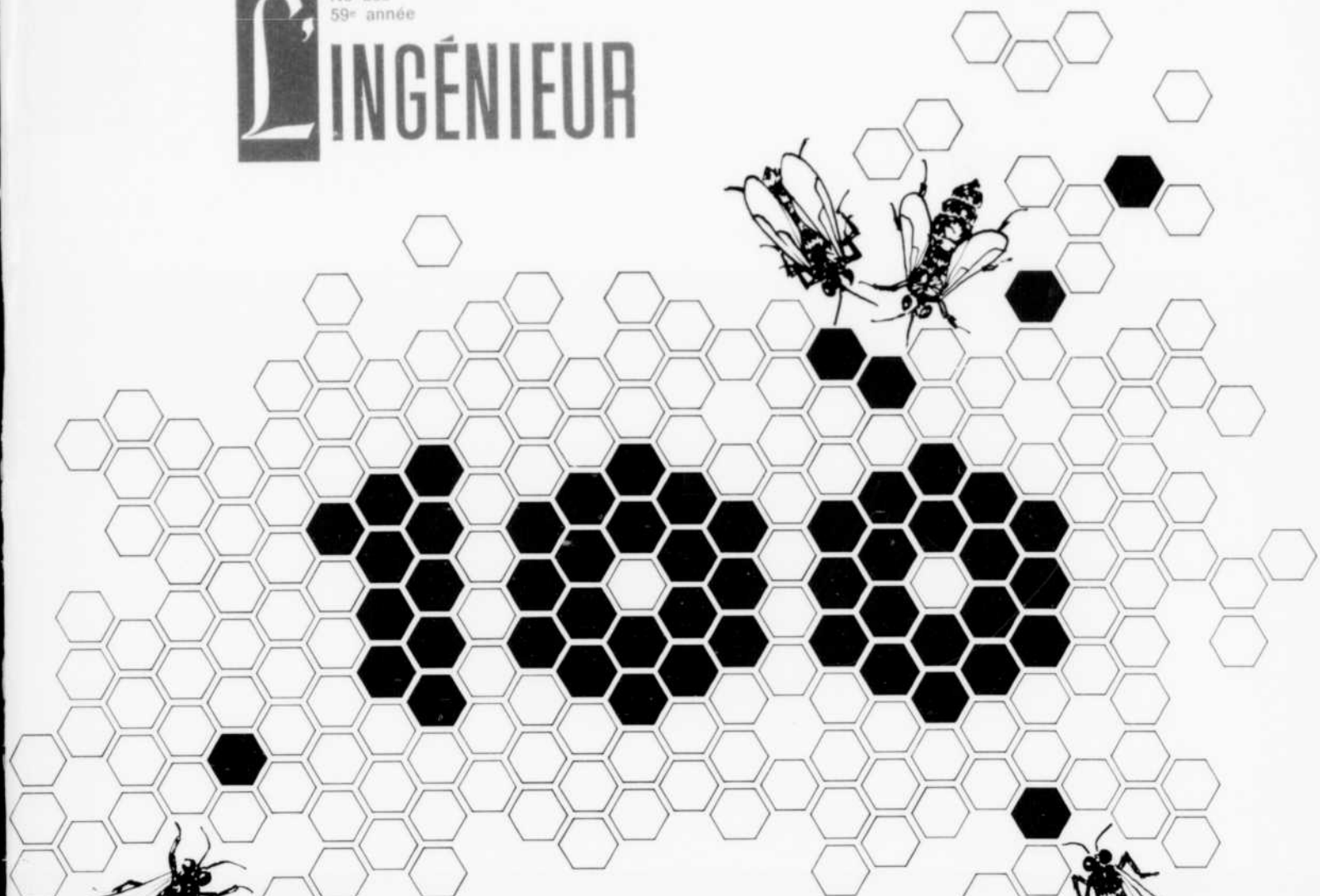




JANVIER 1973  
 No 286  
 59<sup>e</sup> année

# L'INGÉNIEUR



Une communauté  
 où l'homme  
 est à la recherche de la vérité,  
 où la science  
 est mise à la disposition de l'homme



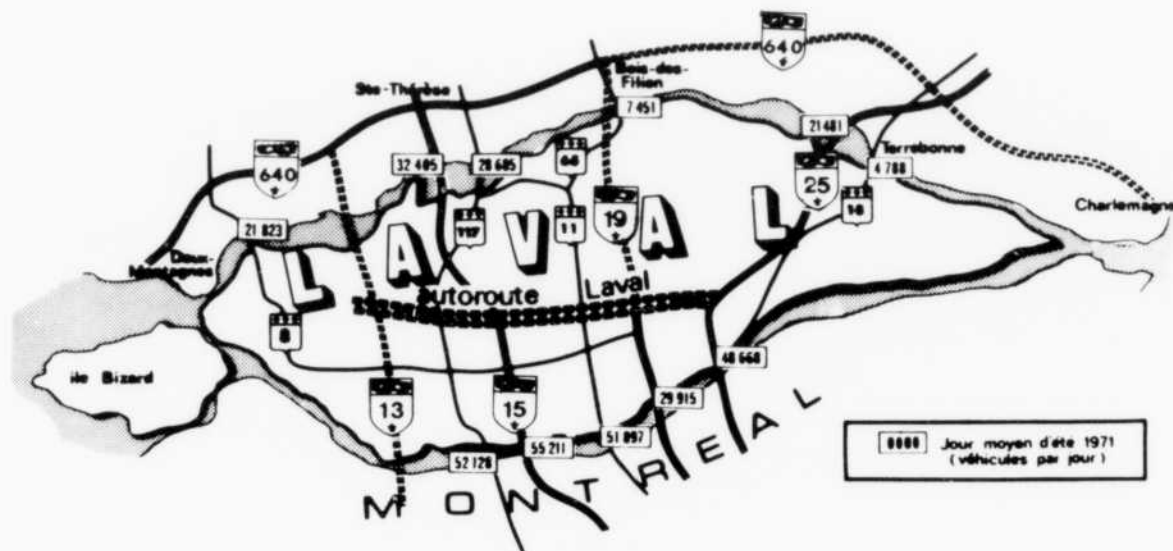
M. Clément Crépin, Ing. P.  
 27 ave des Rapides,  
 Québec 5, Qué.

Affranchissement en numéraire au tarif de la troisième classe  
 Port de retour garanti : 2500, avenue Marie-Guyard, Montréal 250

Permis no H-23

un est-ouest à Laval

# l'autoroute Laval



Section-type

Le Ministère des Transports procédera bientôt à la construction d'une voie rapide est-ouest dans Laval. Ce projet est l'objet d'une entente entre le Gouvernement provincial et la Ville, et assure la collaboration financière et technique des deux parties. L'ensemble de l'autoroute, qui comprend six (6) voies rapides avec voies de service continues à sens unique, sera construite par étapes sur un échancier de plusieurs années.

Cette autoroute inaugure une nouvelle ère dans les communications sur l'île Jésus. En plus de faciliter les déplacements nord-sud des voyageurs en transit par une meilleure distribution de la circulation sur les différents ponts, elle fournira une liaison est-ouest bien essentielle à tous les lavallois.



GOUVERNEMENT DU QUÉBEC  
MINISTÈRE DES TRANSPORTS



JANVIER 1973  
No 286  
59<sup>e</sup> année

# INGÉNIEUR

## ADMINISTRATION ET RÉDACTION

2500, avenue Marie-Guyard  
Montréal 250, Tél. 739-2451

### COMITÉ ADMINISTRATIF

Émeric-G. LÉONARD, ing.,  
président

Yvan HARDY, ing.

Claude BRULOTTE, ing.

André LOISELLE, ing.

Michel ROBERT, ing.

Michèle THIBODEAU-DEGUIRE, ing.

Roland BOUTHILLETTE, ing.

### SECRETARIE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

### RÉDACTRICE

Madeleine G. LAMBERT

### COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION

Adrien LEROUX, ing.,  
directeur

Raymond BARETTE, ing.

Pierre BELLEAU, ing.

G.-Réal BOUCHER, ing.

Donald J. BRYANT, ing.

Jean CHARTRAND, ing.

Jean L. CORNEILLE, ing.

Jacques DEBROUX, ing.

Josef HODE KEYSER, ing.

Pierre LA ROCHELLE, ing.

Michel RIGAUD, ing.

Jean-Charles TREMBLAY, biochim.

### PUBLICITÉ

JEAN SÉGUIN & ASSOCIÉS INC.  
Courtiers en publicité  
3578, rue Masson, Montréal 405, Qué.  
Téléphone : 729-4387

### EDITEURS :

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

### ABONNEMENTS :

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

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

Tirage certifié : membre de la  
Canadian Circulation Audit Bureau



## Ecole Polytechnique de Montréal

Ecole d'ingénieurs fondée en 1873

### Editorial

- 7 par Etienne J. Windisch, ing.  
Professeur agrégé de l'École Polytechnique
- 9 **Polytechnique au service de la société**  
par J. Bernard Lavigueur, ing.  
Président de la Corporation et  
principal de l'École Polytechnique
- 11 **L'École Polytechnique aujourd'hui et demain**  
par Roger P. Langlois, ing.  
Directeur de l'École Polytechnique
- 13 **Il était une fois...**  
par Léon Lortie
- 17 **Le polytechnicien de 1973**  
par l'équipe des Services de l'Enseignement
- 21 **La réorganisation de la recherche  
à l'École Polytechnique**  
par Roger A. Blais, ing., directeur

### Les départements de l'École Polytechnique

- 27 — **génie civil**  
par Etienne J. Windisch, ing. et  
Jacques E. Hurtubise, ing., directeur
- 31 — **génie mécanique**  
par Maurice Poupard, ing., directeur
- 34 — **génie électrique**  
par Marcel Giroux, ing., directeur intérimaire
- 36 — **génie chimique**  
par Jean L. Corneille, ing., directeur.  
Claude Chavarie, ing., Claude Dubeau et André Rollin, ing.
- 40 — **génie métallurgique**  
par Michel Rigaud, ing., directeur
- 43 — **génie minier**  
par Denis-E. Gill, ing., directeur
- 48 — **génie géologique**  
par C. Walter Faessler, ing., directeur
- 52 — **génie physique**  
sous forme d'interview
- 56 — **génie industriel**  
par R. Marcel Prévost, ing., directeur
- 59 — **mathématiques**  
par Edmond Haurie, ing., directeur
- 62 — **institut de génie nucléaire**  
par Laurent Amyot, ing., directeur
- 
- 67 **Le Service de l'Extension de l'Enseignement**  
par Lucien Gendron, ing., directeur
- 71 **Le Centre de calcul**  
par Bernard Lanctôt, ing., directeur
- 75 **Le point de vue de la 97<sup>e</sup> promotion**  
par Jean-Marcel Denis, président, et  
Pierre De Grand'Maison, vice-président
- 79 **Répertoire des annonceurs**

### COLLABORATION

Le présent numéro a pu être publié grâce à la participation de l'École Polytechnique et des ministères suivants de la Province de Québec : Communications, Industrie et Commerce, Terres et Forêts, Transports.

