maîtrise/ Génie nucléaire	4,200
Denis Juneau	Montréal	Maîtrise/ Génie industriel	4,200
Jean Koclas	Montréal	Maîtrise/ Génie nucléaire	4,200
Benoît Leblanc	St-Léonard	Doctorat/ Génie physique	4,200
Alain Meloche	Gatineau	Maîtrise/ Génie nucléaire	4,200
Michel Sills	Montréal	Doctorat/ Génie physique	4,200
Pierre Trudel	St-Léonard	Doctorat/ Génie minéral	4,200
Jacques Villeneuve	Montréal	Maîtrise/Génie élec- trique et mécanique	4,200
Jean Arteau	Montréal	Maîtrise/ Génie civil	1,400
Bernard McNicoll	Montréal	Maîtrise/ Génie chimique	3,500
Serge Trembley	Alma	Maîtrise/ Génie civil	1,400
		TOTAL :	\$56,700

Pour l'année universitaire 1977-78, la valeur individuelle des bourses demeure à \$4,200.

## Chaire Augustin-Frigon

La Chaire Augustin-Frigon, l'un des objectifs signifiés lors de la campagne de souscription, fut créée par le Conseil d'administration de l'École Polytechnique le 11 mars 1974. Par la suite, soit le 6 mars 1975, ce même Conseil d'administration constituait un Comité d'administration de la Chaire Augustin-Frigon en lui confiant le rôle d'administrer les fonds alloués à cette chaire. Ce comité est formé des personnes suivantes :

MM.	
Roger P. Langlois	Directeur de l'École Polytechnique
Rémi Tougas	Directeur des études
Roger A. Blais	Directeur de la recherche
Yvan Hardy	Président de la Fondation des Diplômés de Polytechnique
Bernard Lancôt	Professeur désigné par le Conseil académique, président du Comité

Au cours de l'année 1976, la Chaire a parrainé deux colloques Augustin-Frigon intitulés :

- L'industrie québécoise face au défi de l'énergie nucléaire.
- Les grands travaux d'ingénierie

Ces colloques, tenus respectivement en mai et en octobre 1976, ont remporté un véritable succès. Trois autres colloques sont en préparation en suivant le rythme de deux colloques par année. Les thèmes choisis sont les suivants :

- La prévision technologique et l'industrie québécoise.
- Les matériaux d'ingénierie.
- Le génie biomédical.

Pour l'année 1976, la Fondation a versé la somme de \$10,500 à la Chaire Augustin-Frigon.

**CAMPAGNE DE LA FONDATION  
DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE**  
lancée à l'occasion du centenaire de l'École Polytechnique  
Sommaire des dons au 31 décembre 1976

	Montant souscrit	Montant versé	Montant à percevoir
Industrie et commerce	\$643,997.95	\$636,497.95	\$7,500.00
Ingénieurs-conseils et diplômés	131,232.21	129,406.56	1,825.65
Personnel de Poly- technique et autres	3,996.00	3,981.00	15.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$779,226.16</b>	<b>\$769,885.51</b>	<b>\$9,340.65</b>

$$\frac{\text{Montant souscrit}}{\text{Objectif de la Campagne}} = 77.9\% \quad \frac{\text{Montant versé}}{\text{Montant souscrit}} = 99.8\%$$

(\$1,000,000)

**SOMMAIRE DES ÉTATS FINANCIERS**

au 31 décembre 1976

BILAN	1976	1975
<b>Actif</b>		
à court terme	\$ 88,281	\$ 94,106
placements — au coût	814,512	741,904
	<u>902,793</u>	<u>836,010</u>
<b>Passif</b>		
à court terme	30,301	77,820
<b>Avoir de la Fondation</b>		
capital inaliénable	846,718	799,670
revenus accumulés	25,774 *	18,520
	<u>872,492</u>	<u>818,190</u>
	<u>902,793</u>	<u>836,010</u>
<b>ÉTATS DES REVENUS ET DÉPENSES</b>		
<b>Revenus</b>	\$ 85,188	\$ 74,001
<b>Dépenses</b>	16,733	11,971
<b>Revenus pour fins de distribution</b>	68,455	62,030
bourses	43,050	29,950
fonds de recherche	8,781	—
Chaire Augustin-Frigon	10,500	25,900
	<u>62,331</u>	<u>55,800</u>
<b>Revenu net</b>	6,124	6,180
*		
— Revenu net de l'exercice	\$ 6,124	
— Virement de revenus accumulés de la campagne de la Fondation	1,130	
	<u>7,254</u>	

**Gestion du fonds de capital**

Le Conseil d'administration de la Fondation a mis sur pied un Comité de placements dont il est directement responsable et qui est chargé de placer progressivement les valeurs de la Fondation à mesure de leur échéance ainsi que le total des dons perçus au cours de l'année. Tout placement doit être soumis aux exigences de la loi des assurances du Canada et offre un caractère de garantie en se limitant aux secteurs des obligations et des certificats de dépôts. Le rendement moyen de l'actif de la Fondation est de 10%.

**Vérificateurs**

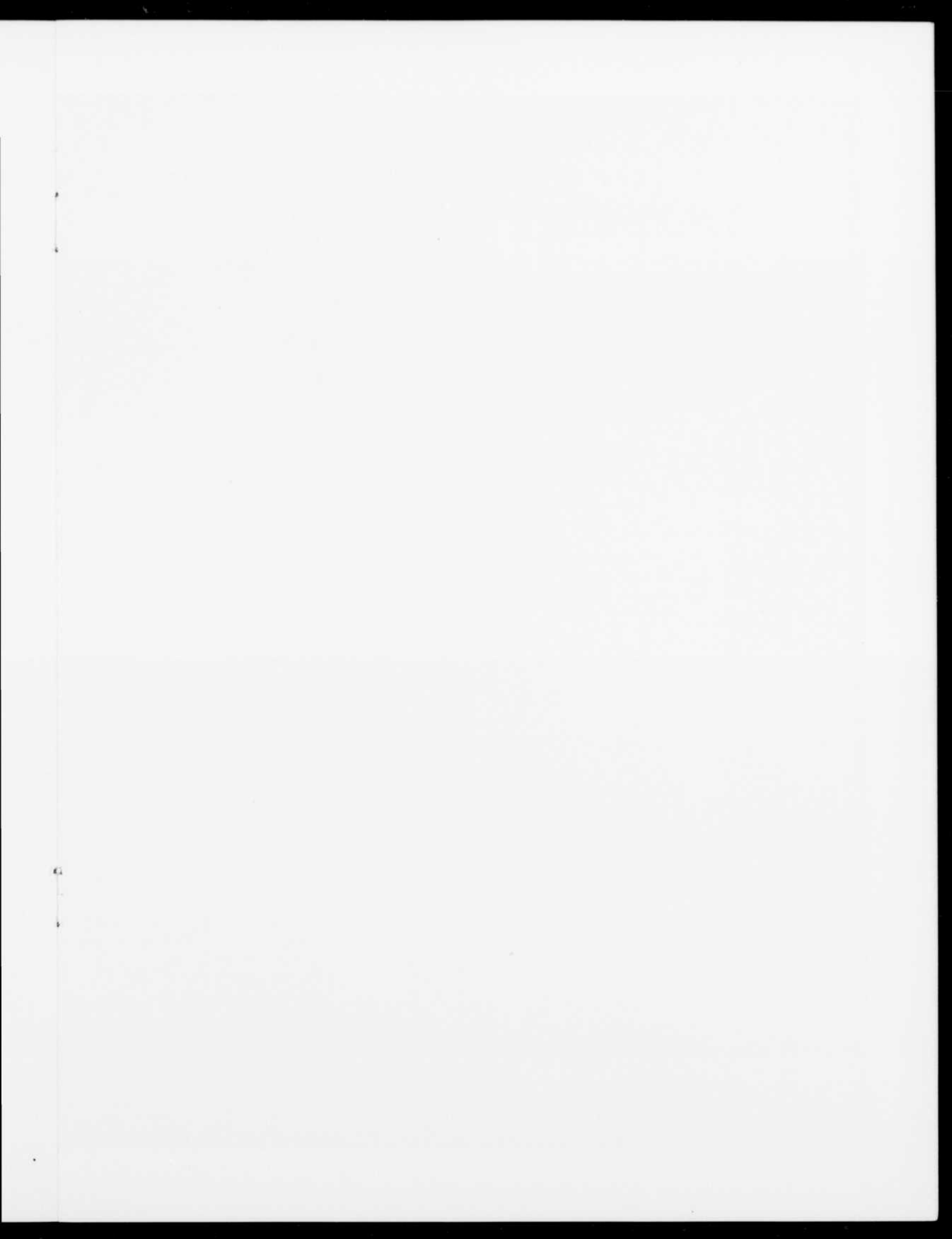
Les états financiers de la Fondation des Diplômés de Polytechnique pour l'année écoulée ont été vérifiés par la firme Maheux, Noiseux & Associés, comptables agréés.

**Service administratif**

La Fondation des Diplômés de Polytechnique a désigné le secrétariat de l'Association des Diplômés de Polytechnique pour donner effet aux résolutions et recommandations du Conseil d'administration de la Fondation. Les principaux responsables de l'accomplissement des différentes tâches sont : Mme Yolande Gingras, directeur général de l'A.D.P., et Mlle Marielle Desjardins, secrétaire du bureau de l'A.D.P.

**Siège social**

École Polytechnique — Bureau A 300  
Campus de l'Université de Montréal  
Case postale 6079 — succursale A  
Montréal H3C 3A7 (Québec) Canada



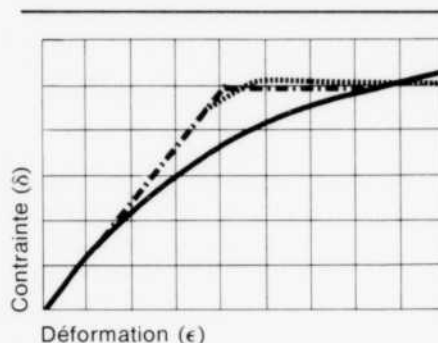
# Stelco Classe H



# Une classe à part!

Les profils creux de construction classe H de la Stelco, les HSS dotés d'une importante particularité. Conformément aux normes ACNOR G40.20 et G40.21, les HSS classe H de la Stelco sont formés à chaud ou à froid et ultérieurement relaxés. Ces techniques donnent un produit avec de faibles contraintes résiduelles; résultat, la résistance et le rendement sont améliorés.

Les HSS classe H sont des éléments de construction hautement efficaces de formes carrée, rectangulaire ou ronde. Belle apparence et rendement supérieur sont les avantages de la classe H, le HSS de la Stelco.



- HSS Stelco formé à froid, relaxé - classe H
- HSS formé à chaud - classe H
- HSS formé à froid - classe C

Comparaison typique des courbes de tronçons courts pour HSS fabriqués selon trois méthodes. Notez la supériorité du produit de la classe H.

Expédier à: The Steel Company of Canada, Limited  
Department "A"  
Stelco Tower, 100 King Street W.  
Hamilton, Ontario L8N 3T1

Prière de m'envoyer la documentation technique suivante sur les HSS:

- Implications de la norme ACNOR G40.20 sur la fabrication des profils de construction creux
- HSS Types T and A - weldable, low temperature
- Profils de construction creux. Dimensions et propriétés des profils
- HSS Design Manual for Connections
- HSS Design Manual for Columns and Beams

Nom / titre \_\_\_\_\_

Compagnie \_\_\_\_\_

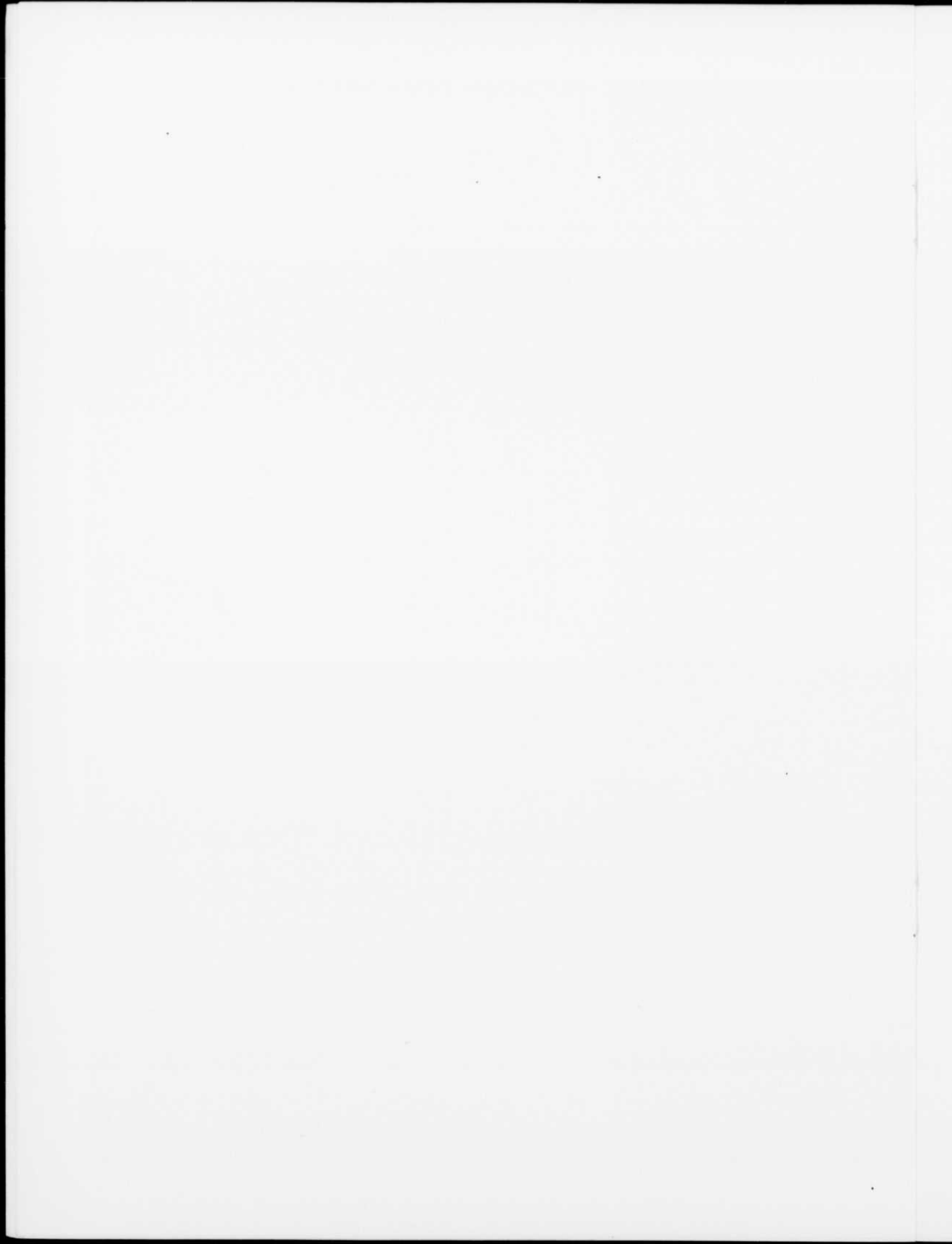
Adresse \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7601 / 6F

## 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.



# CONSIDÉRATIONS SUR LES FORMULES DE GESTION DE PROJETS

par Daniel Wermenlinger, ing.\*

## Sommaire

Dans cet article, l'auteur définit différents modes de gestion de projets d'ingénierie : simple gérance de construction, gérance — partielle ou complète — du projet, formule clé-en-main, organisation conventionnelle via entrepreneur général et bureaux d'études, etc.

Les circonstances et critères qui peuvent influencer le choix de l'un ou de l'autre mode d'organisation et de gestion y sont énumérés et discutés. Quelques cas-types illustrent les raisons motivant le choix de certaines options.

## Introduction

Le sujet de cet exposé risque de prêter à confusion, à moins que les termes utilisés ne soient clairement définis et à moins que les concepts sur lesquels la gestion de projets est fondée ne soient expliqués simplement et clairement.

Une première distinction s'impose. Dans le titre du présent exposé, on trouve le mot « gestion ». Il ne faut pas confondre ce terme avec celui de « gérance ». Au-delà de la désignation des fonctions des personnes et des organismes et au-delà de la terminologie s'appuyant sur les législations ou sur le droit civil, on peut avancer ceci : la *gestion*, c'est l'administration d'une affaire, d'une entreprise ou d'un projet, en entier ou en partie ; la *gérance*, c'est l'administration d'une affaire d'une entreprise ou d'un projet, en entier ou en partie, *par délégation* à une personne ou à un organisme (pour le compte d'un client, propriétaire ou promoteur). En somme, la gérance est un cas particulier de gestion dont elle représente souvent l'élément essentiel. Le

\*

L'auteur :

M. Daniel Wermenlinger, ing., est professeur invité à l'École Polytechnique de Montréal et il agit comme expert-conseil auprès de plusieurs sociétés et organismes.

problème, c'est qu'en anglais les deux concepts se confondent dans le terme « project management » ou « management » lequel, pour empirer les choses, devient, même en français, de plus en plus usité.

D'autres distinctions devraient être faites pour faciliter la compréhension de termes reliés à la gestion, tels que planification, organisation et contrôle. Ainsi, dans les services administratifs permanents des entreprises, la gestion diffère de l'organisation qui est l'étude des méthodes de gestion, et elle diffère aussi du contrôle qui vérifie que la gestion est bien faite. Dans le cas particulier des projets et travaux d'ingénierie, on devrait utiliser le terme « gestion de projets » pour désigner l'ensemble des opérations administratives relatives à ces projets et comprenant, par conséquent, la direction, la planification, l'organisation et le contrôle.

Une seconde remarque préliminaire : la gestion de grands projets d'ingénierie n'exclut pas la présence et l'intervention quelquefois déterminante des architectes, particulièrement dans le domaine du bâtiment. En effet, les grands projets immobiliers et institutionnels sont réalisés par des équipes pluridisciplinaires où architectes, ingénieurs et autres professionnels sont appelés à collaborer étroitement.

Une dernière remarque préliminaire : il n'existe pas de formule-miracle convenant à la gestion de tous les travaux d'ingénierie. Les circonstances et les critères qui peuvent influencer le choix du mode de gestion diffèrent beaucoup d'un projet à l'autre et il serait irréaliste de préconiser une seule formule s'appliquant indifféremment à tous les cas.

Une fois cela admis, on peut se demander quelles sont les formules de gestion les plus courantes et dans quelles conditions elles sont généralement choisies.

## Les divers modes de gestion

Il y a d'abord la formule traditionnelle selon laquelle un propriétaire confie à un entrepreneur général l'exécution des travaux de construction d'un projet quelcon-

que après que les plans et spécifications en aient été préparés par une équipe professionnelle composée principalement de bureaux d'études d'ingénieurs-conseils et d'architectes-conseils mais qui peut aussi regrouper des membres de l'équipe interne d'employés professionnels travaillant de façon permanente pour le propriétaire. C'est cette équipe professionnelle qui est responsable de la surveillance des travaux effectués par l'entrepreneur. Nous avons alors trois acteurs principaux : le client, l'entrepreneur et le professionnel, dont les rôles et les pouvoirs sont clairement définis.

Tout à l'opposé de ce scénario, il y a la formule dite « clé-en-main » selon laquelle un propriétaire accorde l'entière responsabilité de la réalisation du projet, y compris la préparation des plans et la surveillance des travaux, à une autre entreprise à laquelle il communique ses objectifs globaux, tels que le coût maximal et la durée des travaux, sans que lui-même intervienne de façon significative en cours d'exécution. Dans cette forme de gestion de projet, toutes les fonctions essentielles — conception, plans et devis, construction, surveillance des travaux — sont effectivement intégrées à l'intérieur de l'entreprise chargée de réaliser le projet « clé-en-main ». Très souvent, le choix de cette entreprise se fait par simple négociation avec le client après l'invitation de celui-ci à soumettre une proposition. Cette même invitation peut être faite à plusieurs entreprises. Ce qui compte, c'est qu'après le choix de l'une d'elles, tout se passe comme si l'entreprise gestionnaire et l'entreprise propriétaire ne formaient qu'un seul organisme pour les fins du projet. D'ailleurs, il arrive que cette intégration aille encore plus loin et que le « clé-en-main » comprenne le financement du projet et son exploitation permanente après la construction. Évidemment, ce dernier type d'entente ne convient généralement qu'à des clients particulièrement démunis de moyens, d'expertise et de capitaux comme on peut en trouver dans plusieurs pays en voie de développement.

Le seul acteur de ce scénario, c'est l'entreprise « clé-en-main » qui joue tous les rôles et qui possède tous les pouvoirs, le propriétaire client n'agissant à vrai dire que comme bailleur de fonds... et encore, pas toujours. Bien sûr, dans certains cas, cette formule est quelque peu assouplie et certaines fonctions, certains pouvoirs peuvent être retenus par le propriétaire. Tout dépend du degré d'expertise et des ressources dont celui-ci dispose pour lui permettre d'intervenir dans certaines situations critiques.

À mi-chemin entre ces deux formules, il en existe une troisième, celle de la gérance. Celle-ci prévoit une délégation de pouvoirs du propriétaire à l'organisme de gérance. Mais cette délégation est plus limitée que dans le cas du système « clé-en-main » et les fonctions de gestion assumées par l'organisme de gérance sont plus ou moins étendues. Cela dépend des objectifs du propriétaire et, encore une fois, de l'expertise et des ressources humaines dont il dispose lui-même.

Nous avons d'ailleurs deux catégories de gérance : la gérance de projet proprement dite et la gérance de construction. À cette première subdivision s'en ajoute une autre : la gérance complète et la gérance partielle.

La différence entre la gérance de projet et la gérance de construction est bien simple. Dans le premier cas, l'organisme de gérance de projet est engagé par le propriétaire pour s'occuper de la réalisation de l'ensemble du projet, à compter de la conception jusqu'à la fin des travaux de construction. Il intervient donc même au stade de l'avant-projet, de la préparation des plans d'exécution, du devis estimatif et du budget de construction ainsi que de l'échéancier des travaux. Il émet les appels d'offres, reçoit les soumissions et fait ses recommandations au propriétaire quant à l'adjudication des contrats d'entreprise et de fourniture. Une fois ceux-ci adjugés, l'organisme de gérance les administre et coordonne les travaux de construction ainsi que les livraisons de matériaux et d'équipement.

Dans le second cas, l'organisme chargé seulement de la gérance de construction n'intervient pas au stade de la conception et de la préparation des plans et des estimations budgétaires. Il émet les appels d'offres aux sous-traitants, reçoit les soumissions, fait ses recommandations, administre les contrats et coordonne les travaux sur le chantier.

L'autre subdivision de la formule de gérance concerne le degré d'implication ou d'autorité accordée à l'organisme de gérance de projet dans les diverses fonctions que le propriétaire lui délègue.

La gérance de projet est partielle si une fonction particulière, disons celle de la préparation des plans d'exécution, est entièrement soustraite à son intervention, par exemple lorsque le propriétaire décide de s'en occuper avec sa propre équipe ou par l'intermédiaire d'un tiers, qu'il peut appeler mandataire ou coordonnateur ou qui peut être tout simplement un bureau d'études relevant directement de l'équipe interne du propriétaire plutôt que de l'organisme de gérance.

La gérance de projet est complète lorsque ce sont les propres employés de l'organisme de gérance et ceux des bureaux d'études travaillant avec celui-ci qui cumulent l'ensemble des fonctions nécessaires à la conception et à la réalisation du projet, le tout demeurant naturellement assujéti aux directives et au contrôle du propriétaire.

Comme on le voit, le nombre des acteurs principaux dans les scénarios de gérance et l'importance de leur rôle varient selon la forme de gérance que le client décide d'utiliser.

Un autre type courant de gestion de projet est celui selon lequel un propriétaire se choisit non pas un organisme de gérance mais un mandataire ou un conseiller de l'extérieur pour l'aider à mettre sur pied une organisation ou une équipe de projet et pour agir comme son représentant en cours de réalisation dans certaines fonctions spécifiques comme, par exemple, l'achat et l'inspection de matériaux et d'équipement, ou encore l'établissement et le contrôle du cheminement critique, ou même la préparation des appels d'offres et l'administration des contrats.

Au fond, ce rôle de mandataire est une forme atténuée de gérance partielle, en ce sens que le mandataire peut fort bien se retrouver comme un élément important de l'équipe de gérance.

(Cette énumération ne serait pas complète si on omettait de mentionner le type de gestion de projets qui s'effectue entièrement à l'intérieur des services de certaines grandes entreprises agissant comme propriétaires ou comme promoteurs.)

### Choix du type de gestion

Ayant défini grosso modo les principaux modes de gestion, il convient maintenant de noter les circonstances et d'identifier les critères qui peuvent influencer sur le choix de l'un ou l'autre pour différents projets. Ce sont :

- 1° la nature du client, propriétaire ou promoteur et le degré d'expertise dont il dispose ;
- 2° les objectifs spécifiques du client qui motivent la réalisation du projet ;
- 3° le coût et la dimension du projet ;
- 4° le type de projet et son degré de complexité ;
- 5° l'existence de contraintes juridiques, économiques ou politiques ;
- 6° la qualité du personnel de gestion et des services disponibles à l'endroit où les travaux s'effectuent.