Graphiste : Claude Forget  
Photographe : Paul Gélinas

# Trane présente Torrivent<sup>\* Marque déposée</sup> à allumage direct

**Voici un nouvel appareil de chauffage auxiliaire à air chaud résistant aux intempéries, s'installant sur le bord d'un toit et comportant toutes les options populaires.**

Le nouvel appareil Torrivent à allumage direct est destiné aux applications de chauffage d'air auxiliaire type commercial et industriel.

Le nouveau Torrivent à allumage direct est un appareil qui s'installe sur le bord d'un toit, résiste aux intempéries, se pose de façon rapide et économique, dont l'entretien et le service sont faciles à faire. On peut aussi l'installer à l'intérieur.

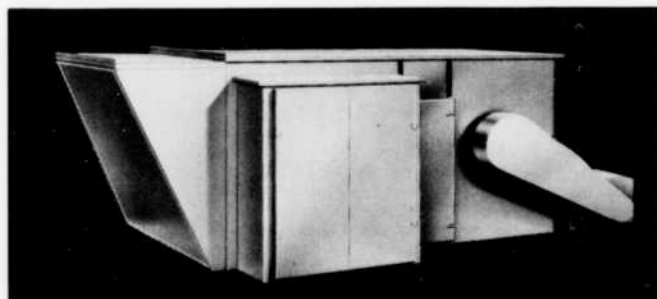
Il est offert en sept formats, de 3,500 à 80,000 pi.cu. min., de capacité de 550 à 11,500 MBH. Les modèles standard fonctionnent au gaz naturel avec option pour le gaz propane ou un dispositif de secours au propane.

**Résistant aux intempéries.** Le Torrivent TRANE se fait en cinq formats, complètement assemblé, câblé, soudé et scellé à l'usine, prêt à être installé sur le bord d'un toit. Les deux plus gros modèles sont expédiés en deux sections.

**Installation rapide et à bas prix.** L'assemblage et le pré-câblage à l'usine de tout l'équipement optionnel et des pièces standard ainsi que l'installation sur le bord d'un toit permettent d'éliminer une grande partie des frais de main-d'oeuvre.

**Fiabilité et longue durée.** Ces avantages proviennent surtout des matériaux résistant à la corrosion et des coussinets choisis pour leur durée moyenne de 200,000 heures et d'un unique système de contrôle à fermeture de sûreté, sans recyclage. Le brûleur Maxon de haute qualité fait partie de l'appareil.

**Entretien facile.** Les portes d'accès ultra-grandes à charnières avec loquets à ressort facilitent le nettoyage et le service. De plus, les contrôles de gaz et d'électricité sont facilement accessibles. Quant aux coussinets du moteur, du ventilateur et de l'entraînement, ils sont à



l'extérieur de l'appareil. Le boîtier entièrement soudé est en acier galvanisé peint de jauge 14.

**Série complète de systèmes d'air auxiliaires.** Ce nouveau produit vient compléter l'assortiment TRANE bien connu d'appareils de chauffage auxiliaires Torrivent à eau chaude et à vapeur. Vous pouvez aussi utiliser un autre nouveau produit TRANE, le climatiseur d'appartement-terrasse pour les systèmes centraux, afin de répondre aux exigences de chauffage et de climatisation d'air auxiliaires.

**Service après-vente local.** TRANE a des bureaux dans 19 grandes villes canadiennes. Chaque bureau a des techniciens compétents pouvant offrir un service personnalisé aux clients. Un technicien de service TRANE n'est pas seulement familier avec l'appareil de base, mais il connaît habituellement tout le système. Ses possibilités et son expérience personnelle sont appuyées par toute l'entreprise TRANE.

Pour de plus amples détails au sujet des nouveaux appareils de chauffage auxiliaire à air Torrivent TRANE au gaz, appelez votre bureau de ventes TRANE local ou écrivez à: TRANE Company of Canada, Limited, 401 Horner Ave., Toronto 14, Ontario.

# COMPARAISON DES AVANTAGES

AVANTAGES	TORRIVENT TRANE	APPAREILS* DE MARQUE CONCURRENTÉ
Construction entièrement soudée, toutes les soudures sont scellées de l'intérieur avec du mastic à base de caoutchouc.	Standard	Non disponible
Le système de contrôle fiable comporte tous les contrôles de sûreté en série dans le circuit de commande de sûreté primaire. Contacts de surcharge du moteur dans le circuit de commande de sûreté primaire. Fermeture sans recyclage en cas d'une irrégularité de pression du gaz ou de la température ou bien d'un manque de flamme.	Standard	Non disponible
Changement automatique de "chauffage" à "ventilation seulement".	Standard	Non disponible
Appareil complètement assemblé à l'usine et comportant les accessoires et l'équipement optionnel jusqu'à 35,000 pi.cu./min. (5 des 7 modèles).	Standard	Non disponible
Système de contrôle Maxitrol, série 12. (Combinaison de régulateur de pression de gaz (5 lb/po.ca.)/soupape de modulation avec système sensible de température de décharge (thermistance) et sélecteur de température installé dans le panneau à télécommande.)	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Démarrage à feu bas.	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Détecteur de flamme ultra violette (dans système de protection de flamme électronique).	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Cycle de purge intégrale avant l'allumage.	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Déconnexion à fusible de sécurité (câblée et installée à l'usine).	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Transformateur de contrôle (câblé et installé à l'usine).	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Commutateur de température de basse décharge avec relais à retardement pour allumages par temps froid.	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Panneau verrouillable à télécommande, avec sélecteur de température de décharge, lumières de fonctionnement et commutateur d'arrêt et de mise en marche.	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Contrôles de fonctionnement en double sur panneau de contrôles de l'appareil.	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Commutateur de débit d'air (sensible à la chute de pression).	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Réceptacle pratique de 120 volts (câblé et installé à l'usine).	Standard	Disponible comme option moyennant supplément
Démarrateur de moteur avec contacts auxiliaires.	Standard	Disponible comme option moyennant supplément

\*D'après la documentation publiée

**TRANE**<sup>®</sup>  
AIR CONDITIONING

# Longue vie à...

**P**our son centième anniversaire, nous nous devons de féliciter l'Ecole polytechnique de Montréal. Un tel événement mérite d'être souligné et nous sommes heureux de nous y associer. Depuis un siècle, l'Ecole polytechnique a su former de brillants ingénieurs et nous sommes bien placés pour le savoir, puisque plusieurs d'entre eux ont travaillé ou travaillent avec nous aujourd'hui.

**O**n n'a pas encore franchi cette étape chez Northern, car la compagnie n'existe officiellement que depuis 58 ans. Cela ne l'a pas empêchée de devenir une société qui se situe à la fine pointe de la technologie, se classe au premier rang dans son secteur au Canada et occupe une des premières places sur le plan international. L'Ecole polytechnique n'est pas étrangère à ce résultat, au contraire.

**L**a recherche et le développement occupent une place importante chez Northern, ce qui nous permet de jouir d'un des systèmes de télécommunications les plus perfectionnés au monde.

**Y**avait-il une meilleure occasion pour la Compagnie Northern Electric Limitée de formuler ses vœux les plus sincères? Longue vie à Poly et fasse que le second siècle qu'elle aborde soit aussi fructueux que le premier.



**Northern Electric**

*Une entreprise canadienne qui facilite les communications.*



**Beauchemin-Beaton-Lapointe Inc.**  
CONSULTANTS

Environnement et  
aménagement urbain  
Transports  
Bâtiments

Planification  
Etudes  
Plans de construction  
Surveillance de construction  
Gérance de projets

1134 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal 110, Canada  
871-9555 - Telex 01-26330 BBL Mtl. - Cable: BELCONS

## Lalonde, Girouard, Letendre & Associés

Ingénieurs-conseils

8790, avenue du Parc — Tél. 384-6410

MONTRÉAL 354, QUÉ.

## LES LABORATOIRES SHERMONT INC.

ESSAIS DE MATÉRIAUX  
CONTRÔLE D'ASPHALTE ET DE BÉTON  
SONDAGES ET ÉTUDES GÉOTECHNIQUES

2605 RUE BONIN  
SHERBROOKE, P.Q.  
TÉL. : 569-6362

B.P. 295  
TROIS-RIVIÈRES, P.Q.  
TÉL. : 377-3392



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

615 RUE BELMONT

MONTRÉAL 101

# Le ministère des Communications se doit d'être le fer de lance de l'essor social, culturel et industriel du Québec.



Pour réaliser cette vocation, le ministère s'appuie sur le talent et la compétence de nombreux ingénieurs qui lui permettent de s'afficher à l'avant-garde de

la technologie des Communications, en particulier dans le champ de:

- la câblodistribution
- la communication par satellites (CTS ANIK...)
- la radio mobile
- la retransmission RF dans les édifices publics
- la retranscription
- la transmission des données
- la sonorisation...

Votre institution constitue, depuis nombre d'années, une valeur sûre pour le développement du Québec.

Mes hommages à l'occasion de ce centenaire.

Jean-Paul L'Allier,  
Ministre



GOUVERNEMENT DU QUÉBEC  
MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS

# Le Québec en pleine expansion grâce au **BÉTON**

Le béton, fait avec du ciment "Canada-Lafarge", permet de réaliser, au Québec, des ensembles architecturaux et des travaux de génie qui dépassent l'imagination. Le béton est économique, durable et ses utilisations sont multiples. Il a une grande souplesse d'adaptation, ce qui donne naissance à d'authentiques chefs-d'oeuvre.

Veillez communiquer avec notre bureau régional de vente pour tous vos besoins de ciment, et pour obtenir la documentation gratuite et les renseignements techniques que nous tenons à votre disposition.



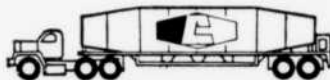
Immeuble de bureaux à Westmount (Qué.)



Autoroute Papineau-Leblanc à Duvernay (Qué.)



Complexe sportif Marcellin-Wilson à Montréal.



## Ciments Canada Lafarge Ltée

DIRECTION RÉGIONALE DU QUÉBEC:

625, av. du Président Kennedy, Montréal 111, Qué.

Tél: 514-849-5621

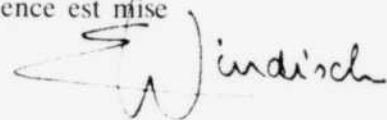
# Editorial

D'une part, certaines barrières tombent, certaines frontières s'estompent, des composantes de la société débordent des catégories logiques précises. Les professions ne sont plus des blocs étanches. Les responsabilités se décentralisent, « se démocratisent » ou s'émiettent. L'autorité traverse une crise de légitimité. L'information et les connaissances s'éparpillent aux quatre vents. L'homme de la rue est interviewé sur la science, la politique, le sport, la religion... La « masse » est moins silencieuse et moins ignorante. Une part grandissante de la formation et de l'information échappe aux écoles, aux universités, à la famille. Une technologie puissante, efficace, omniprésente affecte profondément la vie personnelle et la vie sociale en altérant la signification des dimensions quotidiennes de l'existence telles que temps, distance, climat, rythme de vie... Certaines inquiétudes se manifestent : le choc du futur, la pollution de l'environnement, les retombées sociales de l'urbanisation. La science, elle, ne cesse de sortir de son chapeau de magicien des nouveautés qui risquent de ne plus éblouir un auditoire blasé. Le vol supersonique et les ballades lunaires sont devenus en quelques années des récits d'enfants.