Il est fait mention au début de cette présentation qu'il n'y a pas de formule-miracle. Mentionnons qu'il n'existe pas non plus de mode de sélection automatique résultant de l'analyse systématique des critères et des circonstances correspondant à chaque cas. Mais cette analyse, il faut quand même la faire. Il serait dangereux, à titre d'exemple, d'adopter à priori pour un projet spécifique la formule « clé-en-main » sans avoir étudié d'autres options.

Reprenons donc, l'une après l'autre, les formules de gestion que nous avons énumérées et demandons-nous comment elles résistent à l'examen des critères et conditions imposés.

#### L'organisation conventionnelle : entrepreneur général et bureaux d'études

Ce type traditionnel de gestion convient tout à fait à des projets d'envergure moyenne ou faible, c'est-à-dire qui ne dépassent pas quelques millions de dollars, quand le projet est de conception et d'exécution relativement simple. Pour réaliser le projet, le client-propriétaire peut souvent être représenté par un ou deux de ses propres cadres sans que cela ne perturbe son organisation. S'il ne dispose pas du personnel requis, il peut même engager à cette fin une personne ou un consultant de façon temporaire, par contrat ou autrement. Ce dernier, après avoir longuement questionné le client sur ses objectifs, après avoir dissipé toute équivoque sur les conditions de réalisation, et après s'être entendu avec lui sur le choix des bureaux d'études, émet les directives nécessaires pour que les grandes lignes du projet soient tracées. Des appels d'offres sont ensuite lancés conformément à des plans et spécifications préparés par les bureaux d'études. Le contrat d'entreprise générale est alors adjugé au soumissionnaire offrant le meilleur prix ou les meilleures garanties de succès dans l'exécution des travaux. Le projet se construit sous la respon-

sabilité et la direction de l'entrepreneur général qui recourt très souvent à des sous-traitants dans chaque corps de métier, et sous la surveillance des représentants des bureaux d'études pour assurer le respect des plans et spécifications.

Cette forme de gestion de projets que tout le monde connaît a le mérite de favoriser des relations logiques et saines entre le client, les professionnels des bureaux d'études et l'entrepreneur et ses sous-traitants. Chacun sait ce qu'on attend de lui. Si le client ou son représentant est raisonnable, s'il ne change pas d'idée après que les décisions majeures ont été prises, si l'entrepreneur est un homme d'affaires avisé et responsable, si les professionnels sont compétents et soucieux de l'intérêt du client et du public, alors tout devrait bien aller.

Ce qui ne signifie pas que tous les projets ordinaires petits ou moyens sont ou doivent nécessairement être régis de cette façon. Il y a des exceptions : par exemple, lorsque l'entreprise propriétaire dispose à l'intérieur de ses propres services de l'expertise nécessaire et d'un personnel temporairement inactif qui peut être occupé à peu de frais sur ce nouveau projet. Ou encore lorsque le projet, même petit, est d'une complexité telle qu'il réclame l'intervention d'une maison très spécialisée pour mener toute l'opération.

Cette formule ne convient guère aux grands projets qui font l'objet du présent colloque, notamment à cause des délais d'exécution des plans qui s'ajoutent à ceux d'exécution des travaux. En effet, d'autres modes de gestion permettent plus facilement de raccourcir la durée totale de la réalisation, en fragmentant le projet et en menant parallèlement la préparation des plans et la construction, ce qui réduit considérablement les charges financières, notamment les intérêts sur les emprunts.

#### La formule « clé-en-main »

Celle-ci est adoptée occasionnellement dans le cas de certains petits projets, comme dans le cas de certains projets de grande envergure. Mais, c'est une forme de gestion à laquelle on ne devrait recourir qu'exceptionnellement et à la faveur d'un concours de circonstances très particulières.

Considérons un projet tout à fait hypothétique. Un nouveau procédé a été inventé pour fabriquer un article de consommation et l'on décide de construire une usine pilote de capacité modeste. Le projet n'est pas très coûteux, disons de l'ordre de quelques centaines de mille dollars, mais à cause de la nécessité de maintenir les secrets de fabrication, une seule organisation est en mesure de construire l'usine dans les délais prescrits et à l'intérieur d'un budget restreint. Dans ces conditions, le client peut décider de réaliser le projet selon la formule « clé-en-main », mais il doit s'assurer que la qualité de la réalisation sera acceptable et que l'intégration en une seule équipe des fonctions de concepteur, d'entrepreneur, de gestionnaire et de surveillant de travaux, n'occasionnera pas de conflits d'intérêts ni d'omissions significatives ni de compromis sur le plan de la sécurité. Cela exige de sa part une forte dose de confiance ou d'astuce, mais ce n'est pas du tout impossible.

Un second exemple hypothétique. Tel grand projet caractérisé par une technologie très avancée, complexe, spécialisée ne pourrait être réalisé pour le compte de ses promoteurs que par deux ou trois grandes entreprises industrielles qui se partagent ce marché sur le plan mondial. Supposons que ces mêmes entreprises n'offrent qu'un seul service, le contrat « clé-en-main ». Si le promoteur est assez habile et prévoyant pour énoncer clairement les règles du jeu au tout début, rien ne l'empêche de solliciter des propositions de ces entreprises, à partir de ce qu'on appelle un devis de performance. Mais les dangers de conflits d'intérêts, d'omissions et de compromis désastreux sont alors d'autant plus sérieux que les risques financiers sont plus grands.

En résumé, la formule « clé-en-main » a sa place comme solution d'exception pour des projets spéciaux, mais elle exige une rare vigilance et un haut degré de « sophistication » de la part du client, propriétaire ou promoteur, qui aura probablement intérêt à consulter ou à s'adjoindre un expert-conseil avant même de solliciter des propositions.

### La gérance de projet

Voyons comment la gérance de projet, en tant que formule de gestion, se situe face à la diversité des projets et des conditions de réalisation.

Cette fois, plutôt que de citer des exemples hypothétiques, mentionnons deux projets récents, celui de l'aménagement de Churchill Falls et celui du complexe Desjardins.

À toutes fins pratiques, ces deux projets entrent dans la catégorie de ceux qui ont été régis par une équipe de gérance engagée par le propriétaire au stade de la conception et pour toute la durée de la réalisation. Ce sont donc deux exemples majeurs de gérance de projet et non de simple gérance de construction.

*Un point commun :* le propriétaire s'est constitué dans chaque cas sa propre équipe interne chargée de contrôler au jour le jour l'avancement des travaux et de servir d'interlocuteur avec l'organisme de gérance et les bureaux d'études engagés en même temps que celui-ci.

*Un point de divergence :* dans le cas du projet Desjardins, l'organisme de gérance agissait à titre consultatif pendant la phase de planification du projet, soit pendant la préparation de l'avant-projet jusqu'à l'adoption du plan d'ensemble par les autorités municipales. Avant le début des travaux de construction, les professionnels des bureaux d'études relevaient directement du propriétaire plutôt que de l'organisme de gérance. Mais les deux groupes étaient en contact continu à l'intérieur d'un comité de planification où tous les bureaux ainsi que la gérance étaient représentés en plus du propriétaire. L'intégration du personnel de projet appartenant à chaque équipe s'est faite en réunissant tout le monde dans un même local, ajoutant ainsi une autre dimension à la conjugaison des efforts et au processus de création.

Dans le cas du projet des chutes Churchill, la gérance et l'ingénierie ont été assurées par une entreprise

en participation comprenant une société multinationale spécialisée dans la gérance de grands travaux et une société canadienne mieux connue comme bureau d'études d'ingénierie. L'équipe résultante avait été engagée au stade de l'avant-projet et elle est restée à l'œuvre jusqu'à la fin des travaux de construction.

Si l'on peut qualifier ces deux projets de réussites sur le plan de la gestion, c'est sans doute partiellement attribuable à la formule adoptée. En effet, dans les deux cas la gérance de projet convenait très bien aux circonstances et critères déjà énumérés :

- La nature des clients et le degré d'expertise dont chacun disposait ; comme on l'a vu, ce problème a été résolu par la constitution d'une équipe interne suffisante pour leurs besoins et pour maintenir le contrôle de la réalisation ;
- Les objectifs des clients : dans chaque cas, ceux-ci ont été clairement établis au départ : contrôle très serré des coûts et de l'échéancier, politique des relations ouvrières, recours prioritaire à des entrepreneurs et fournisseurs canadiens, pour le projet Churchill Falls ; souci de l'environnement urbain, de la dimension humaine et de la sécurité au chantier, recours prioritaire à des entrepreneurs, fournisseurs et professionnels québécois pour le projet Desjardins ;
- Le coût et la dimension de chacun de ces projets étaient considérables, de deux cents millions de dollars pour le complexe Desjardins et de neuf cents millions de dollars pour Churchill Falls ; il faut admettre que la gérance de projet s'impose pratiquement en pareil cas ;
- Le type et la complexité des deux projets exigeaient une équipe aguerrie, possédant l'expérience requise dans le domaine hydroélectrique, dans le premier cas, et dans le domaine de la construction immobilière dans le second cas : la formule de gérance qui a été retenue répondait parfaitement à ce besoin ;
- Il n'existait pas à proprement parler de contraintes juridiques, économiques, ou politiques empêchant le recours à une telle formule ; au contraire, la politique d'achat et les autres objectifs économiques du client pouvaient être transmis à la gérance de façon directe et expéditive ;
- La qualité du personnel et des services disponibles dans chaque cas favorisait l'utilisation d'une gérance de projet ; de la sorte, une fois le projet terminé, le client n'avait plus à se préoccuper de maintenir à son emploi ou de réorienter des centaines de personnes impliquées dans la gestion des travaux.

### La gérance de construction

Passons maintenant à la gérance de construction qui n'intervient, en pratique, qu'à un stade ultérieur à celui de la conception. C'est une formule qui a son mérite et qui est fréquemment utilisée mais qui convient davantage à des projets de moins grande envergure et de moindre complexité.

Il n'est pas nécessaire que les plans et devis d'exécution soient terminés avant que l'organisme de gérance de construction entre en scène ; mais il est normal que

le plan d'ensemble ou l'avant-projet définitif, le budget global et l'échéancier des travaux aient été approuvés, sans quoi on aurait plutôt affaire à une gérance de projet.

Pour le reste, cette formule se situe à mi-chemin entre la gérance de projet et la formule conventionnelle avec entrepreneur général et bureaux d'études. D'ailleurs, toutes autres choses étant égales, on peut dire que la gérance de construction se justifie lorsqu'elle permet de réduire les délais d'exécution des travaux, lorsque les honoraires de gérance sont inférieurs à ce que pourraient être les frais et les profits équivalents d'un entrepreneur général et lorsqu'elle met au service du propriétaire une expertise qui ne serait pas disponible autrement.

### Le mandataire

Dans bien des cas, et principalement sur des projets moyens n'exigeant pas une équipe nombreuse pour effectuer la gestion, le propriétaire-client peut recourir à un mandataire ou à un coordonnateur qui lui offre certains services d'appoint et qui le soulage ainsi de la nécessité de suivre le projet au jour le jour et de s'impliquer dans les détails de réalisation. Ce rôle de mandataire est souvent rempli par un bureau d'études spécialisé en un ou plusieurs domaines tels que l'estimation, le cheminement critique et l'administration des contrats.

### **Commentaires**

Ce qui précède n'est qu'un simple tour d'horizon sur le sujet de la gestion de projets. Il convient d'y ajouter quelques commentaires.

En premier lieu, indépendamment de la formule de gestion, le succès d'un projet dépend de la valeur des personnes chargées de le réaliser. Et quand on parle de valeur, il ne s'agit pas uniquement de l'expérience ou de la compétence sur le plan technique. Il faut aussi tenir compte de l'intégrité personnelle, de la capacité de communiquer, de l'inspiration et de l'exemple provenant des patrons, de l'émulation qu'ils peuvent susciter au sein de l'équipe.

Mais, nous travaillons avec des humains et personne n'est parfait. C'est pourquoi il est indispensable, au moment de lancer un projet, d'en formuler clairement les objectifs, d'en évaluer les risques et d'en choisir le mode de gestion avant d'en engager les exécutants. Un grand projet, privé ou public, ne devrait pas être considéré comme une occasion de spéculation ou, si l'on préfère, comme un moyen de faire vivre des bureaux d'études, des entreprises de construction et des fabricants de matériaux.

Il doit répondre à des besoins précis, il doit être soumis à une critique minutieuse afin d'éviter les remises en question douloureuses qui se traduisent ensuite par des changements majeurs et des dépassements budgétaires inacceptables.