D'autre part, le fond de la nature humaine n'a pas changé. Devant les appareils électroniques ou les outils automatiques, devant une vie régie par des besoins souvent artificiels, on se retrouve seul avec les joies et les peines, la foi et l'incertitude, l'enthousiasme et l'inquiétude... et on se demande vers où, pourquoi, comment ?

Le défi d'une école d'ingénieurs est de se maintenir en équilibre dans ce milieu dynamique sans perdre de vue la raison d'être de la technique. Comment satisfaire aux exigences simultanées et parfois contradictoires du public, du gouvernement, des professions, des industries et des nécessités humaines ? Comment préparer l'ingénieur qui devra solutionner des problèmes à ramifications sociales, économiques et politiques, faisant appel à plusieurs spécialités ou professions ? Comment s'assurer que l'ingénieur pourra réaliser l'harmonie dont parle Lecomte du Noüy « ... l'équilibre, le progrès, le bien ne sont jamais atteints que par un enchevêtrement harmonieux de corps, de forces, de tendances et d'activités ?

C'est à de telles questions que l'École doit répondre si elle veut conserver sa légitimité et sa crédibilité. Trouver les réponses et les mettre en pratique sont des objectifs communautaires, les efforts individuels et dispersés n'étant plus de taille devant l'ampleur des problèmes et les conséquences des solutions. En somme, le défi pour Polytechnique est de demeurer « une communauté où l'homme est à la recherche de la vérité, où la science est mise à la disposition de l'homme ».



Monsieur Étienne J. Windisch, B.Sc.A. et Ing. McGill '61, M.Sc. et Ph.D. McGill, professeur agrégé de l'École Polytechnique.



Ayant récemment franchi le cap du 60e anniversaire de SNC, les nombreux diplômés de Poly au sein de notre entreprise sont heureux d'offrir leurs félicitations à l'Ecole Polytechnique à l'occasion de son 100e anniversaire.

L'apport de l'Ecole Polytechnique à la croissance industrielle du Canada est considérable. Des réalisations techniques telles que la Voie maritime du Saint-Laurent, l'Expo '67, Manic 5 et les plus grandes mines d'amiante au monde constituent, au sens réel du terme, des réalisations de l'Ecole Polytechnique. SNC est fière d'avoir participé à ces travaux et à un grand nombre de projets d'envergure par tout le pays.

Au cours du second siècle de Poly, nous espérons poursuivre notre collaboration à l'épanouissement de la technologie canadienne et à l'exportation de nos compétences dans le monde entier.

## **LE GROUPE SNC**

Bureaux au Canada: Vancouver, Toronto, Montréal, Québec, Sept-Îles, Moncton

Bureaux à l'étranger: Algérie, Angleterre, Equateur, France, Allemagne, Ghana, Grèce, Inde, Taiwan, Turquie

Représentants: Argentine, Bolivie, Chili, Colombie, Equateur, Guatemala, Inde, Jamaïque, Kenya, Liban, Mexique, Maroc, Nigeria, Paraguay, Pérou, Philippines, Venezuela, Zambie

# Polytechnique au Service de la Société

par J. Bernard Lavigueur, ing. \*

Le centenaire d'une institution d'enseignement supérieur au Québec, c'est une étape importante dans la vie de toute la communauté.

À l'occasion de son centenaire, l'École Polytechnique est l'objet de témoignages et de générosités.

Comme exemple de ces attentions, je voudrais vous rappeler les remarques de monsieur Roland Giroux, président de l'Hydro-Québec, à l'occasion de la réception offerte à Polytechnique le 18 octobre dernier :

*« L'hommage que nous rendons ce soir à votre école s'adresse non seulement à votre équipe actuelle, mais aussi à tous les disparus, à tous les dirigeants et les professeurs qui, depuis 1873, ont consacré leur vie à l'enseignement des sciences dans notre milieu et qui ont laissé de profondes empreintes dans tous les domaines de notre vie économique et culturelle. »*

*« D'autant plus que cette réception coïncide avec le lancement de la campagne de souscription de \$1 million afin de permettre à la Fondation des Diplômés de Polytechnique d'accroître son apport aux bourses post-grade et de subventionner la recherche appliquée dans divers domaines d'intérêt vital pour l'avenir socio-économique du Québec. »*

*« Parmi les réalisations que l'Hydro-Québec a pu mettre à son crédit*

*dans le passé, il n'y en a pas une à laquelle ne soient étroitement associés les noms d'un grand nombre d'anciens de Polytechnique. »*

*« Les hommes formés par votre institution sont partout à l'œuvre au Québec. Je serais incapable de dresser une liste complète des installations industrielles, minières et commerciales, et des grands ouvrages publics dont la conception et la réalisation leur sont dues. »*

*« Sur tous les plans l'École Polytechnique a sans doute réalisé de grands progrès depuis cent ans, mais ses progrès les plus remarquables se trouvent dans la qualité et dans la diversité de son enseignement. Elle répond aux besoins de la vie moderne. Aux techniques traditionnelles de l'ingénieur, elle a ajouté et continue d'ajouter les formes les plus avancées du savoir, les formes les plus raffinées du progrès. C'est pourquoi elle occupe aujourd'hui une si grande place parmi les maisons d'enseignement qui ont la responsabilité de former les artisans du Québec et du Canada de demain. »*

L'Hydro-Québec est le plus important employeur de diplômés de Polytechnique. Elle en compte 400, soit quelque 8 pour cent de tous les diplômés vivants.

L'École Polytechnique ne peut considérer ces témoignages comme de simples hommages. Elle y voit bien sûr une invitation à la fidélité au passé. Mais elle en dégage surtout le mot d'ordre de se préparer à relever les défis de l'an 2000.

Le premier siècle de l'École n'a pas été facile. Il a été marqué de témérité et de courage. Polytechnique a solidement établi sa réputation d'excellence dans la formation des ingénieurs.

Le caractère hautement pluridisciplinaire de cette formation doit être maintenu. Mais nous devons aussi nous engager à fond dans le développement des études de maîtrise et de doctorat. Cet engagement doit se faire en étroite

collaboration avec le milieu. Il doit se réaliser dans le contexte des orientations socio-économiques de l'heure et de l'avenir, entre autres la technologie de la production, le développement de la petite et de la moyenne entreprise, le génie des transports, l'aménagement des territoires, le génie de l'environnement, etc.

C'est toute la famille de Polytechnique et tout le milieu qui doivent être sensibilisés à ces objectifs. La direction, le corps professoral et les étudiants n'y arriveront pas seuls. Les plus de 5 000 diplômés actifs doivent être le ferment agissant qui assure la rencontre efficace de Polytechnique et du milieu dans le meilleur intérêt de la société.

Cette rencontre doit se traduire par une participation réciproque en particulier au niveau des petites et des moyennes industries qui constituent encore un champ d'action presque vierge pour l'ingénieur québécois.

Au récent colloque organisé au Centre communautaire de l'Université de Montréal par les finissants de la 97<sup>e</sup> promotion, sous le thème général « L'ingénieur dans le contexte québécois », on a pu entendre des remarques fort intéressantes à ce sujet.

Selon les panelistes invités :

*« ... si le Québec n'a pas encore réussi à se bâtir une industrie moyenne qui soit novatrice c'est, en partie, dû au fait qu'on n'ait pas suffisamment confiance en nos ingénieurs et qu'on ne leur fournisse pas toujours les outils nécessaires pour mener à bien leurs tâches... »*

*« ... moins de 200 industries canadiennes ont des organismes de recherche et de développement de plus de cinq scientifiques et ingénieurs. »*

Pour sa part, l'atelier étudiant au même colloque estimait qu'on devrait faire connaître à l'industrie moyenne le vrai visage de l'ingénieur et intensifier la politique des stages dans l'industrie dont la faculté de génie de Sherbrooke



Monsieur J. Bernard Lavigueur, B.Sc.A. et Ing. Poly '41, diplômé de l'école de génie aéronautique du Corps d'Aviation Royal Canadien, président de la Corporation et principal de l'École Polytechnique.

Membres du Conseil d'administration de la Corporation de l'École Polytechnique, de gauche à droite : MM. Marcel Manseau, ing., Claude Rouleau, ing., Jacques Laurence, ing., Roger P. Langlois, ing., J. Bernard Lavigueur, ing., Jacques Girard, LL.L., Jacques Gerin, ing., Roland Doré, ing., Gérald-N.

Martin, ing. N'apparaissent pas sur la photo : MM. Roger Gaudry, D.Sc.C., Claude Lanthier, ing.



a déjà entrepris l'expérience avec un certain succès selon une formule de coopération. Pour des raisons de possibilité d'absorption du marché du travail, l'École Polytechnique doit promouvoir pour ses étudiants et professeurs des stages industriels selon des méthodes différentes.

Comme on peut le constater, le climat est de plus en plus favorable à l'innovation et il faut s'y lancer résolument.

L'École Polytechnique s'est déjà engagée dans cette orientation par l'établissement de son Centre de développement technologique. Ce Centre, par sa

structure administrative, fait appel aux ressources humaines et matérielles de l'École, afin de favoriser la recherche appliquée et de contribuer au progrès technologique des petites et moyennes entreprises industrielles établies au Québec. Sa mission est donc d'aider à promouvoir l'essor économique de la province.

En associant étudiants et jeunes chercheurs aux recherches qui intéressent l'industrie, l'École veut non seulement assurer la formation de cadres industriels suffisants, mais elle espère convaincre les chefs d'entreprise des avantages de l'embauche de tels spé-

cialistes. L'École encourage particulièrement ses professeurs à faire des recherches conjointement avec l'industrie.

Dans ce contexte, l'administration de l'École interprète son mandat comme celui de fiduciaires responsables envers toute la famille de Polytechnique et toute la société québécoise.

C'est notre devoir d'écouter, de voir, de chercher pour assurer que l'École maintienne son enseignement en conformité avec une tradition d'excellence, mais aussi avec les aspirations de nos étudiants, de nos professeurs et, bien entendu, des exigences du progrès socio-économique du Québec et du Canada.

# L'École Polytechnique Aujourd'hui et Demain

par Roger P. Langlois, ing. \*

À l'aurore de son centenaire et sans compter la promotion de 1973, l'École Polytechnique aura formé quelque 5500 ingénieurs : 5000 sont encore vivants et la moitié de ceux-ci appartiennent aux dix dernières promotions, ce qui en fait le plus important établissement de formation d'ingénieurs au Québec.

Selon sa charte, l'École a pour rôle « de donner l'enseignement et de promouvoir la recherche dans tous les domaines scientifiques où s'exerce l'activité de l'ingénieur ». Si ce rôle demeure fondamentalement le même, celui de l'ingénieur évolue avec les transformations de notre société. L'École doit tenter de les prévoir et de s'y adapter. Avec le développement du secteur professionnel de l'enseignement collégial et l'accroissement du nombre des jeunes gens qui s'y dirigent, les fonctions de l'ingénieur vont à la fois s'élargir et s'approfondir. L'ingénieur de demain sera donc tantôt un spécialiste très versé dans sa discipline et tantôt un humaniste capable de comprendre les problèmes de la société et d'orienter la technologie vers leur solution.

## Les programmes d'études

On se souviendra que, jusqu'aux années 40, l'École n'offrait qu'un cours général, appelé cours de génie civil. En

1943, sortent les premiers diplômés d'un programme d'études entièrement refondu et semi-spécialisé en quatre options jumelées. Pour la plus grande partie de la période de 1943 à 1960, ces options sont travaux publics — bâtiments, mécanique — électricité, mines — géologie et génie chimique — métallurgie.

Depuis 1960, les programmes sont plus nombreux et plus spécialisés, bien qu'ils comportent toujours un tronc commun important, d'environ un tiers des cours. Actuellement, l'éventail des spécialités offertes à l'École Polytechnique est le plus large au pays, s'étalant dans tous les domaines du génie. Cette ampleur est rendue nécessaire par le fait que Polytechnique dessert la population francophone de la métropole du Canada.

À partir de 1965-66, l'École a imprimé un développement accéléré aux études supérieures et à la recherche. On compte présentement 215 étudiants à la maîtrise et au doctorat, sur une population étudiante à plein temps de 1720 et le volume de la recherche subventionnée et commanditée atteint près d'un million et demi de dollars au cours de la présente année.

Depuis l'année 1969-70, l'École a instauré le régime de promotion par matière, qui permet à l'étudiant de choisir lui-même, dans certaines limites, le rythme de sa progression dans le programme d'études. La durée des études est normalement de quatre années, dans chacune des neuf spécialités du premier cycle : génie civil, mécanique, électrique, chimique, métallurgique, minier, géologique, physique et industriel.

## Les étudiants et le placement

La croissance constante de la population des étudiants du premier cycle que l'École avait connue dans le passé ne s'est pas maintenue depuis 1968, d'une part à cause de la disparition de l'ancienne première année de génie par suite de l'implantation des CEGEP, et d'autre part à cause d'une tendance à

la stabilisation dans les inscriptions des nouveaux étudiants.

En raison du ralentissement de l'économie, le placement de nos finissants s'échelonne, encore plus que dans le passé, tout au long de l'année universitaire. Pour les promotions de 1970, 1971 et 1972, à peu près tous les diplômés se trouvaient placés à la fin de l'été suivant leur sortie de l'École, sauf pour quelques-uns qui préféraient attendre de pouvoir satisfaire certaines exigences de nature ou de lieu de travail. Il y a lieu de croire que tous les finissants de 1973 trouveront à se placer et que nous manquerons même de diplômés dans certaines spécialités, comme le génie civil.

## Le personnel de l'École

L'École compte présentement 175 professeurs à temps complet. Environ 50 à 60 chargés de cours venant des milieux de l'industrie, des services publics ou des bureaux d'études apportent à nos étudiants le témoignage de leur expérience du monde du travail et de la pratique professionnelle ; leur enseignement constitue un complément précieux et important (20% du total), de l'ensemble des cours dispensés par nos professeurs de carrière.

Bon nombre de professeurs à plein temps se perfectionnent en poursuivant ou dirigeant des travaux de recherche tout en donnant leur enseignement ; ils sont assistés dans leurs tâches par une dizaine de coopérants français et par des étudiants de grades supérieurs dont environ le tiers agissent comme auxiliaires d'enseignement. L'École engage maintenant, de plus en plus, des personnes qui sont employées exclusivement dans des tâches de recherche : attachés de recherche et boursiers postdoctoraux.

Le personnel non-enseignant comprend une centaine de techniciens, environ 75 secrétaires et 70 membres du personnel ouvrier et du personnel d'en-



Monsieur Roger P. Langlois, B.A., B.Sc.A.  
et Ing. Poly '46, S.M. 1952 M.I.T.,  
directeur de l'École Polytechnique.

tretien ; 15 personnes forment le personnel de cadre de l'administration.

### **Les budgets**

Le budget de fonctionnement de l'École est de plus de \$7 000 000 dont moins de 15% provient des frais de scolarité des étudiants, le reste étant une subvention d'équilibre du gouvernement du Québec.

Le budget d'investissement est d'environ un demi-million de dollars et sert à acquérir de l'appareillage et à effectuer des transformations à l'immeuble.

### **L'agrandissement de l'École**

Dans le but de répondre aux besoins d'espaces supplémentaires prévus d'ici 1978, le ministère de l'Éducation a autorisé une première phase de l'agrandissement de l'École, qui consistera dans la construction d'un bâtiment de six étages dans la cour intérieure de l'édifice actuel, ce qui accroîtra de près de 40% la surface actuelle de planchers ; ce bâtiment central permettra de regrouper des services communautaires (bibliothèque, centre de calcul, salles de conférences, ateliers centraux) et d'améliorer la circulation verticale et horizontale de l'immeuble, tout en libérant des espaces précieux dans la périphérie.

Une deuxième phase prévoit, plus tard, l'addition de deux étages en façade.

### **Un plan de développement**

Le Conseil des universités et le ministère de l'Éducation (par son Opération Sciences Appliquées) présenteront, au printemps de 1973, les grands plans de développement de la collectivité universitaire ; toutes les universités de la province ont collaboré à cette vaste étude et l'École Polytechnique y a contribué sans réserves. Il est sûr que le rôle futur de l'École sera étroitement relié à ces plans d'ensemble et qu'elle continuera d'y jouer un rôle important.

L'École a indiqué sa détermination de maintenir et d'améliorer son enseignement de premier cycle (baccalauréat) et d'accentuer sa présence aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles dans les domaines pluridisciplinaires où s'implantera l'action de l'ingénieur de l'avenir, tels le génie de l'environnement, des systèmes de transport, le génie industriel, le génie biomédical et l'informatique.

L'École entend jouer un rôle de premier plan dans ces domaines importants et mettre au profit des étudiants les fruits d'une étroite collaboration jugée nécessaire à cette fin avec les autres établissements universitaires de la province et en particulier avec l'Université de Montréal et l'École des Hautes Études Commerciales.

### **Les relations avec le milieu du travail**

Grâce à son nouveau Centre de développement technologique, inauguré en 1971, les relations de l'École avec le monde industriel se sont multipliées pour le plus grand bénéfice de toutes les parties impliquées. La mise en commun de l'expertise de ses professeurs et chercheurs ainsi que des ressources physiques de ses laboratoires permet au CDT d'ouvrir pour l'École une nouvelle voie qui se précise de plus en plus : une collaboration plus étroite avec la petite et moyenne industrie, clé du progrès socio-économique de la province.

### **Les unités structurées de recherche**

À cause de l'impulsion donnée depuis deux ans surtout à la recherche à l'École Polytechnique, plusieurs groupes de chercheurs se sont voués à des missions bien définies ; quelques-uns de ces groupes ont donné lieu à des unités de recherches possédant une identité propre. Ainsi, nous avons vu se former le Centre d'ingénierie nordique de l'École Polytechnique (CINEP) et l'Institut

de recherches en exploration minérale (IREM), ce dernier fondé en collaboration avec l'Université McGill.

### **Les associations professionnelles**

Comme il se doit, l'École maintient des relations étroites avec la Corporation des Ingénieurs du Québec, ainsi qu'avec un bon nombre de sociétés savantes et d'associations professionnelles auxquelles appartiennent les membres de notre corps professoral. Plusieurs de ces associations ont à l'École des sections étudiantes fort actives.

### **L'Association des Diplômés de Polytechnique**

L'Association des Diplômés de Polytechnique continue de se signaler par ses nombreuses activités et par l'esprit de cohésion qu'elle a toujours su maintenir parmi ses membres. Au nombre de ses réalisations majeures, mentionnons la Fondation des Diplômés qui se voue à des fins éducatives, son Bureau de placement des diplômés et la revue L'Ingénieur qui atteint tous les ingénieurs francophones du pays.

### **L'avenir**

C'est avec confiance que l'École s'engage dans son deuxième centenaire et se prépare à jouer un rôle d'avant-garde dans l'enseignement et la recherche, selon la perspective de l'évolution des fonctions de l'ingénieur : utilisation optimale et gestion de nos ressources de toutes natures afin de mieux servir notre société et promouvoir plus particulièrement le développement industriel du Québec.

## Il était une fois...

par Léon Lortie \*

... au printemps de 1873, un jeune Français arrivé depuis peu au Canada. Il présente au principal de l'Académie du Plateau, là où se trouve maintenant la Place des Arts, le projet d'un cours de mathématiques et de sciences appliquées que le ministre de l'Instruction publique essaie en vain d'établir à Montréal. Urgel-Eugène Archambault fait engager Charles Pfister par les Commissaires d'écoles catholiques de la ville. Gédéon Ouimet, qui est le premier ministre, signe avec eux le contrat qui crée l'École Polytechnique et leur assure une subvention annuelle de trois mille dollars pour sa subsistance. Archambault en est le principal sans cesse sur la brèche. Les cours débutent en janvier 1874 à l'Académie mais les odeurs venues du laboratoire de Pfister sont peut-être la cause du déménagement dans une maison voisine où l'école grandira sous la direction d'Émile Balète, quatrième mousquetaire du trio des fondateurs. Des dix premiers élèves inscrits, cinq, dont Stanislas Pariseau qui vivra plus que centenaire après avoir vu construire l'immeuble où l'école célébrera le sien, constitueront en 1877 la première promotion de Polytechnique.

Rien n'est plus agréable à l'Université Laval, dix ans plus tard, que de s'affilier l'école et de décerner à ses

élèves le diplôme d'ingénieur et le grade de bachelier ès sciences appliquées et même ceux de maître et de docteur. Elle continue de le faire lorsque l'école est incorporée en 1895, le gouvernement étant toujours son père nourricier. Il aide la Corporation à se donner pignon sur la rue Saint-Denis dans un immeuble qui est inauguré en grande pompe en 1905. Émile Vanier, élève de la première promotion, en a fait les plans et son camarade Ernest Marceau est principal de l'école, car, à l'instar de Moïse, Archambault, décédé en 1902, n'est pas entré dans sa terre promise. Balète prend sa retraite en 1908, année du décès de Pfister.

Sous la direction d'Alfred Fyen, qui durera quinze ans, et avec l'appui du gouvernement de Lomer Gouin, l'école fait des progrès remarquables. On inaugure une annexe pour une section d'architecture et les laboratoires d'électricité, le programme est révisé, le ministère des Mines installe un laboratoire d'analyse des minerais, un cours de chimie industrielle a tant de succès qu'il suscite un don de Vanier et l'addition d'un étage au pavillon principal. Le personnel augmente en nombre et les élèves peuvent obtenir, outre le diplôme d'ingénieur civil, ceux d'ingénieur minier, chimiste, électricien et des chemins de fer. Incorporée en 1910, l'Association des Anciens prend une part active à la fondation de la Revue Trimestrielle Canadienne et à la naissance de la Corporation des Ingénieurs professionnels du Québec en 1920. Un bataillon du Corps École d'officiers canadiens, créé à l'école en 1913, fournit à l'armée de nombreux officiers dont plusieurs tombent au champ d'honneur durant les deux guerres mondiales. Quand l'Université de Montréal se sépare de Laval en 1920, Polytechnique change d'allégeance mais conserve son affiliation.