En second lieu, s'il subsiste une certaine équivoque quant au choix optimal du mode de gestion pour tel

ou tel projet, c'est que les conditions varient tellement qu'on ne saurait être trop prudent à cet égard. Mais il y a des tendances évidentes. Les grands projets se multiplient et cela n'est pas près de s'arrêter devant l'ampleur des besoins résultant de l'urbanisation et de l'industrialisation. Or, la gérance de projet n'existait pratiquement pas au Québec, il y a une vingtaine d'années. Voilà qu'elle est maintenant solidement implantée et qu'elle a fait ses preuves dans diverses grandes réalisations, malgré de graves problèmes, notamment la poussée inflationniste et les affrontements majeurs des dernières années sur le plan des relations syndicales.

Il faut en conclure que les entreprises de construction, les bureaux d'ingénieurs et d'architectes, les manufacturiers et sous-traitants devraient s'habituer à travailler de plus en plus souvent sur des projets confiés à des organismes de gérance, car c'est un marché considérable qui augmentera sûrement avec les années. ■

### **NOTE**

Le sujet de cet article a fait l'objet d'une conférence présentée dans le cadre du deuxième Colloque Augustin-Frigon, ayant pour thème : LES GRANDS TRAVAUX D'INGÉNIERIE, tenu à l'École Polytechnique de Montréal en octobre 1976.

#### **CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS** INGÉNIEURS - CONSEILS

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

Tél. : 274-5671

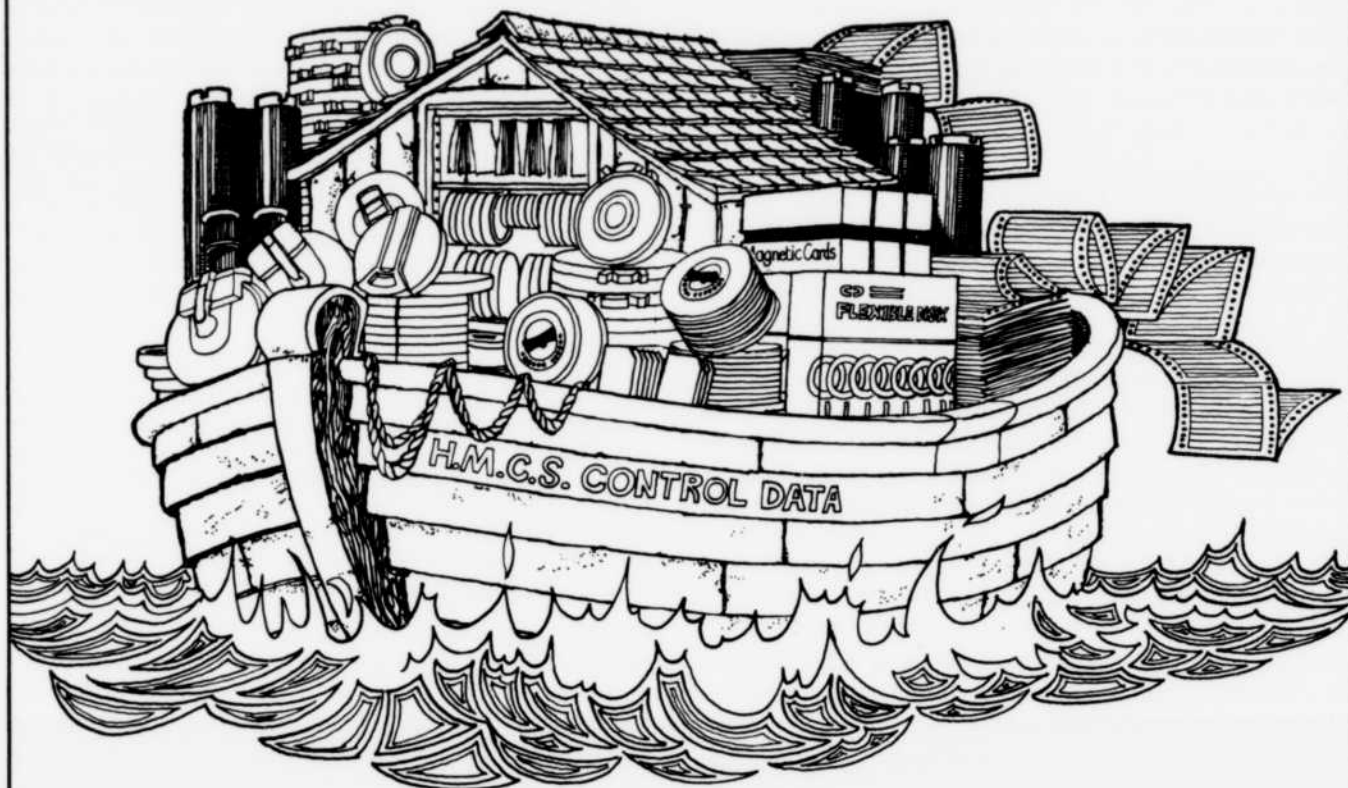
700 ouest, boul. Crémazie, Suite 100, Montréal H3N 1A1



**LALONDE, VALOIS  
LAMARRE, VALOIS  
& ASSOCIÉS, INC.**  
EXPERTS-CONSEILS CONSULTANTS  
GROUPE LAVALIN

Études techniques et de factibilité, Ingénierie,  
Approvisionnement,  
Gérance de Projets et de Construction,  
Installations de transport et de Production d'Énergie,  
Travaux Publics, Travaux Maritimes,  
Travaux Municipaux, Projets Industriels et Bâtiments  
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE, MONTRÉAL H3A 2R5

**Dans le déluge de produits  
d'informatique une compagnie  
qui a tout à son bord!**



## **Voyez Control Data**

Quel que soit votre ordinateur, quels que soient vos besoins, Control Data peut être votre seule et unique source d'approvisionnement en produits de la meilleure qualité. Nous vous offrons toute la gamme de produits incluant les cartes de traitement de données... les imprimés d'affaires standard... les rubans imprimeurs pour toutes les imprimantes... les bandes magnétiques à l'épreuve de toute erreur... les modules de données de formats standard... les cartouches de disques et les chargeurs garantis à vie... les disques souples, les cartes magnétiques et les cassettes digitales à l'épreuve de toute erreur... toute la gamme de nettoyeurs de bandes et un choix de meubles pour salles d'ordinateurs.

Pour plus de détails sur notre service de livraison directement de nos entrepôts et d'un océan à l'autre, communiquez avec le bureau régional de notre Division des Produits, 925, rue McCaffrey, Ville Saint-Laurent, Qué. H4T 1N3, Tél. (514) 735-2471, ou adressez-vous au 50, Place Hallcrown, Willowdale, Ont. M2J 1P7, Tél. (416) 492-4000.

**Quel que soit votre ordinateur, Control Data peut vous fournir tous les produits.**

  
**CONTROL  
DATA**

# AVANT-PROJET ET FINANCEMENT D'UN PROJET INDUSTRIEL

par Michel Gaucher, ing., M.B.A., LL.L.\*

## Sommaire

Plusieurs similitudes existent au niveau du cheminement et des acteurs qui sont impliqués dans le développement des avant-projets industriels. L'auteur tente de dégager à partir d'exemples spécifiques les facteurs-clés qui font passer du rêve à la réalité un concept de projet et d'identifier le rôle que peut y jouer un expert-conseil. La source originale, la promotion du projet, la stratégie nécessaire pour le développer sont des points qui sont de plus traités dans cet article.

Le financement de grands projets est devenu une discipline bancaire spécifique et requiert de la part de l'expert-conseil une compréhension détaillée des critères d'évaluation du risque et de la mesure de rentabilité d'un projet. Les divers types de financement de projets ainsi que les contraintes que chaque type de financement apporte sont présentés. À l'intérieur de cette analyse, l'auteur laisse voir de quelle façon les institutions bancaires cherchent à diluer le risque et quels instruments contractuels sont normalement utilisés à cette fin.

## Introduction

La seule façon de traiter d'un sujet aussi vaste est de faire état de quelques expériences vécues professionnellement, d'en faire ressortir les similitudes au niveau du cheminement et des acteurs impliqués dans le développement d'un avant-projet, et enfin, de traiter des éléments de base qui sont requis pour fins d'évaluation par des entités bancaires dans le financement récent de grands projets. Le propos de cet article est axé vers la sensibilisation de l'auditoire de L'INGÉNIEUR au rôle nouveau que doivent jouer des conseillers à l'industrie s'ils veulent de façon agressive et compétitive faire face avec succès à la demande des clients sur le marché international tant au niveau du secteur public que privé.

\*

L'auteur :

M. Michel Gaucher, ing., M.B.A., LL.L., est président de Gaucher Pringle Limitée, conseillers en administration.

## Avant-projet industriel

### Quelques exemples

#### A) Réfractaires

Un promoteur canadien apprend d'une source interne dans une industrie de produits réfractaires qu'un besoin existe pour de la fabrication de briques réfractaires dans l'Est du pays pour satisfaire la demande croissante dans les secteurs de l'acier, du ciment et du verre. Cette information lui parvient de données connues d'un certain milieu rattaché de près au secteur des réfractaires, soit utilisateur, soit producteur, de certains secteurs gouvernementaux et lui est confirmée en plus par une source interne au sein de l'industrie. Ce promoteur, qui en l'occurrence est une firme d'ingénierie, reconnaît un potentiel de projet. Les forces du projet sont une réalisation de marchés potentiels, les faiblesses sont que le projet requiert une mise de capital élevée, que l'industrie n'étant pas autochtone requerra un haut degré d'investissements en équité et que surtout un partenaire technologique sera requis pour assurer le succès du projet. Enfin, il perçoit qu'un tel projet devrait recevoir des appuis financiers et politiques afin de favoriser la pénétration des produits qui seront fabriqués vers les entités para-publiques utilisatrices.

Il utilise un consultant ou un groupe de consultants qui tiennent compte de ses ambitions et c'est ce groupe qui élabore la stratégie de développement du projet. Les questions de mise en marché, de financement et de licence passent au second plan du fait que les procédés sont protégés par brevets. Il faudra donc rechercher un partenaire technologique qui s'intéressera suffisamment au projet pour y investir ses propres fonds, y engager sa propre réputation et garantir et de par sa mise de fonds et de par ses connaissances spécifiques du marché, que les remises de fonds en capital et intérêts sont à peu près assurées. Le consultant doit donc confirmer les études de marché, la compétitivité tant au niveau prix que qualité du produit du parte-

naire technologique, de la solidité d'un contrat de licence qui liera le partenaire technologique à la nouvelle entité canadienne et à l'évaluation du cash flow vis-à-vis du promoteur qui investira ou non dans le projet une fois défini.

### B) Fruits tropicaux

Un producteur de fruits tropicaux en Amérique Latine se voit dans l'obligation d'intégrer ses opérations en amont et d'extraire le jus des fruits qu'il produit pour en faire un concentré, et ainsi pénétrer les marchés à l'exportation. Il a des fonds qui lui permettent de procéder à un investissement pour développer un complexe agro-alimentaire, mais il n'a ni les ressources technologiques, ni la mise en marché à l'extérieur de son pays. Un consultant identifie pour lui un réseau de distribution intéressé à prendre son produit à un prix plancher ferme et un partenaire technologique propriétaire des droits sur un procédé nécessaire à la mise en marché finale d'un des sous-produits sans lequel le projet dans son ensemble ne peut se réaliser. Le consultant prépare donc les contrats de licence, de distribution, vérifie lui-même l'évaluation des marchés proposés et s'assure que le distributeur propose des taux de pénétration réalistes, que ce même distributeur en se portant garant d'un contrat de distribution à prix plancher est suffisamment solvable pour que les créanciers à long terme puissent le juger comme caution valable au projet, et finalement, assure le financement par l'intermédiaire de programmes d'aide à l'exportation émanant de pays où un niveau de technologie suffisamment élevé existe pour insérer le projet dans des programmes tels que ceux admis par E.D.C., EX-IM, COFAS, E.C.G.D., etc... (entités gouvernementales de divers pays assurant le financement en partie ou en totalité d'exportations de biens en provenance de leur pays).

### C) Alumine

Le gouvernement d'un pays producteur de matières premières dans un secteur minéralier cherche à s'insérer dans la production de minerais qu'il a confiée jusqu'à date à des entreprises privées étrangères. Le projet requiert des fonds qui dépassent largement la capacité de financement du pays, et il apparaît que la mise en capital sera telle que les sommes nécessaires au repaiement seront supérieures aux entrées annuelles de monnaie étrangère. De plus, ce gouvernement, en s'intégrant dans ce secteur, entre en lutte directe avec un cartel de producteurs qui contrôle la plupart des réseaux de distribution existants. La consultation requise est donc d'élaborer une stratégie de distribution en recherchant des marchés captifs par l'intermédiaire d'acheteurs suffisamment solvables pour que leur engagement de « reprise ou paiement » (take or pay) soit reconnu comme caution valable par les prêteurs à long terme. Le consultant doit s'assurer de plus que le coût associé à l'achat de droits et brevets sur les procédés, ainsi que sur les coûts directs de production, soit l'achat de matières premières, main-d'œuvre, tarifs, feront de cette nouvelle entité une entité compétitive vis-à-vis les producteurs existants dans le cartel, afin de protéger les acheteurs-cautions eux-mêmes.