En 1923, l'école qui a formé en un demi-siècle quatre cent soixante et onze ingénieurs et soixante architectes

marque son cinquantenaire en se donnant pour directeur un de ses anciens. Augustin Frigon, avec Aurélien Boyer qui succède à Marceau, donne à Polytechnique un élan sans précédent. La section d'architecture est transférée à l'École des Beaux-Arts. Un remaniement pédagogique porte le cours à cinq ans avec une année supplémentaire pour la spécialisation, modernise l'enseignement théorique, met l'accent sur les travaux de laboratoire et d'atelier, réorganise la bibliothèque et instaure les visites industrielles. On assure une caisse de retraite aux professeurs toujours plus nombreux, on leur attache des assistants et des élèves préparateurs. Certains, qui reçoivent des bourses du Conseil national de recherches et du gouvernement provincial, les aident dans leurs travaux ou vont se perfectionner à l'étranger. Quand les effets de la dépression économique commencent à se faire sentir, le secrétariat de la Province accorde des bourses d'études aux élèves dont le nombre ne cesse d'augmenter.

L'enseignement de la chimie industrielle dont le laboratoire, détruit par un incendie en 1928, a été aussitôt reconstruit, est intégré à celui de la chimie générale. Des cours nouveaux de construction de routes et de barrages justifient l'érection d'une aile inaugurée en 1932 pour des laboratoires de résistance des matériaux et d'hydraulique qui font aussitôt l'envie des autres écoles canadiennes de génie. Boyer rétablit l'équilibre des finances mais les constructions obligent la Corporation à faire de nouveaux emprunts dont le gouvernement garantit le paiement du capital et des intérêts.

Quand Frigon est nommé président de la Commission d'électricité du Québec en 1935, puis directeur général adjoint de la Société Radio-Canada, Adhémar Mailhot, professeur de géologie, de minéralogie, de métallurgie et des mines lui succède et Armand Circé, le grand artisan des nouveaux laboratoires,



**Monsieur Léon Lortie**

*Maintenant à sa retraite, monsieur Lortie fut attaché pendant de nombreuses années à l'Université de Montréal où il occupa successivement les fonctions de professeur de chimie, directeur du service de l'extension de l'enseignement et secrétaire général. Il siégea au conseil d'administration de la Corporation de l'École Polytechnique de 1962 à 1967.*

lui est donné comme assistant. Le décès de Boyer, l'année suivante, ramène Frigon qui devient principal. Il est alors question que le ministère des mines établisse à l'école une section de génie minier. C'est l'Université Laval qui l'aura. Surchargé d'enseignement, déjà malade et privé par surcroît des services de Circé qui a été nommé directeur de l'École technique, Mailhot décède subitement à son bureau en avril 1938.

Stimulé par la création de l'École des mines de Laval, Circé qui lui succède réorganise et amplifie l'enseignement de la géologie et des mines et fait aménager un laboratoire de traitement des minerais et de métallurgie. L'école s'affirme dans le domaine du génie minier où ses diplômés connaissent plus tard de brillants succès. Il en est de même en résistance des matériaux, grâce aux recherches de Georges Welter. Grand bâtisseur, Circé fait construire en 1941 un quatrième immeuble pour la bibliothèque et les laboratoires de chimie industrielle et, en 1945, un cinquième pour les laboratoires d'électricité, de machines thermiques et d'essais des matériaux et un atelier de machines-outils. Avec une nouvelle recrue de professeurs, dont plusieurs sont jeunes, l'électronique, la géotechnique, l'étude des métaux et alliages légers, la métallographie et l'hydrologie s'ajoutent au programme des études et la recherche pure et appliquée s'instaure définitivement à l'école. Les grades de maître et de docteur ès sciences appliquées sont réglementés et accessibles aux élèves diplômés qui s'engagent de plus en plus dans la recherche. Circé innove en instituant un régime mitigé de spécialisation qui ne rompt pas avec la tradition de formation générale qu'ont maintenue ses prédécesseurs car elle ne se fait qu'en cinquième année. Aux quatre options de Travaux publics — Bâtiments, Mécanique — Électricité, Mines — Métallurgie et Chimie industrielle s'ajoute en 1943 celle d'Aéronautique, supprimée



deux ans plus tard.

Circé démissionne en 1945 et son successeur, Ignace Brouillet, continue son œuvre en réunissant dans un Centre de recherche tous les professeurs titulaires et leurs assistants ainsi que tous les laboratoires de l'école sous la direction de Louis Bourgoin. L'objet du Centre est de promouvoir des études pouvant aider à l'avancement des sciences pures et appliquées ainsi que la mise en valeur d'idées et d'inventions nouvelles. L'école affirme ainsi son caractère d'institution supérieure d'enseignement du génie. On rappelle ses humbles débuts quand, deux ans plus tard, on célèbre brillamment le soixante-quinzième anniversaire de sa fondation. Elle est fière de ses 104 professeurs, de ses 465 élèves et d'avoir formé 1279 diplômés dont 1103 sont vivants. L'école qui, à ses débuts, calquait son enseignement sur l'École centrale des Arts et manufactures de Paris, n'est pas moins fière d'apprendre que le ministère de l'Éducation nationale de France assimile ses

diplômes d'ingénieurs à ceux des grandes écoles françaises.

Les dix premières années du dernier quart de siècle sont encore de l'histoire qui précède la période contemporaine. Au décès de Frigon, en 1952, Brouillet devient principal de l'école et président de la Corporation, Henri Gaudetroy lui succède à la direction des études. L'école occupe alors presque tout le quadrilatère compris entre les rues Saint-Denis, de Montigny, Sanguinet et l'arrière des magasins de la rue Sainte-Catherine. Elle ne peut plus s'agrandir alors que, le nombre de ses étudiants augmentant sans cesse, les statisticiens prévoient l'afflux prochain de l'explosion démographique. Or, en 1948, Huet Massue fait voir, dans sa « Contribution de Polytechnique au génie canadien », l'insuffisance numérique des ingénieurs canadiens-français dans la province. Brouillet dit alors que l'école a toutes les raisons de regarder l'avenir en face. Frigon déclare que dans dix ou quinze ans, l'ingénieur canadien-

français aura obtenu sa place dans le domaine industriel et que l'école est un rouage essentiel à la vie économique du Québec.

C'est pour réaliser cet idéal dans les meilleures conditions possibles que la Corporation décide de faire construire, sur un terrain que lui cède l'Université de Montréal sur son campus, un bâtiment qui pourra recevoir jusqu'à deux mille élèves. Le gouvernement de Maurice Duplessis lui accorde pour cela une subvention de six millions de dollars. Le premier ministre pose la pierre angulaire, le 16 mai 1956, de l'édifice qui, dominant la colline universitaire, est inauguré deux ans plus tard. On y met en œuvre un nouveau programme qui assure, comme toujours, une formation générale dans toutes les branches du génie, préparant à une spécialisation en génie civil, mécanique, électrique, chimique, métallurgique, minier, géologique, physique et industriel. Le service



d'extension y offre des cours du soir, l'école y fonde un Institut de génie nu-

cléaire, un Centre d'ingénierie nordique, un Centre de développement technologique, et un Institut de recherche en exploration minérale qui est aussi parvenu par l'Université McGill.

Telle est l'œuvre accomplie par Brouillet et Gaudet, continuée par Paul Riverin et Julien Dubuc et que poursuivent actuellement Bernard Lavigne et Roger Langlois. Voilà pour le passé récent qui a déjà mis l'école à l'étroit dans son immeuble actuel. L'avenir, c'est l'annexe dont la construction a commencé au mois d'août de cette année. Polytechnique est vraiment « un rouage essentiel à la vie économique de la province ». Ses débuts furent modestes et ses premiers diplômés furent, dans toute la force du mot, des pionniers. Ceux qui les suivirent dans la carrière ont fait largement leur part dans l'aménagement du territoire et des richesses naturelles du Québec, dans la croissance industrielle de Montréal et de sa région économique, dans la concep-

tion, l'exécution et l'administration de grands complexes urbains. Citons, de plus, la contribution de ses jeunes anciens à la réalisation, entre autres exploits récents, des centrales hydro-électriques de Manicouagan et de Bersimis, de la ligne de transport de 735 000 volts, du Métro de Montréal, d'Expo 67, de Sidbec, de la Centrale nucléaire de Gentilly, du Centre de recherche industrielle du Québec, de l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec, des grandes autoroutes dont Montréal est la plaque tournante, d'exploitations minières, de travaux accomplis dans plusieurs pays du monde, lesquels s'ajoutent aux innombrables initiatives menées à bonne fin par leurs prédécesseurs. Unis en une solidarité peu commune dans l'Association des Diplômés de Polytechnique, qui en est le plus ferme appui, les aînés et leurs cadets partagent la fierté d'avoir fait honneur à l'institution qui les a si bien formés.

# Félicitations

à

**pöly**  
1873 1973

"Comblent le fossé entre  
l'éducation et l'industrie"

J. Bernard Lavigueur, ing.

 **CATERPILLAR**

*Hewitt*

Equipment 1971 Limited ||| Equipment 1971 Limited

TOTAL  
**SERVICE**   
COMPLET

QUEBEC

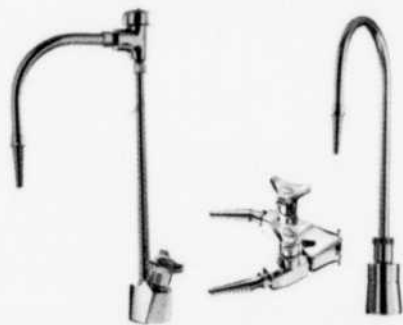
• SEPT-ILES

• MONTREAL

• VAL-D'OR

• MATAGAMI

## Voici la robinetterie de laboratoire la plus nouvelle depuis des années; elle est signée Emco.



Imaginez notre nouvelle ligne de produits dans votre laboratoire! Chaque unité est conçue en vue d'un fonctionnement plus facile et plus efficace.

Notre robinet à boisseau de type "à bille", par exemple, n'est jamais engorgé comme le robinet à boisseau rodé, modèle classique.

Pourquoi installer une robinetterie "vieux" style dans votre laboratoire moderne?

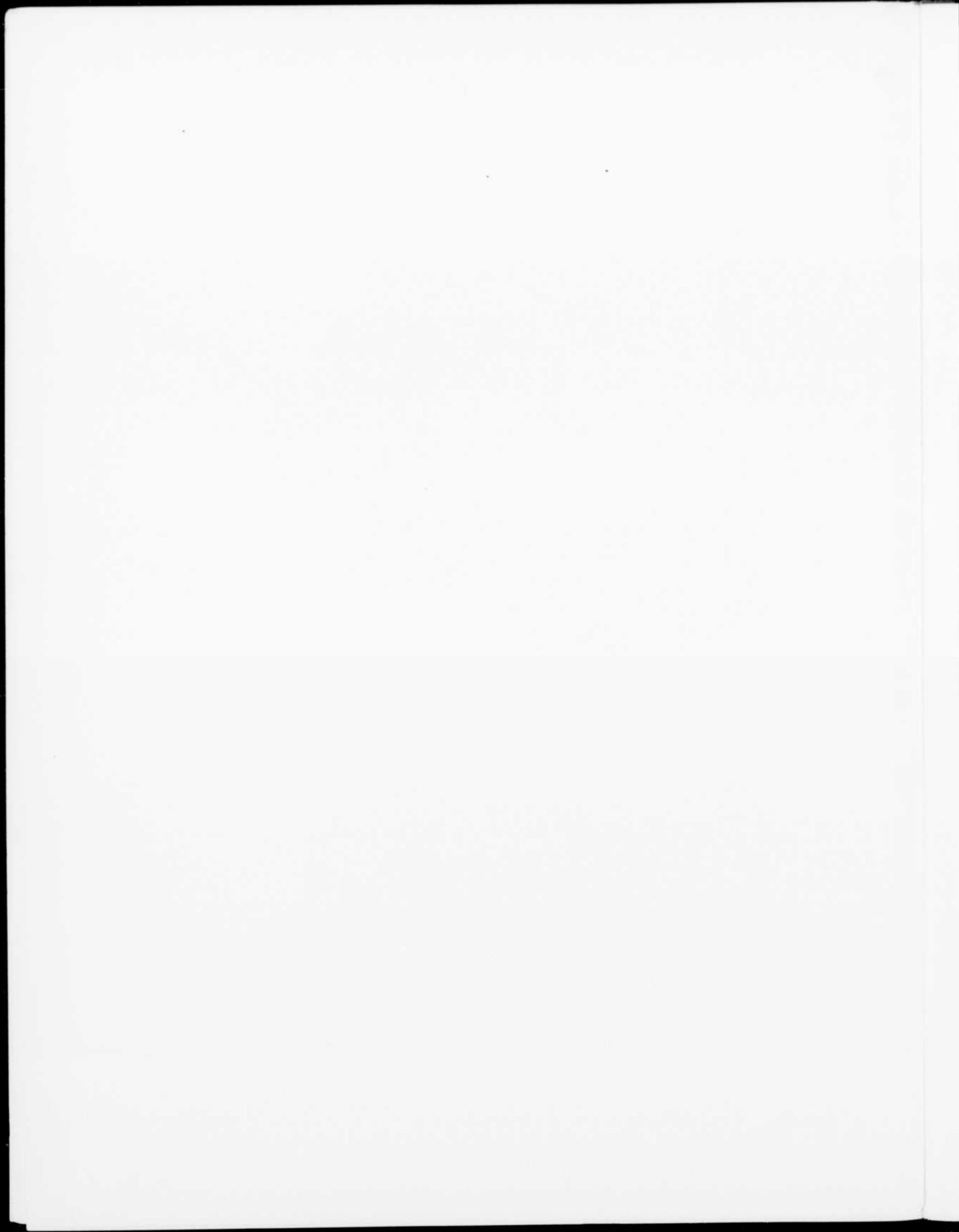
Que vous ayez recours à la vapeur, à l'eau, au gaz, à l'oxygène ou à l'air, nous pouvons vous fournir l'appareillage le plus récent.

Trois manettes de conception pratique vous sont offertes, y compris une qui ne conduit pas la chaleur. Vous pouvez les obtenir avec des boutons d'identification en couleur marqués en français ou en anglais.



Emco Limited, où les idées jaillissent

Nous comptons 70 ans d'expérience. Aussi, la perfection est-elle le fruit de la pratique. Pour plus de renseignements, écrivez-nous à: Box 5300, London, Canada.



# Le polytechnicien de 1973

par l'équipe des Services  
de l'Enseignement

*C'est le Po, Po, Po,  
C'est le ly, ly, ly,  
C'est le Po,  
C'est le ly,  
C'est le Polytechnique.*

*C'est les z'In, z'In, z'In,  
C'est les gé, gé, gé,  
C'est les z'In-  
C'est les gé,  
C'est les z'Ingénieurs.*

*C'est les cal, cal, cal,  
C'est les cu, cu, cu,  
C'est les cal,  
C'est les cu,  
C'est les calculateurs.*

« Cri utilisé à Polytechnique pendant les ralliements d'étudiants »

L'étudiant de Polytechnique des années 1960 connaissait ce cri ; celui des années 1970 le connaît aussi. Les deux se souviennent des journées d'initiation qui ont marqué leur entrée à Polytechnique. Les deux ont choisi d'être ingénieurs à cause d'un goût pour les sciences et les mathématiques et d'un désir de les appliquer à des réalisations matérielles. Les deux se sont fixé essentiellement les mêmes objectifs. Combien différent toutefois est le chemin suivi pour les atteindre !

L'équipe des services de l'enseignement, de gauche à droite : MM. Jean R. Vanasse, ing., Marcel E. Hébert, ing., Lucien Gendron, ing., Roger Bonin, bibl., Claude Brissette, ing., Gilles-M. Girard, ing., Raymond Desroches, ing. et Rémi Tougas, ing.

Identifions notre étudiant des années 1970 et pour le besoin de la cause, appelons-le Pascal.

Pascal a terminé deux ans d'études dans le secteur général d'un collège d'enseignement général et professionnel (CEGEP). Il avait alors eu l'occasion, dans le cadre de journées d'information organisées par les services aux étudiants, d'entendre des conférenciers lui expliquer leur profession, ce qui lui avait permis de faire le point sur son orientation.

Il a obtenu son diplôme d'études collégiales et son bulletin cumulatif indique qu'il a complété avec succès les matières du champ de concentration sciences pures et appliquées. Sa demande d'admission a donc été acceptée par le registraire (note 2). Pascal a fait son inscription par correspondance en complétant la fiche qu'il a reçue du bureau du registraire et, en retour, il a reçu sa carte d'étudiant qui lui permet de transiger au magasin scolaire et d'emprunter des livres de la bibliothèque.

À son entrée à Polytechnique, Pascal est convoqué en même temps que les autres nouveaux à une réunion d'information. Il sait déjà que le cours d'ingénieur à Polytechnique comporte 180 crédits (note 3) ; que le régime d'études est un régime de promotion par matière ; qu'il a la liberté de choisir une culture adaptée à son rythme d'apprentissage, cette charge pouvant varier de 15 à 30 crédits. Ce choix, toutefois, doit se faire en tenant compte de contraintes multiples : matières obligatoires ou à option, matières du tronc commun ou de spécialité, matières offertes à chaque trimestre, matières prérequis ou co-requis à une autre.

C'est à cette réunion d'information que Pascal reçoit une réponse à ces questions. Grâce à l'information transmise par le coordonnateur des programmes et à l'aide reçue de professeurs désignés, Pascal se fabrique un horaire qui correspond à son programme. Au

moment de son admission, on lui avait demandé quelle spécialité il désirait choisir. Ceci l'avait surpris, car même s'il avait décidé de devenir ingénieur, il voulait s'informer davantage avant de s'engager définitivement dans une voie de spécialisation. Il s'aperçoit toutefois qu'il lui est possible de ne pas s'engager dès ce moment puisque les matières qu'il choisit font partie d'un tronc commun de matières obligatoires communes à toutes les spécialités.

Son choix de matières et son horaire, il les présente au coordonnateur des programmes pour une vérification qui est faite à l'ordinateur. Pascal sait que son choix ne sera acceptable que s'il a été fait parmi les matières offertes durant le trimestre en cours, que si les prérequis ont déjà été complétés avec succès, que si les corequis sont satisfaits et que s'il n'existe aucun conflit d'horaire parmi les matières choisies. Ce choix, imprimé quelques jours après sur un formulaire que Pascal vient signer, sert à la fabrication des listes officielles des étudiants inscrits à chaque matière.

Comme beaucoup de ses amis (en fait, au-delà de un étudiant sur deux), Pascal n'est pas en mesure de défrayer la totalité des dépenses nécessaires à la poursuite de ses études. Il a rempli un formulaire de demande de prêt et bourse du ministère de l'Éducation qu'il fait authentifier par les services aux étudiants de l'École. Il constate qu'on a déjà défini tous ses besoins et qu'on s'est préparé en conséquence pour l'aider, le cas échéant : service de logement, de santé, d'aide financière, d'information, d'orientation, etc... Il se sent donc appuyé matériellement pour entreprendre sa formation.

Et c'est ainsi que Pascal débute officiellement son cours d'ingénieur.

Il se retrouve dans une salle de cours avec d'autres étudiants. D'un cours à l'autre, Pascal change de salle. Il y retrouve des étudiants qu'il a déjà cô-



toyés et qu'il reverra fréquemment, d'autres qu'il ne reverra qu'à l'occasion. Il constate que la grande majorité des étudiants, comme lui, viennent du Québec (79%), des milieux ouvriers (plus de 60%).

Dès les premiers cours, Pascal est informé par ses professeurs non seulement des objectifs qu'il doit chercher à atteindre dans chacune des matières qu'il a choisies, mais aussi des moyens de contrôle que les professeurs comptent utiliser. Il réalise qu'il lui faudra fournir un effort soutenu car ces contrôles seront multiples et prendront des formes diverses telles que quiz, devoirs, séminaires, problèmes, examens oraux, travail de groupe, etc... On le lui avait d'ailleurs déjà dit à la réunion d'information au début du trimestre. On lui avait souligné qu'il recevrait dans chaque matière, en fin de trimestre, une évaluation globale indiquée par une note qualitative signifiant excellent (A) ou bon (B) ou acceptable (C) ou faible (D) ou échec (F), et que cette note serait attribuée par le professeur à partir de cotes numériques obtenues dans les contrôles multiples effectués pendant le trimestre.

Pascal est donc justifié de se demander si son premier choix de programme ne le surchargera pas trop. Tout en poursuivant son premier choix, il étudie d'autres possibilités car il sait qu'il peut modifier son programme pendant les deux premières semaines de cours et même, par après, abandonner des matières à certaines conditions facilement réalisables.

De toute façon, Pascal sait qu'il devra y mettre l'effort nécessaire tout au long du trimestre, car l'examen final a généralement une importance inférieure à 50% et l'examen de reprise n'existant pas, c'est la matière qu'il faudrait reprendre en cas d'échec.