Ces trois projets, ainsi que plusieurs autres, sont courants et ont tous des points de similitude qui sont souvent oubliés et qui, s'ils sont bien identifiés, peuvent servir d'éléments de stratégie dans la proposition de services de conseil au niveau d'avant-projet industriel.

### La source de connaissance

Chaque projet repose à l'origine sur une source de connaissances sectorielles qui émane directement de l'industrie dans laquelle le projet se situe. Cette connaissance est soit technique (nouveau procédé, nouveau produit, changement majeur dans une technique de production, meilleur taux d'utilisation de matières premières), soit au niveau du marketing (nouvel utilisateur, défaveur d'un producteur pour raisons politiques ou autres). Cette source peut venir aussi d'utilisateurs de certains produits qui conçoivent une politique d'intégration verticale soit vers l'arrière dans le cas d'utilisateurs, soit vers l'avant dans le cas de producteurs de matières premières. Il faut retenir que dans presque tous les cas il y a une source de connaissance qui émane d'un innovateur ou d'un mécontent.

### La promotion

Tous ces projets ont à leur centre un promoteur, qui se définit comme un opportuniste non pas dans le sens péjoratif mais beaucoup plus dans le sens qui s'inscrit dans la conception des valeurs d'un entrepreneur. Cet opportuniste aura la qualité de concevoir de façon réaliste les forces et les faiblesses de la situation émanant de la source de connaissance précitée et sera d'ordinaire à même d'identifier le problème-clé qui fera passer l'idée du concepteur original du rêve à la réalité. L'entrepreneur percevra qu'il s'agit tout d'abord d'un problème de financement ou d'un problème de mise en marché ou d'un problème de distribution ou d'un problème technologique, ou encore d'un problème politique.

### La stratégie

C'est ici que s'intègre le rôle du consultant. Les techniques de recherche de marché, ou de calcul de taux de rendement par D.C.F., ou de taux internes de rendement, ou d'analyse de sensibilité sur cash flow relèvent du domaine technique facilement à la disponibilité des intéressés. Le nœud du développement d'un projet et là où le consultant expérimenté peut jouer un rôle majeur est au niveau de la définition de la stratégie pour le promoteur-client face au projet qu'il a en main. Le consultant devra interpréter les besoins du promoteur. Dans un cas, il s'agira de carrément l'enrichir par une position de risque élevé, dans l'autre cas il s'agira de le protéger soit par une intégration, soit par l'assurance d'une diversification de ses sources de fonds ; ou encore il s'agira de lui assurer une simple survie, particulièrement dans le cas où il a des fonds de beaucoup inférieurs à ses partenaires technologiques potentiels ; dans d'autres cas, il s'agira de lui assurer un taux de croissance supérieur à celui

qu'il pourrait envisager normalement en le faisant participer à une industrie de pointe.

Le rôle du consultant sera donc d'élaborer sa stratégie et de protéger le promoteur ainsi que le projet. Ceci requiert la plupart du temps une forte dose de réalisme et le promoteur comprend souvent difficilement que, même s'il est beau, grand et fort, il devra se contenter d'un rôle de pique-assiette s'il veut voir ses efforts maximisés et le projet rendu à terme. La stratégie donc au niveau du financement, de la commercialisation et de l'apport technologique se traduira en convention spécifique (financement, contrat de vente, contrat de licence), le tout rattaché par une convention entre actionnaires qui protégerait, en tant que faire se peut, le promoteur-client.

## Le financement de grands projets

### Définition

Des textes publiés par la SEE ou d'autres institutions de financement relatant l'aspect mécanistique d'un financement étant disponible à tous, seuls les principes mêmes d'évaluation du risque, les critères utilisés, et les instruments contractuels reliés aux divers types de financement reconnus sont énoncés ci-dessous.

Le financement de projets est devenu de plus en plus populaire depuis quelques années et les banques commerciales ont eu à analyser ce genre de financement. L'analyse de ce mode de prêts diffère fondamentalement de l'analyse d'un prêt à une corporation financièrement saine, basée sur les états financiers de la compagnie.

Le terme de financement de projet se définit comme l'ensemble des méthodes de financement utilisées par les banques et les institutions prêteuses pour financer la construction de nouveaux projets sur la base d'un repaiement fondé sur les revenus générés par le projet en tant que tel. Un financement de projet comporte souvent un prêt à une nouvelle entité formée spécialement pour détenir la propriété du projet.

Le financement de projets est caractérisé par le fait que le prêteur assume des risques supplémentaires vu les caractéristiques suivantes :

### Localisation

Les projets sont souvent situés en pays étrangers et le financement est souvent arrangé de telle sorte que les prêteurs assument le risque politique sur le prêt de telle sorte que les emprunteurs sont isolés du risque politique. Ceci est vrai de la plupart des financements et particulièrement à chaque fois qu'est mêlée une entité telle que E.D.C., EX-IM ou la Banque Mondiale.

### Co-promotion

Plusieurs projets sont la propriété conjointe de différents promoteurs. Le plus faible des promoteurs crée souvent une majoration de l'évaluation du niveau de risque et il est souvent difficile pour le prêteur de né-

gocier les garanties conjointes et solidaires qu'il requerrait pour s'appuyer sur le plus solvable des promoteurs.

### Effet de levier financier

Le financement de projets permet à une entreprise d'obtenir un plus haut effet de levier financier. Il est effectivement possible à une compagnie ou à une entreprise de monter un financement sur la base d'un projet indépendant, au moment où il lui serait impossible d'emprunter directement sur ses propres actifs. Par exemple, une compagnie peut ne pas pouvoir emprunter plus de fonds directement à cause de limitations dans une émission d'obligations antécédente ; cependant, la plupart des financements de projets sont isolés des contraintes financières créées par des emprunts antérieurs en autant que l'entreprise puisse justifier d'extraire de ses surplus les sommes requises à la mise de fonds au projet. La relation entreprise-projet peut être considérée comme à distance.

### Financement hors bilan

Enfin, souvent des promoteurs d'un projet chercheront un financement qui n'affecte pas leur bilan, c'est-à-dire qui ne se traduise pas en passif ni pour les promoteurs, ni pour les détenteurs d'actions dans le projet.

### Évaluation du risque

Toutes ces caractéristiques font donc voir que la préparation, par un conseiller, de documents bancaires doit refléter une compréhension des questions qui seront soulevées par l'institution bancaire ainsi que des réserves qu'elle soulèvera. En se basant sur des expériences passées, on peut établir une liste des critères d'évaluation de risques qui reviennent le plus souvent. En voici quelques-uns :

### Risque politique

Des projets à l'étranger comportent souvent des risques supplémentaires parce que les gouvernements étrangers peuvent poser des gestes qui affecteront les destinées du projet. En plus des risques politiques conventionnels tels qu'expropriation, guerre et inconvertibilité de la monnaie, d'autres gestes peuvent aussi affecter la capacité de repaiement d'un projet. Par exemple, des taxes et royautés supplémentaires, taxes locales d'achat d'équipement, impositions de tarifs à l'importation de matières premières, délais dans l'exécution du projet causés par des délais dans l'obtention de licences, d'importation de pièces et d'équipement requis au projet.

### Majoration des coûts et délais d'exécution

Dans la période inflationnaire que nous vivons aujourd'hui, il est rare qu'un gérant de projet puisse se vanter qu'il a réussi à monter un projet à l'intérieur des coûts budgétés originaux. À l'heure actuelle, c'est l'élément de risque le plus considéré par les institutions bancaires et il est prévisible que peu de projets verront le jour dans les régions sur le globe où l'inflation, une main-d'œuvre instable, et des actions gouvernementales

peu propices à l'investissement nouveau ne protégeront pas l'investisseur contre l'escalade des coûts.

#### *Projection optimiste des mouvements de trésorerie*

Un bon nombre de projets ne génèrent pas les mouvements de trésorerie budgétés originalement. Les raisons pour cette variance sont souvent l'interférence de gouvernements étrangers, une sous-estimation des coûts d'opération, une basse productivité de la main-d'œuvre, un mauvais calcul des caractéristiques de certaines réserves de minerais, par exemple, et un changement dans les taux de change.

#### *Commercialisation*

Un projet peut souvent être de l'avant pour faire face à une demande de produit identifiée conjonctuellement ; cependant, la demande peut avoir diminué au moment de la fin des travaux. Le résultat en est que le prix de vente du produit tombe en deçà de ce qui avait été projeté originalement.

Les prêteurs tenteront la plupart du temps de passer le risque, sinon entier du moins en autant qu'ils le peuvent, à d'autres. C'est ici que l'expertise-conseil spécialisée en finance, en ingénierie et en économie permet de satisfaire aux besoins de négociation des termes financiers, de l'évaluation technologique du projet et de l'analyse du risque économique dans le pays hôte.

#### Types de financement de projets

Les types de financement sont regroupés ici sous 3 nomenclatures, soit : un financement sans recours, un financement avec garantie d'exécution et un financement supporté par un engagement contractuel au cours de la vie du projet.

#### *Financement sans recours*

Le financement sans recours est très rare et tout-conseiller qui voudrait préparer un projet de la sorte pour un promoteur devrait considérer les éléments suivants :

##### **A) HAUT DEGRÉ D'ÉQUITÉ**

Le projet requerra un haut degré d'équité et souvent des engagements collatéraux. Cependant, dans ce cas, l'investisseur-promoteur devra avoir les reins solides et prouver hors de tout doute que le projet en tant que tel et les fonds générés anticipés assurent au moins le repaiement de la dette obligataire.

##### **B) ÉTUDE DE FACTIBILITÉ**

L'étude de factibilité et les projections économiques qui tiendront compte de la production, des ventes, des coûts d'opération et des profits qui seront générés pendant la vie du projet devront être confirmés par l'ingénieur et c'est cette confirmation qui sera la clé de voûte du financement.

D'autres éléments tels que les analyses des réserves (minérales ou autres) seront importants dans les cas

de financement d'infrastructures telles que port ou pipeline, puisqu'ils assureront le taux d'utilisation de l'infrastructure dans le temps.

#### **C) COMMERCIALISATION**

Dans tous les contrats de financement sans recours, et dans lesquels les promoteurs ne peuvent agir comme caution pour le repaiement de la dette, le projet est supporté par un engagement de reprise d'une part substantielle de la production par des contrats de vente à prix minimal avec un acheteur acceptable et pour une durée toujours plus longue que la période d'amortissement du prêt. Ce contrat de reprise sera analysé en fonction de la force du débiteur (soit l'acheteur), de la durée du contrat, de la quantité, des clauses qualitatives pouvant excuser l'acheteur de son obligation d'acheter, des clauses de force majeure, et enfin de la formule du prix de vente qui devrait préférentiellement contenir les clauses escalatoires pour couvrir au moins l'augmentation des coûts d'exploitation.

#### **D) RISQUE POLITIQUE**

Il est à peu près certain que dans les cas où le prêteur assume une part du risque politique, une analyse de plusieurs paramètres sera requise. Par exemple, les concessions, droits, congés de taxes, ou autres avantages concédés par le gouvernement du pays hôte devront être revus. La participation du pays hôte, son droit de reprendre une partie de la production, le droit du producteur de transférer ses revenus à l'extérieur du pays hôte, les bases de cancellation de ces droits ou de défauts de la part du producteur, les taxes et royautés payables normalement, tous ces points doivent être revus en détail.

Il est normalement requis de plus que le gouvernement du pays hôte s'engage à ce qu'il n'y ait point de changement dans les droits concédés durant la période de repaiement, que le projet recevra son appui, et qu'il a pris connaissance des conditions du financement.

#### **E) ENVIRONNEMENT**

Des prêteurs voudront s'assurer que toutes les approbations gouvernementales ont été reçues afin qu'il n'y ait pas de délais indus dans le lancement d'un projet. Il n'est pas nécessaire d'illustrer les délais qu'ont causés les discussions sur l'environnement pour plus d'un projet industriel en Amérique du Nord récemment.

#### **F) CONTRATS AVEC LES TIERS**

Les contrats suivants seront revus par l'institution prêteuse :

- les contrats d'approvisionnement en matières premières et en énergie garantissent-ils des coûts compatibles avec les projections financières ?
- les contrats de construction garantissent-ils un degré de contrôle sur le coût final et la date d'exécution ; y a-t-il des pénalités pour délais, etc., etc. ?
- les titres quant aux droits d'exploration ou d'exploitation sont-ils valables et les promoteurs dé-

tiennent-ils une garantie de titres émanant d'une entité financière responsable ?