Dans quelques cours, l'examen final n'existe même pas et le contrôle de l'apprentissage se fait d'une façon continue : le contenu de la matière est di-

visé en blocs, chacun de ces blocs comportant un contrôle qui doit être réussi avant que l'étudiant ne puisse poursuivre l'étude des autres blocs. Dans un cours particulier, cette méthode a même été adaptée par un groupe de professeurs à un enseignement par cassettes qui permet à chaque étudiant de progresser à son propre rythme ; à la fin du trimestre, Pascal pourra demander une note finale qui sera fonction de la quantité de matière complétée à cette date ou demander la note I (incomplet) et continuer cette matière au trimestre suivant. C'est un système que Pascal trouve exigeant mais qu'il accepte, d'autant plus que ces méthodes particulières de contrôle ne sont évidemment pas utilisées dans toutes les matières qu'il a choisies. D'ailleurs, Pascal est appelé à évaluer ces méthodes nouvelles d'enseignement en répondant à des questionnaires qui sont préparés par les services pédagogiques de l'École. Pascal collabore volontiers à ces enquêtes car elles témoignent d'un souci de connaître l'opinion des étudiants. Même des professeurs consentent à faire évaluer leur enseignement par leurs étudiants : le questionnaire PERPE (Perceptions Étudiantes de la Relation Professeur - Étudiants), il le connaît, car à quelques reprises il y a répondu.

Pascal est sollicité pour participer à des activités étudiantes. Il est membre de l'Association des Étudiants de Polytechnique ; les sections étudiantes des sociétés savantes (IEEE, SAE, ICI, ICMM, ...) sont très actives et c'est là qu'il pourrait plus facilement que dans les classes retrouver fréquemment ses amis et échanger des idées ; il y a les conférences midi où des hommes politiques, des dirigeants syndicaux, à l'occasion des hommes de science sont invités à adresser la parole aux étudiants et à répondre à leurs questions ; il y a le journal des étudiants, le Polyscope, où il lui sera toujours possible, en tout temps, de faire connaître son point de

vue sur un sujet de son choix ; il y a Polyrad avec ses émissions de radio ou de télévision ; il y a les expositions sur l'automobile, la photographie, la stéréophonie ; il y a les rallye-automobiles, les rencontres sportives, les danses, etc.

Il y a aussi la possibilité de devenir représentant des étudiants dans un des organismes officiels de l'École pour faire connaître le point de vue des autres étudiants : le Conseil des Études où on retrouve cinq membres étudiants sur un total de dix-sept, les conseils des départements où les structures varient d'un département à l'autre.

Pascal fait face à un dilemme. Il doit résoudre le conflit qui se présente à lui : doit-il garder dans son programme d'études toutes les matières qu'il a initialement choisies, au risque de ne pouvoir s'impliquer dans les activités étudiantes ou doit-il abandonner une ou deux matières au risque de prolonger éventuellement la durée de ses études ? C'est à lui de décider !

À la fin du trimestre, Pascal recevra son premier bulletin ou en plus des notes qualitatives qu'il aura reçues dans chacune des matières, on aura calculé une moyenne cumulative. Il sera alors promu quelle que soit cette moyenne. Il sait toutefois que ceci n'est que temporaire et qu'on s'attend que non seulement il ait une note de passage supérieure à D dans chacune des matières, mais qu'en fait, en moyenne, sa note se situe au minimum légèrement en-dessous du C, c'est-à-dire qu'il fasse la preuve qu'une faiblesse dans une matière (D), même si elle n'entraîne pas la reprise de la matière, soit toutefois compensée par une meilleure note (B, dont la signification est bon) dans une autre matière (note 4).

Et, au trimestre suivant, le cycle recommencera. Il en sera ainsi pour au moins cinq autres trimestres si Pascal s'inscrit à chaque trimestre à un nombre de crédits égal au maximum autorisé. Selon toute probabilité, Pascal terminera

son cours dans huit trimestres et recevra le diplôme d'ingénieur et de bachelier ès sciences appliquées. Il sera ainsi l'un des trois étudiants sur quatre qui réussira à mener à terme les études entreprises il y a plusieurs années.

Si Pascal décide plus tard de poursuivre ses études, il pourra le faire soit à temps partiel, soit à plein temps. Dans le premier cas, il pourra suivre des cours isolés ou un ensemble de cours offerts par le service de l'extension de l'enseignement, cet ensemble de cours conduisant au diplôme d'études complémentaires et par la suite à la maîtrise. Dans le deuxième cas, s'il veut améliorer la composante scientifique de sa formation, il choisira un programme d'études et de recherches conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées et au doctorat ès sciences appliquées. Par contre, s'il veut améliorer la composante professionnelle de sa formation, il choisira un programme d'études conduisant à une maîtrise en ingénierie dans l'une des spécialités de génie civil, génie mécanique, génie électrique, génie chimique, génie métallurgique, génie minier, génie géologique, génie physique, génie industriel et génie nucléaire.

Quand Pascal sera diplômé, s'il compare le chemin qu'il a suivi pour devenir ingénieur avec celui que devra suivre l'étudiant d'alors, il constatera des changements multiples qu'il avait en quelque sorte prévus mais qui sont survenus trop tard pour qu'il puisse en profiter. Les nouvelles méthodes d'enseignement et l'audio-visuel qui s'y rattache auront permis de réduire le nombre d'heures d'enseignement professé, en faveur d'une participation plus active et plus personnelle de l'étudiant à son programme de formation. Les institutions universitaires évoluent peut-être trop lentement au gré de quelques étudiants, mais cette évolution se fait continuellement et progressivement. Pour le constater, il faudra que Pascal revienne à Polytechnique dans quelques années.

#### Note 1

##### L'équipe des services de l'enseignement de l'École Polytechnique comprend :

L'adjoint administratif au directeur des services de l'enseignement : M. Claude Brissette, M.Sc.Ed., M.Sc. chim.  
Le bibliothécaire : M. Roger Bonin, Bibl. d.  
Le chef des services aux étudiants : M. Jean R. Vanasse, M.Sc.A., B.Sc.A., Ing.  
Le chef des services pédagogiques : M. Marcel E. Hébert, S.M., B.Sc.A., Ing.  
Le coordonnateur des programmes : M. Raymond Desroches, B.Sc.A., Ing.  
Le directeur des services de l'enseignement : M. Rémi Tougas, D.Sc.A., M.Sc.A., B.Sc.A., Ing.  
Le directeur du service de l'extension de l'enseignement : M. Lucien Gendron, Ph.D., M.Sc.A., B.Sc.A., Ing.  
Le registraire : M. Gilles-M. Girard, B.Sc.A., Ing.

#### Note 2

##### Conditions d'admission à l'École Polytechnique :

Pour être admis, il faut avoir terminé avec succès des études collégiales dans un CEGEP de la province et avoir en particulier complété avec succès les matières suivantes :

Mathématiques 101, 103, 105 et 203  
Physique 101, 201 et 301  
Chimie 101 et 201 et Biologie 101

Les candidats qui, de l'avis de la direction de l'École Polytechnique, possèdent une préparation équivalente à celle décrite

#### Note 4

##### Les notes de chaque matière sont indiquées comme suit sur le bulletin :

A signifie	excellent	et vaut 4 points par crédit
B signifie	bon	et vaut 3 points par crédit
C signifie	acceptable	et vaut 2 points par crédit
D signifie	faible	et vaut 1 point par crédit
F signifie	échec	et ne vaut aucun point
I signifie	incomplet	et ne compte pas dans la moyenne
R signifie	abandon	et ne compte pas dans la moyenne

D'autre part, le bulletin indique une moyenne de trimestre, calculée en divisant la somme des points obtenus dans les diverses matières par la somme des crédits affectés à ces matières.

Le bulletin indique aussi la moyenne cumulative de l'étudiant pour toutes les matières suivies depuis le début du cours. Cette moyenne est calculée en divisant la somme des points obtenus la dernière fois seulement à chaque matière par la somme des crédits affectés à ces matières.

L'étudiant a réussi dans une matière et reçoit

ci-dessus peuvent aussi être admis au début du cours.

Les détenteurs d'un diplôme d'études collégiales obtenu dans tout autre champ de concentration que « sciences pures et appliquées » doivent se recycler dans un CEGEP avant de devenir admissibles au début du cours.

#### Note 3

La définition du crédit est actuellement fonction uniquement du nombre d'heures occupées à l'horaire par une matière, un crédit correspondant à une heure de cours ou à deux heures de travaux pratiques par semaine durant un trimestre. Selon cette définition, le cours d'ingénieur à l'École Polytechnique comprend actuellement 180 crédits.

Une nouvelle définition du crédit a été adoptée par la direction de l'École et les divers programmes seront convertis à ce nouveau crédit à compter du mois de septembre 1973. Selon cette définition, le crédit représente 45 heures consacrées par l'étudiant à une activité d'enseignement ou de recherche et au travail personnel que cette activité exige de lui, suivant l'estimation de l'Université. Cette nouvelle définition permettra plus facilement que la précédente de tenir compte des différentes méthodes d'enseignement utilisées aujourd'hui. Cette nouvelle définition ne vise en aucune façon une réduction ou une augmentation de la durée du cours d'ingénieur.

Les programmes de premier cycle de l'École Polytechnique totaliseront 120 de ces nouveaux crédits.

les crédits attribués à cette matière s'il obtient une note au moins égale à « D » dans l'ensemble des résultats dans cette matière.

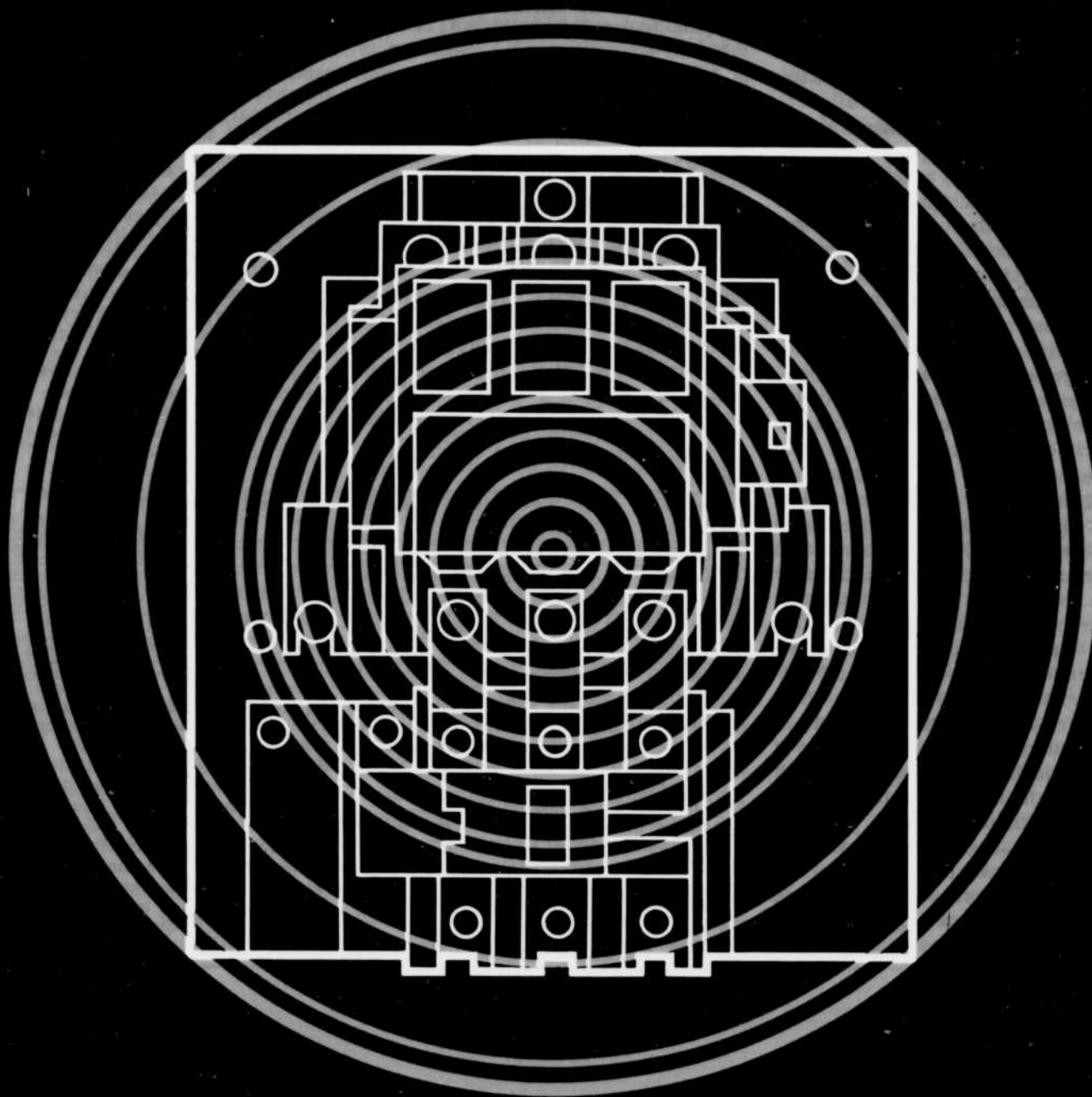
Pour être promu, l'étudiant doit conserver une moyenne cumulative d'au moins 1.75 et obtenir une moyenne d'au moins 1.20 à chaque trimestre. À défaut, il doit quitter l'École Polytechnique, mais il peut présenter une demande de réadmission. Par exception, à la fin du premier trimestre, l'étudiant est promu quelle que soit sa moyenne.