- les contrats d'assurance protègent-ils le prêteur durant la période où il n'est pas protégé par les engagements ? Certains risques évidents sont ceux du contracteur, du dommage à la propriété, des responsabilités face aux tiers, etc. ;
- l'opérateur du projet offre-t-il les garanties d'expertise et financières requises pour assurer la bonne opération du projet ?

#### *Financement d'un projet couvert par garantie d'exécution*

La plupart des risques associés à un projet peuvent être éliminés lorsque les promoteurs garantissent l'exécution du projet. À la fin de l'exécution les prêteurs pourront essentiellement se reposer sur les contrats de vente, les contrats d'achat de matières premières et la mise en opération du projet lui-même. Puisque les prêteurs dépendent de l'opération du projet en tant que tel une fois complété, les points soulevés précédemment dans la section du financement sans recours sont tout de même pertinents ici. La forme de garantie d'exécution couvrira les éléments suivants :

##### **A) ENGAGEMENT DU GARANT**

Le garant s'engagera à compléter pour une certaine date le projet et à couvrir tous les coûts supplémentaires par une mise de fonds détaillée supplémentaire. Dans les cas où l'engagement d'exécution est un simple engagement par les promoteurs de compléter à une date fixe le projet, il est probable que dans les cas de délais dus à des actions gouvernementales ou des poursuites dues aux essais du projet sur l'environnement que le promoteur ne se verra pas obligé d'assumer les frais supplémentaires et que le prêteur devra subir les frais du délai.

##### **B) DÉFINITION DE L'EXÉCUTION**

L'exécution sera définie comme une certaine période durant laquelle le projet aura opéré conformément aux spécifications dans l'étude de rentabilité et que durant cette période donnée, il aura produit une quantité spécifique de produits d'une certaine qualité spécifiée et à un coût non supérieur à celui indiqué dans les projections financières. Dans le cas de certains procédés, la garantie pourra aussi requérir un certain degré d'efficacité. Par exemple, la définition d'exécution pourra requérir qu'une usine opère pendant tant de jours consécutifs en produisant tant de produits pendant cette période à une qualité et à un coût prédéterminés. La quantité produite pourra être un pourcentage d'une quantité théorique prédéfinie.

##### **C) MATURITÉ AVANT LA FIN DE L'EXÉCUTION**

Il n'est pas rare de retrouver que l'obligation du garant va jusqu'à couvrir le repaiement de la dette avant la fin de l'exécution dans le cas où celle-ci serait retardée. Dans certains cas, le promoteur doit repayer le prêt dans son ensemble si le projet n'a pas été complété à une certaine date.

D'autres éléments que l'on retrouve dans ce genre de financement sont que la définition de l'exécution requerra que toutes les approbations au niveau environnement aient été obtenues, que les garants ne vendront pas leurs intérêts dans le projet avant l'exécution et que les promoteurs fourniront au cours de l'exécution une garantie de titres sur les réserves de matières premières en exploitation.

C'est en fait un mélange de ces différents éléments qui donnent à un projet un taux de risque acceptable ou non et il n'y a pas de règles spécifiques de contenu mais beaucoup plus un équilibre déterminé entre chacune de toutes ces considérations.

#### *Financement de projets supportés par l'engagement d'un tiers pour la durée du projet*

Dans certains cas tout le risque d'un projet est reporté à travers différents types d'engagement qui vont bien au-delà de l'obligation d'exécution que nous venons d'analyser. Dans ces cas même si le financement prévoit que les emprunts seront payés par les mouvements de trésorerie du projet, les prêteurs auront recours aux promoteurs si jamais il y avait défaut. Les engagements mentionnés ci-dessous rendent beaucoup moins nécessaire les points mentionnés dans les cas de financement sans recours.

##### **A) OBLIGATION D'UTILISATION**

Plusieurs projets d'infrastructure sont souvent supportés par des engagements d'utilisation de certaines infrastructures. Par exemple, tant de matériaux seront transbordés à travers un port, à travers un pipeline ou à travers un convoyeur. Si, pour quelque raison que ce soit, incluant le défaut de compléter l'exécution de l'infrastructure ou la cessation des opérations, l'infrastructure ne génère pas les fonds requis pour rencontrer les obligations, les promoteurs seront responsables conjointement et solidairement des montants suffisants pour couvrir les manques d'entrées de fonds.

##### **B) CONTRAT D'UTILISATION (TOLLING CONTRACT)**

Dans certains cas de projets de raffinage, le financement se fonde à même l'engagement des participants dans le projet à payer leur partie des montants requis pour faire face au repaiement du capital et intérêts dans le cas où ils n'utiliseraient pas l'équipement pour raffiner une matière première qui leur appartient à une certaine quantité prédéterminée et à un coût prédéfini. Cette forme d'obligation se rencontre souvent dans les cas de financement d'usines d'alumine.

##### **C) COMPAGNIE AU COÛT (COST COMPANY)**

Cet arrangement financier oblige les actionnaires en vertu d'une entente d'opération assignée au prêteur à fournir à la compagnie opérant au coût une proportion égale à la part de leur investissement de tous les montants requis pour payer les coûts d'opération du projet en plus du capital et intérêts sur les emprunts lorsqu'ils viennent à terme. Les fonds sont avancés par les actionnaires en proportion de leur propriété dans le capital-actions. Cet arrangement se retrouve

souvent dans les projets de raffinage de minerai (fer, alumine). Dans ces cas, on a vu chaque actionnaire recevoir une proportion au pro rata de son investissement du minerai ou métal produit et la compagnie au coût ne vend pas le minerai et n'a pas de revenu net ; chaque actionnaire inclut dans ses états de profits et pertes sa proportion pro rata des coûts de production et des dépenses d'opération.

**D) FONDS DE ROULEMENT MINIMUM GARANTI**

En vertu de ce genre d'entente, les promoteurs s'engagent à maintenir en tout temps un fonds de roulement minimum dans la compagnie emprunteuse afin d'assurer au prêteur que les fonds requis pour faire face au repaiement de la dette obligataire seront toujours présents. Dans le cas où le fonds de roulement diminue sous un certain niveau, les actionnaires seront obligés de faire des avances subordonnées au prêteur afin de maintenir le niveau prédéterminé du fonds de roulement.

**Conclusion**

Les observations énoncées précédemment n'ont pas la prétention de couvrir toute la problématique du financement d'un projet industriel, mais bien de soulever

ce qui doit être connu d'un conseiller face à la préparation d'un avant-projet. ■

**NOTE**

Le sujet de cet article a fait l'objet d'une conférence présentée dans le cadre du deuxième Colloque Augustin-Frigon, ayant pour thème : LES GRANDS TRAVAUX D'INGÉNIEURIE, tenu à l'École Polytechnique de Montréal en octobre 1976.



**VARI-TYPE**

Service

Service

1595 St-Hubert, Montréal

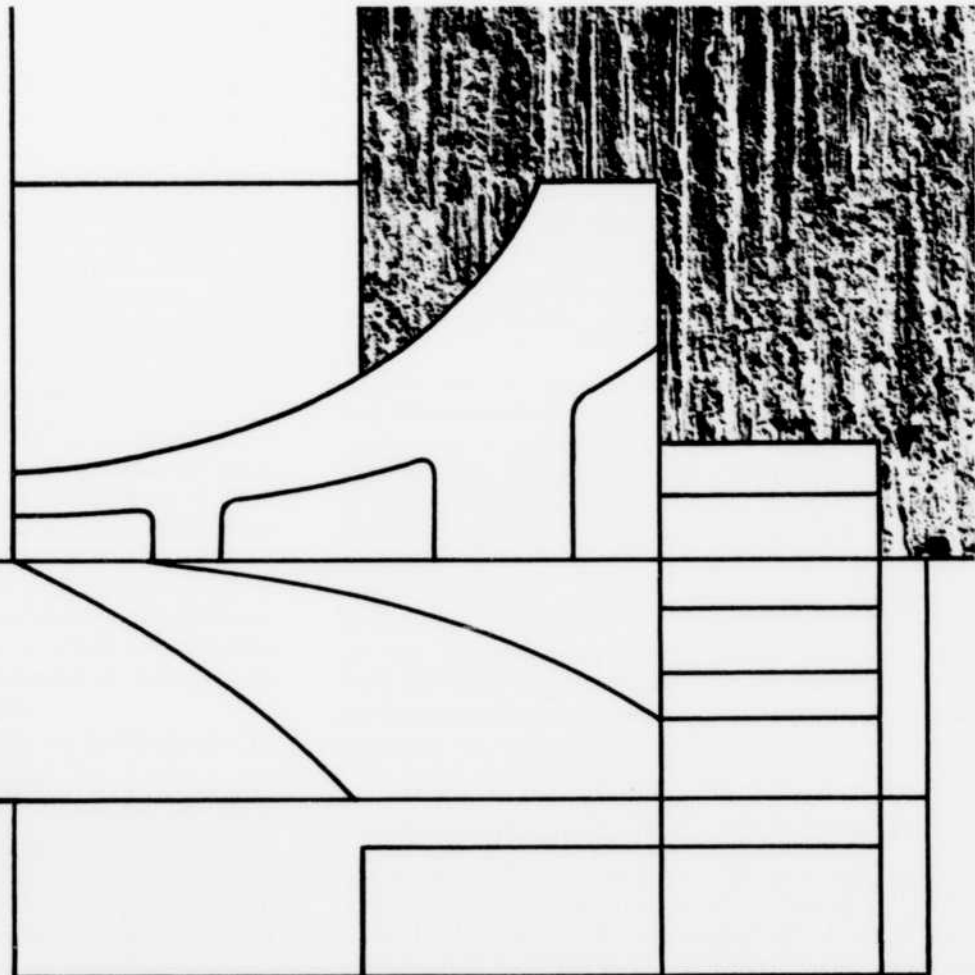
P.O. — Tél.: 522-9206

RAPIDITÉ - ÉCONOMIE - UNIFORMITÉ

Des produits  
indispensables  
à la construction  
sous toutes  
ses formes

**CIMENTS ST-LAURENT**

*une grande entreprise  
un nom prestigieux*



# 7 BOURSES D'ÉTUDES POUR INGÉNIEURS

offertes de nouveau par North American Life, destinées à aider ceux qui reprennent leurs études. Valeur: \$2,000 chacune. Date limite: 15 mai.  
Gestion: Conseil Canadien des Ingénieurs.



## BUT:

Aider des ingénieurs à poursuivre des études ou des travaux de recherche. Le choix des matières n'est pas limité, mais préférence est donnée à celles se rapportant au génie.

## RÉGIONS:

Une bourse au moins sera allouée pour des études à plein temps en 1977-78 dans les cinq régions suivantes: Provinces maritimes, Québec, Ontario, Manitoba-Saskatchewan-Alberta, C.B.-Yukon.

## ADMISSIBILITÉ:

Licence de sciences ou génie et expérience en génie; immatriculation auprès d'une des associations constituant le C.C.I., admission dans une université reconnue pour continuer des études supérieures.

## DEMANDE:

Doit parvenir **le 15 mai 1977 au plus tard** au Conseil Canadien des Ingénieurs, 116, rue Albert, Ottawa K1P 5G3.

Renseignements et demandes peuvent être obtenus auprès du CCI, des bureaux d'associations provinciales d'ingénieurs, des bureaux de la faculté de génie ou auprès de:

**nalaco**



LA COMPAGNIE D'ASSURANCE-VIE  
**NORTH AMERICAN LIFE**

Service des régimes spéciaux  
105 Adelaide Street West  
TORONTO, Ontario  
M5H 1R1

Une compagnie canadienne, établie en 1881



## ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

### Comité des bourses

Grâce à la générosité des organismes et compagnies dont les noms apparaissent dans le tableau ci-dessous, dix-sept étudiants du premier cycle ont obtenu, sur recommandation du comité des bourses de l'École Polytechnique, des bourses d'études d'un montant variant de \$300 à \$1,000 pour l'année universitaire 1976-77.

Nos félicitations à tous les boursiers et nos remerciements aux donateurs.

DONATEURS	BOURSIERS	DÉPARTEMENTS	NIVEAUX
Bourse Kiewit (Les Entreprises Kiewit Limitée)	Roger Thibault	Génie Civil	4
Canadian Bechtel Limited (Bechtel Foundation of Canada)	Robert Cormier	Génie Mécanique	1
	Pierre Fafard	Génie Électrique	4
Fer et Titane du Québec Inc.	Denis Cotnoir	Génie Métallurgique	4
	Yvon Falardeau	Génie Industriel	4
	Hy-Hien Tran	Génie Métallurgique	3
	Raphaël Tremblay	Génie Industriel	3
Georges Daigneault Limitée	Alain Grenier	Génie Électrique	4
International Business Machine (IBM)	Claude Chouinard	Génie Électrique	2
	Ronald St-Amour	Génie Industriel	2
Iron Ore of Canada	Marie-Thérèse Balanger-Morin	Génie Électrique	3
	Claude Sicard	Génie Mécanique	4
Johnson & Johnson Limited	Gilbert Parent	Génie Physique	4
La Compagnie Minière Québec Cartier	Danielle Gagnon	Génie Minier	4
Ordre des Ingénieurs du Québec	Gilbert Morin	Génie Physique	4
Patino Mining Corporation (Patino)	Christian Pichette	Génie Minier	4
Women's Association of the Montreal Branch (Canadian Institute of Mining & Metallurgy)	Gil Trigo	Génie Métallurgique	4

LE

## OFFRES D'EMPLOI / NOMINATION

### ÉVÉNEMENTS À VENIR

MOIS

## OFFRES D'EMPLOI

— **ROBERT H. SCHAFER & ASSOCIATES** (M. Claude G. Guay, ing., MBA) 1115 ouest, rue Sherbrooke, suite 309, Montréal, Québec H3A 1H3.

#### Conseiller en administration

Cette société de consultants en administration, affiliée à un bureau américain, est à la recherche d'un conseiller. Établie depuis environ 15 ans, cette entreprise a réalisé la plupart de ses mandats au sein d'organismes privés et publics.

Cette firme de conseillers aide les clients-cadres à améliorer le rendement de leur organisation tout en perfectionnant leurs capacités et leurs habiletés de gestionnaires. Les conseillers aident les clients-cadres à découvrir et à mobiliser le potentiel humain inexploré afin d'atteindre des résultats positifs et concrets à court terme. Cette approche permet aux clients d'atteindre les connaissances, les capacités, la confiance, le désir de collaboration et la motivation nécessaire pour établir et réaliser des objectifs de rendement toujours plus importants.

Le candidat bilingue devra détenir préférentiellement un diplôme de 2<sup>e</sup> cycle, posséder des notions théoriques et pratiques en relations humaines, avoir un minimum de cinq années d'expérience et démontrer un intérêt marqué pour la consultation générale où il sera appelé à œuvrer (production, finance, informatique, personnel, etc.).

Le salaire et le défi posé seront à la mesure des connaissances, des expériences et des potentialités du candidat.

Les intéressés sont priés de communiquer par écrit avec M. Guay, en fournissant les renseignements jugés nécessaires.

— **THIRY, BOURGOIN & ASSOCIÉS INC.**, conseillers en gestion (M. Charles Thiry, président) 1255, boulevard Laird, suite 333, Montréal, Québec H3P 2T1. Tél. : (514) 735-1503.

#### Ingénieur en mécanique / électricité

Diplômé en mécanique/électricité, le candidat possédera un maximum de trois ans d'expérience dans le domaine de l'ingénierie ou de l'installation pour l'étude de plans et devis et l'évaluation des quantités et des coûts d'installations.

Salaire et conditions de travail à discuter.

Pour tout renseignement, les intéressés sont priés de communiquer avec M. Thiry.

— **BANQUE CANADIENNE NATIONALE** (a/s agent de recrutement — service du personnel) 500, Place d'Armes, Montréal, Québec H2Y 2W3.

#### Analyste Organisation et Méthodes

Cet établissement recherche un ingénieur diplômé en génie industriel, possédant un minimum de deux années d'expérience pertinente pour prendre la responsabilité d'analyser les modes d'opération et procédures des différents services du siège social, élaborer de nouvelles méthodes, assister les services lors de l'implantation de ces nouvelles méthodes.

Le candidat possédera beaucoup d'entregent, une facilité d'expression orale et écrite et une facilité de communication avec les cadres supérieurs.

Les intéressés sont priés de transmettre leur curriculum vitae en toute confiance au Service du personnel, aux soins de l'Agent de recrutement.

— **CGGL, CONSEILLERS EN GESTION INC.** (M. Guy Rainville) 3, Place du Commerce, suite 120, Île des Sœurs, Montréal, Québec. Tél. : (514) 766-2393.

#### Gérant — Municipalité des Laurentides

Ce bureau recherche, pour une municipalité des Laurentides, un ingénieur civil ou un technicien en génie civil possédant une très bonne expérience dans le domaine municipal. Le candidat sera doté d'un bon sens de l'organisation et aura acquis une expérience valable de gestionnaire.

Relevant directement du Conseil municipal, le candidat choisi aura la responsabilité de la coordination de tous les services municipaux : génie-conseil et consultation, travaux publics, police-incendie, permis de construction et zonage.

Le salaire se situe de \$22,000 à \$25,000 / annuel, selon l'expérience et les qualifications.

Les intéressés sont priés d'adresser leur curriculum vitae à M. Rainville dans les plus brefs délais.

— **SOTRAMONT INC.** (M. Robert Roy, ing., président) 13, rue Buteau, Parc Industriel Richelieu, Hull, Québec J8Z 1V4. Tél. : (819) 770-5449.

#### Gérant de projets

Cette entreprise, spécialisée dans la construction de bâtiments pouvant varier de \$500,000 à \$10,000,000, recherche un gérant de projets possédant une expérience pertinente.

Rémunération au-dessus de la moyenne et possibilité d'association dans l'entreprise.

Les intéressés sont priés de communiquer directement avec M. Roy à frais virés (819) 770-5449. L'entrevue pourrait avoir lieu à Montréal.

**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**

## NOMINATION

CORPORATION DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
DE MONTRÉAL



M. Guy Monty, ing.

La Corporation de l'École Polytechnique de Montréal annonce la nomination de M. Guy Monty, ing., à son Conseil d'administration pour un mandat de quatre ans.

Diplômé de l'École Polytechnique, M. Monty est Commissaire de l'Hydro-Québec et membre du Conseil d'administration de la Société de Développement de la Baie James, de l'Association nucléaire canadienne et de l'Association canadienne de l'électricité.

### UNIVERSITÉ DE MONCTON Sollicite des candidatures PROFESSEUR EN GÉNIE CIVIL

#### FONCTIONS :

Enseignement au niveau du 1er cycle et de la recherche.

#### QUALIFICATIONS :

Détenteur d'un Ph.D. ou d'une maîtrise avec expérience pratique. Expérience des tunnels à vent serait un avantage additionnel.

#### DURÉE DU POSTE :

Un (1) an.

#### CANDIDATURES :

Faire parvenir curriculum vitae dans les plus brefs délais au :

Directeur, Département de génie  
Faculté des sciences et de génie  
Université de Moncton  
Moncton, Nouveau-Brunswick E1A 3E9



## ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR ADJOINT  
DÉPARTEMENT DE GÉNIE PHYSIQUE

#### FONCTIONS :

Ce département recherche les services d'un physicien ou d'un ingénieur-physicien possédant une expérience dans le domaine des rayonnements ionisants, de la détection et du design de détecteurs. En plus de collaborer à la recherche, il sera appelé à participer à l'enseignement de la physique fondamentale et de la physique appliquée aux niveaux sous-gradué et gradué.

#### QUALIFICATIONS :

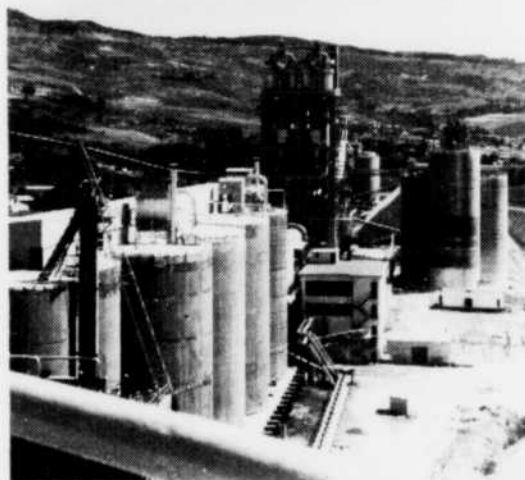
Le candidat doit posséder un Ph.D. ou l'équivalent et il est préférable qu'il soit membre de l'Ordre des Ingénieurs du Québec.

Conditions de travail et rémunération selon la convention collective de travail en vigueur.

Les intéressés doivent faire parvenir leur curriculum vitae avant le 31 mai 1977 à :

Le Directeur  
Département de génie physique  
Ecole Polytechnique  
Case postale 6079, succursale A  
Montréal, Québec H3C 3A7  
Tél. : (514) 344-4767

## Consultants en géotechnique



Un des nos projets : la cimenterie de Meftan, Algérie

- études de fondations
- études d'ouvrages en terre
- géologie de l'ingénieur
- essais de béton

### Terratech LTÉE

275, rue Benjamin-Hudon, Montréal H4N 1J1 Tél. (514) 331-6910

Plus de quinze années de travail d'équipe à votre service



# Internationalement montel

## suit le fil du courant!

En Tunisie, par exemple, Montel a obtenu un contrat de plusieurs millions pour fournir l'équipement électrique nécessaire à la Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz. Les prix de Montel sont sûrement compétitifs mais par contre, Montel devait avoir une expérience technique renommée et a dû prouver au gouvernement Tunisien qu'elle était en mesure de répondre à des exigences des plus technologiques et rigoureuses. Et sa compétence fut reconnue malgré la compétition internationale dans ce domaine.

Outre en Tunisie, l'équipement de Montel est présent à Togo-Dahomey, au Honduras, à Formose, aux Indes, en Amérique du Sud, et aux États-Unis. Aussi éloignées qu'elles puissent être, ces parties du globe utilisent l'équipement électrique de Montel et profitent de ses connaissances technologiques et de son savoir-faire.

Au Canada, Montel s'est établi d'un océan à l'autre grâce à l'efficacité de son équipement installé entre autre au Stade Olympique, à l'aéroport Mirabel, au Ministère de la Défense Nationale, à la Commission de Transport de Toronto, à la Station de pouvoir nucléaire de Québec et à la Place Desjardins.

S'il s'agit de cellules normalisées 25 ou 36 Kv, de disjoncteurs à faible volume d'huile, de sectionneurs télescopiques, de transformateurs de courant ou de tension, de sous-stations type intérieures ou extérieures, de tableaux de commande, de centres de distribution, de canibars, Montel peut en parler! En plus de son personnel d'ingénierie, Montel, grâce à son association avec Sprecher & Schuh, Balteau, EIB et Heafely, bénéficie d'un appui technique de premier ordre.

Découvrez ce que Montel a réalisé pour intéresser le monde entier... écrivez ou téléphonez... car en électricité, Montel suit le fil du courant!



#### Siege social et usine:

225, 4e Avenue  
Case postale 130  
Montmagny, Québec, Canada  
G5V 3S5  
Tél.: (418) 248-0235  
Télex: 051-3419

#### Bureaux de vente:

**Montréal**  
515, boul. Lebeau  
St-Laurent, Québec, Canada  
H4N 1S2  
Tél.: (514) 332-9110  
Télex: 05-826550

**Toronto**  
105, Davenport  
Toronto, Ontario  
Tél.: (416) 964-6325

**Halifax, St-John, Fredericton, Québec, Montréal,  
Toronto, Regina, Winnipeg, Calgary, Vancouver.**

## ÉVÉNEMENTS À VENIR

### Troisième Conférence Nationale d'Hydrotechnique

(avec la participation  
de la Division Municipale)

Québec — 30 et 31 mai 1977

#### THÈME : « L'HYDROTECHNIQUE DANS LES RÉGIONS FROIDES »

Cette conférence est organisée par La Société Canadienne de Génie Civil, le Ministère des Richesses naturelles du Québec et l'Université Laval.

Les activités de la conférence se tiendront au Québec Hilton, 3 Place Québec, près des murs du vieux quartier de la Ville de Québec.

Le coût d'inscription est fixé à \$60. Un recueil des exposés sera remis aux participants au début de la conférence.

Pour des informations supplémentaires, veuillez vous adresser à :

*M. Bernard Harvey, ing.*  
Directeur de l'Aménagement  
Ministère des Richesses naturelles  
Chambre 224  
1640, boulevard de l'Entente  
QUÉBEC (Québec) G1S 4N6

## SYMPOSIUM

### ASSOCIATION POUR L'ASSAINISSEMENT DE L'AIR (Section du Québec)

**Auberge Gray Rocks  
Saint-Jovite, Québec  
29 au 31 mai 1977**

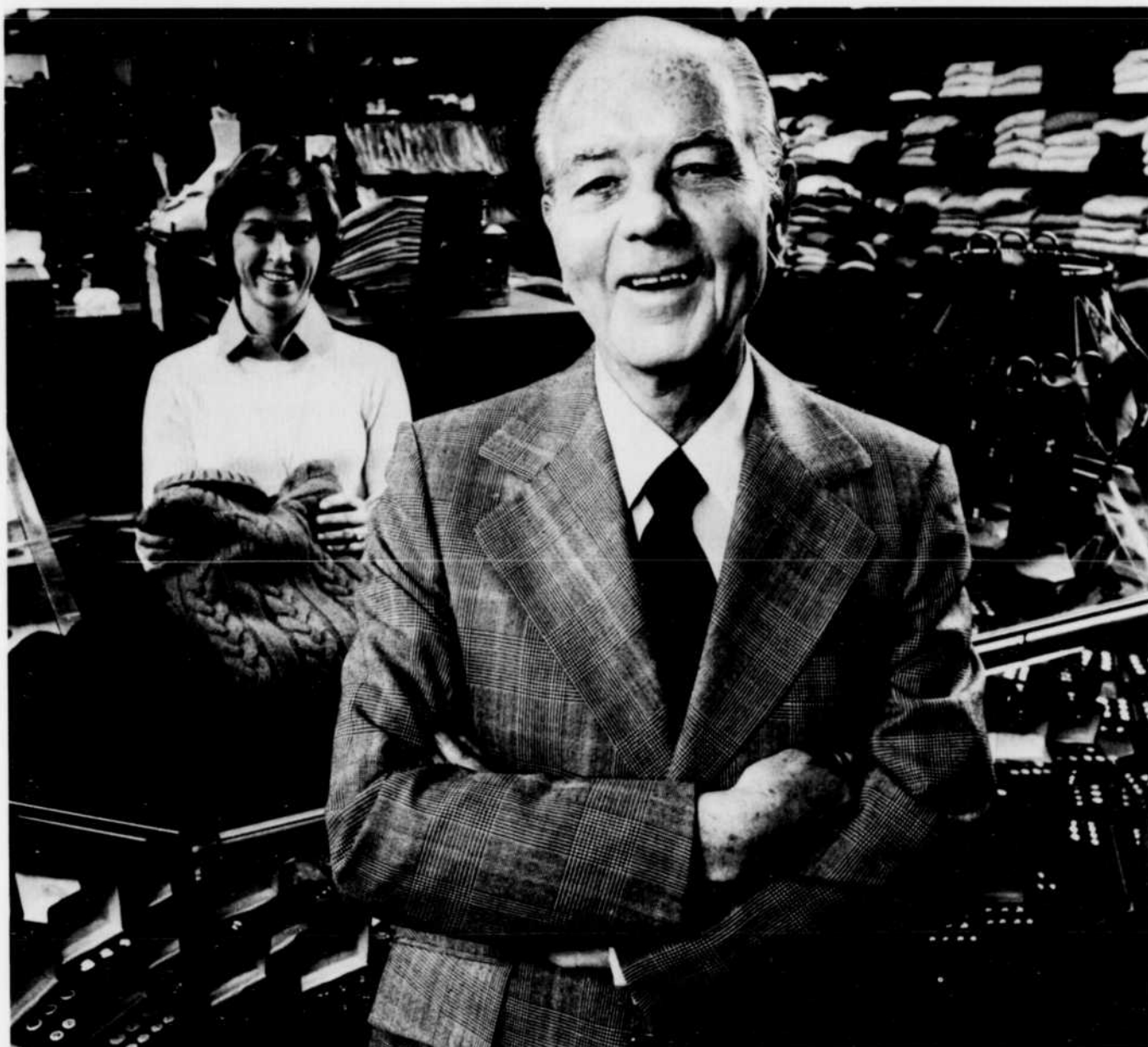
#### THÈME : « URBANISATION ET POLLUTION »

La section québécoise de l'APAA (Association pour l'Assainissement de l'Air) a mis au point pour ce symposium un programme extrêmement varié et intéressant qui comprend des conférences traitant à la fois des aspects techniques et généraux de l'urbanisation rationnelle en harmonie avec l'environnement.

Les frais d'inscription sont de \$60 et de \$15 pour les étudiants.

Pour des informations supplémentaires, veuillez vous adresser à :

*M. Michel Farvacque*  
Canada Ciment Lafarge  
606, rue Cathcart  
MONTRÉAL (Québec) H3B 1K9  
Tél.: (514) 861-1411



## DEPUIS 8 ANS NOTRE CLIMATISEUR PERMET À MONSIEUR TREMBLAY UNE MEILLEURE EXPLOITATION DE LA PARTIE DE SON MAGASIN ACCESSIBLE AU PUBLIC

La partie centrale d'un édifice est l'endroit où s'accumule le surcroît de chaleur. Ceci amène les clients à dépenser plus d'énergie pour conserver leur sang froid et leur corps chaud.

Le climatiseur récupérateur de chaleur Carrier est conçu pour tirer le maximum d'avantages de cette partie de l'édifice.

En effet, il rafraîchit le centre de l'édifice en y récupérant le surcroît de chaleur pour le rejeter vers les endroits périphériques exposés au froid, permettant ainsi aux clients d'économiser leur énergie et au propriétaire d'éviter les coûts d'opération additionnels.

Vous aussi pouvez économiser avec notre climatiseur. Étant donné qu'il est fabriqué en usine avec service d'entretien sur place, vous ne perdez pas un temps précieux à sa planification et à son installation.

Contactez votre distributeur Carrier dès aujourd'hui pour vous procurer notre brochure gratuite sur les climatiseurs récupérateurs de chaleur à coûts d'installation et de fonctionnement minimes. Ceci peut signifier plus d'énergie pour vos clients et plus de clients pour vous.

Le Numéro UN  
en  
climatisation.



**Carrier**<sup>®</sup>



**COMPAGNIE NATIONALE  
DE FORAGE ET SONDRAGE INC.**  
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE  
MONTRÉAL H3A 2R5  
TÉL. : (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



**Contrôle Technique Appliqué Ltée**

Services de consultation  
Études géotechniques  
Contrôle qualitatif des matériaux  
Evaluation • Expertises  
Essais nondestructifs par radiographies,  
ultrasons, infra-rouge

128 rue Elmslie, Montréal, P.Q. H8R 3T7  
Téléphone (514) 365-3111



**labo s.m. inc**

ÉTUDES GÉOTECHNIQUES - CONTRÔLE DES MATÉRIAUX

Sondages - Forages      Sols - Béton - Asphalte

ENVIRONNEMENT

76, 12e Avenue Sud  
SHERBROOKE J1G 2V4  
TÉL. 819-569-9051

945 Taschereau  
LONGUEUIL J4K 2X2  
TÉL. 514-527-3881

## Répertoire des Annonceurs

- CIV  
27 Canadian Bechtel Limited  
27 Carmel, Fyen, Jacques & Associés  
2-39 Carrier Air Conditioning (Canada) Ltd.  
34 Ciments St-Laurent  
40 Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.  
28 Control Data Canada, Ltée  
40 Contrôle Technique Appliqué Ltée  
•  
40 Desjardins + Sauriol & Associés  
•  
37 École Polytechnique  
•  
9 Hewitt Équipement Limitée  
•  
CII Jenkins Bros. Limited  
•  
CIII KeepRite Products Limited  
•  
40 Labo S.M. Inc.  
40 Laboratoire d'Inspection & d'Essais Inc.  
35 La Compagnie d'Assurance-Vie North American Life  
27 Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés, Inc.  
•  
38 Montel Inc.  
8 Mon-Ter-Val Inc.  
•  
34 Orandia  
•  
37 Terratech Ltée  
20-21 The Steel Company of Canada, Limited  
•  
37 Université de Moncton  
•  
8 Warnock Hersey Services Professionnels Ltée  
•  
15 York Borg-Warner



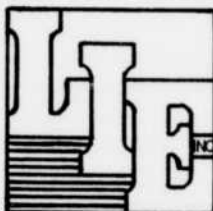
**Desjardins+Sauriol  
& Associés**

Ingénieurs-conseils

1200 OUEST, BOUL. ST-MARTIN, LAVAL H7V 2E4 (514) 384-5660

**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  
Tel. : (514) 326-0130

2660 Chemin Ste-Foy  
C.P. 9220, Ste Foy  
Québec J0 1G1V 4B1  
Tél. (418) 653-8704

# Les nouveaux condenseurs refroidis à l'air Modulaire de KeepRite ont trois avantages.

## Entraînement direct

Les condenseurs refroidis à l'air à entraînement direct KeepRite sont construits pour durer. Dans ce nouveau modèle, le ventilateur est monté sur l'arbre du moteur. Ils sont silencieux grâce aux pales à grande surface du ventilateur. Ils sont résistants et sûrs.

## Régulateur de vitesse du ventilateur à l'état solide.

En option. Modulaire veut dire : modulation de capacité. Ceci est un nouvel avantage KeepRite en option. Il fournit une performance supérieure au moyen du régulateur de vitesse du ventilateur à l'état solide qui s'ajuste selon les variations de charge et les changements de la température ambiante.



## Fabriqué au Canada en fonction des conditions canadiennes

Le Modulaire de KeepRite a été dessiné et construit ici, au Canada. Ce qui veut dire que Modulaire ne sera pas affecté par les difficiles conditions atmosphériques canadiennes comme des températures de 95° l'été et de 25° sous zéro l'hiver.

Pensez à l'entraînement direct du régulateur de vitesse du ventilateur à l'état solide, en option et fabriqué au Canada. Parlez-en à votre représentant KeepRite. Il vous montrera d'autres caractéristiques, y compris les contacteurs magnétiques en option et l'opération intermittente du

ventilateur. Il peut également vous mettre au courant des produits standards de qualité KeepRite tels que les coussinets lubrifiés définitivement, les coffres d'acier galvanisé de fort calibre et les serpentins à tubes de cuivre sans soudure. Appelez-le maintenant ou écrivez à l'un de nos bureaux de vente pour obtenir des brochures détaillées.



KeepRite Products Limited, Brantford, Canada.  
Division Unifin, London, Canada.  
Bureaux de vente: Halifax, Montréal, Ottawa, Toronto,  
Hamilton, London, Winnipeg, Calgary et Vancouver.



Andy Easton s'est orienté vers la construction à partir d'une formation de base en agronomie. Ayant grandi sur une ferme de l'Outaouais spécialisée dans l'élevage de poneys shetlandais pour les mines d'argent de Cobalt, en Ontario, il fréquenta d'abord l'École d'Agriculture de Kemptville, puis l'Université McGill. Ses préoccupations touchant les conditions de vie des poneys l'amèneront à s'intéresser à l'exploitation minière, puis à la construction. Après avoir assumé divers postes de direction au sein d'un certain nombre de sociétés minières où il acquit une vaste expérience de travail en milieu arctique, il entra au service de Bechtel Canada en 1964. Il y occupa successivement les postes de surintendant de projet pour le compte de la Great Canadian Oil Sands, où il dirigea les travaux de construction au chantier minier, puis de directeur de secteur à la centrale souterraine de Churchill Falls. Il fut affecté par la suite aux projets de Mount Newman (photo ci-contre) et de Robe River en Australie. Le projet de Robe River comportait une importante usine de bouletage, ainsi qu'un chemin de fer minier de 110 milles. M. Easton est actuellement surintendant de la construction aux installations d'extraction des sables bitumineux de Syncrude Canada.



## “Rien de tel pour voir du pays,”

nous assure Andy Easton, qui a passé plus de cinq ans au complexe d'exploitation de minerai de fer de Mount Newman, dans le nord-ouest de l'Australie, à titre de surintendant de projet pour le compte de Bechtel. “Cette entreprise gigantesque devait nous amener à exécuter des travaux de dragage sur une dizaine de milles en vue de l'aménagement d'un port maritime permettant l'entrée de navires jaugeant jusqu'à 200.000 tonnes, à construire un chemin de fer pour transport lourd d'une longueur de 265 milles, à prévoir des installations de chargement portuaire et, enfin, à aménager une véritable ville dotée d'un service de loisirs, d'un hôpital, d'écoles et de magasins.” Le cas de M. Easton est loin d'être unique chez Bechtel: plus de 200 Canadiens ont participé, comme lui, à l'exécution d'une multitude de projets axés sur la mise en valeur de ressources naturelles à travers le monde, sous tous les climats et dans les milieux les plus divers. Chacun y a acquis une expérience précieuse qui le suivra tout au long de sa carrière. De plus, cette somme d'expérience individuelle assure la création d'un réservoir de connaissances spécialisées où l'on peut puiser les ressources nécessaires à la réalisation d'importants projets canadiens, que ce soit dans l'immédiat ou dans dix ans. Il en résulte, par le fait même, un respect grandissant, à l'échelle mondiale, pour le savoir-faire canadien en matière d'ingénierie et de construction, et pour l'industrie manufacturière canadienne dont les produits et le matériel assurent à un rythme soutenu l'approvisionnement de projets aux quatre coins du globe.



## CANADIAN BECHTEL LIMITED

Les bâtisseurs de l'industrie

Montréal

Toronto

Edmonton

Vancouver