# messieurs

**du monde de l'électricité... passez donc au salon 73**

Le SALON 73 de l'industrie électrique du Québec est unique au monde. La grande première québécoise se tiendra Place Bonaventure, à Montréal, les 4, 5 et 6 février. Cette super-exposition s'intègre dans le cadre d'une série de cinq salons du même genre à travers tout le Canada.

Voilà une occasion de vous familiariser davantage avec les plus récentes techniques employées dans la fabrication du matériel électrique. Au SALON 73, tout démontre un souci de recherche permanent. Les exposants ont fait preuve d'une imagination créatrice dans le choix de leurs produits, ce qui devrait vous intéresser au plus haut point.



**La Ligue électrique du Québec**

# La réorganisation de la recherche à l'École Polytechnique

par Roger A. Blais, ing. \*

## Avant-propos

La recherche scientifique, avec toutes ses composantes <sup>1</sup>, est devenue une activité importante à l'École Polytechnique, telle qu'en témoignent éloquemment les tableaux et les figures ci-après. Aussi est-il opportun en cette année du Centenaire de décrire brièvement le phénomène de la réorganisation de la recherche dans cet établissement et de suggérer certains mécanismes et grandes orientations de recherche pour le mieux-être de la société québécoise.

En effet, un changement fort important s'est produit au cours des sept dernières années (voir Figure 1). D'institution essentiellement de 1<sup>er</sup> cycle, l'École s'est hissée rapidement au niveau des autres établissements universitaires québécois, tant par l'importance de ses travaux de recherche que par la croissance des inscriptions aux études de maîtrise et de doctorat.

## Caractérisation du phénomène

Compte tenu de l'émergence récente de la recherche à l'École Polytechnique, il est permis de penser que plus de 80 pour cent des quelque 5,000 diplômés de l'École sont fort peu au courant de ce trait majeur de notre insti-

tution devenue centenaire. C'est pourquoi il importe de caractériser ce phénomène et de décrire les initiatives récentes qui s'y rattachent. Pour ce faire, on comparera les données de la présente année académique avec celles de 1965-1966 (voir Tableau 1).

### 1 Normalisation

Alors qu'il y a quelques années, la recherche était une activité marginale et le fait de quelques professeurs isolés, elle est maintenant considérée comme une activité essentielle de l'École. Ordonnée à l'amélioration de l'enseignement et conçue en fonction du perfectionnement des professeurs, la recherche sert avant tout à développer le sens de l'innovation et à former de meilleurs ingénieurs. C'est pourquoi elle constitue maintenant un critère important dans l'engagement des nouveaux professeurs, tout autant qu'un barème essentiel de répartition des tâches académiques et

un facteur important de promotion. Le professeur moderne ne doit plus se contenter d'enseigner ce qu'ont dit les autres, il doit lui-même participer activement à la conquête des nouvelles connaissances et contribuer efficacement à la découverte des applications pratiques de ces connaissances. Ce faisant, il en dérive une *expérience personnelle* susceptible d'améliorer son enseignement.

### 2 Généralisation

De phénomène isolé, la recherche est maintenant devenue un fait généralisé. Grâce aux politiques mises de l'avant par le Conseil Académique et entérinées par la Direction de l'École, notre établissement compte maintenant 110 chercheurs parmi ses effectifs de 175 professeurs. La proportion de chercheurs subventionnés croît rapidement de sorte qu'à l'encontre de la majorité des universités canadiennes l'École peut encore s'attirer des subventions accrues.

Tableau 1

### Statistiques illustrant la croissance de l'activité de recherche à l'École Polytechnique de 1965 à 1973

	1965-1966	1972-1973
Inscriptions au 1 <sup>er</sup> cycle	1,069	1,473
Étudiants plein-temps aux grades supérieurs	.67	248
Pourcentage d'étudiants aux grades supérieurs	5.9%	14.4%
Nombre de professeurs	132	175
Nombre de chercheurs subventionnés	14	110
Nombre d'assistants professionnels	4 <sup>1</sup>	32
Nombre de boursiers post-doctoraux	1	12
Nombre de projets de recherche	~ 19	215
Nombre de publications scientifiques	~ 35	255 <sup>2</sup>
Subventions et commandites de recherche	\$246,300	\$1,600,000

<sup>1</sup> Estimé.

<sup>2</sup> Nombre de publications en 1971-1972.



Monsieur Roger A. Blais, Ingénieur, B.Sc.A. et M.Sc. de l'Université Laval (1949-1950), Ph.D. de l'Université de Toronto (1954), directeur des Services de la Recherche de l'École Polytechnique depuis 1970.

1. On entend par recherche scientifique toutes les activités associées à l'ensemble recherche-développement.

Analyse à la microsonde électronique. Cet appareillage ultramoderne fournit une analyse chimique quantitative des éléments majeurs dans les espèces minérales.

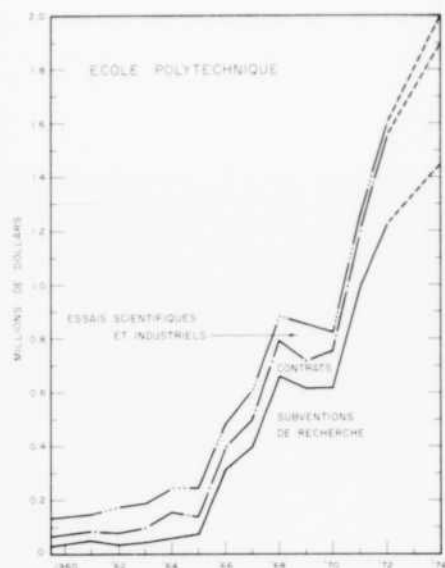


Figure 1 Graphique illustrant la croissance de l'activité de recherche à l'École Polytechnique durant la période de 1960 à 1973.

### 3 Concertation

Alors que traditionnellement la recherche universitaire au Canada a surtout été individuelle, les mécanismes de subvention du ministère de l'Éducation ont été particulièrement bénéfiques car ils favorisent la recherche concertée tout autant qu'une action soutenue dans la formation des jeunes chercheurs. C'est ainsi qu'en 1972-73, le Ministère accordait \$321,500 à onze équipes de chercheurs de l'École (voir Tableau 2). La concertation est également favorisée par la politique récente du Conseil National de Recherches de contribuer à l'émergence des universités francophones dans le domaine de la recherche. À ce titre, l'École se méritait, en 1972-73, une subvention spéciale de \$150,000 pour assurer le développement de plusieurs groupes de recherche. Enfin, un grand effort de concertation est fourni depuis 1971 en recherche industrielle ; grâce à l'appui financier du ministère fédéral de l'Industrie et du Commerce, on a pu



établir un Centre de Développement Technologique à l'École Polytechnique qui répond en tous points à la vocation d'un institut universitaire de recherche industrielle. Remarquons enfin qu'au cours des deux dernières années l'École s'est donné deux autres mécanismes importants de recherche concertée : son Centre d'Ingénierie Nordique (CINEP) et son Institut de Recherche en Exploration Minérale (IREM), ce dernier étant une activité menée conjointement avec l'Université McGill.

### 4 Collaboration

Le développement de la recherche a également donné naissance à plusieurs initiatives de collaboration avec des chercheurs de l'extérieur, notamment en sécurité routière, en études de circulation urbaine, en génie biomédical, en gestion hospitalière et dans divers domaines du génie électrique. Cette collaboration ne peut que s'accroître à l'avenir, particulièrement avec les cher-

cheurs de l'Université de Montréal et ceux de l'École des Hautes Études Commerciales.

### 5 Infrastructure

Manifestant son intention bien arrêtée de favoriser la recherche en ses murs, l'École s'est dotée en 1970 de Services à la Recherche. Grâce à la décentralisation des décisions, le directeur de ces Services assume de nombreuses responsabilités importantes au nom du Directeur de l'École, en vue particulièrement d'une coordination souple et efficace des activités de recherche. Tous les professeurs de l'École sont tenus constamment informés des programmes de recherche gouvernementaux et industriels. On les aide également à formuler leurs demandes de subvention et à préparer des contrats de recherche. On leur fournit mensuellement des états financiers informatisés de leurs fonds de recherche. On distribue aux principaux intéressés les nouvelles de travaux de recherche effectués dans divers laboratoires. Le directeur des Services de la Recherche assume la gestion des fonds de recherche octroyés à l'École en tant qu'institution. Avec l'aide d'un comité consultatif constitué de professeurs, il peut ainsi répartir les ressources de façon équitable et selon les besoins globaux de l'École. Somme toute, grâce au directeur de ces Services, la recherche est constamment présente aux plus hauts niveaux d'administration de l'École. Grâce à une étroite liaison avec les directeurs des départements et les chefs de section, le directeur de ces Services peut également assurer la coordination nécessaire au niveau des exécutants pour toute l'École.

### Un Conseil de la Recherche

Un aspect important de la réorganisation de la recherche à l'École Polytechnique est la création en septembre 1970 de son Conseil de la Re-

Tableau 2

**Tableau récapitulatif de la recherche subventionnée et commanditée<sup>1</sup>**  
**École Polytechnique, 1968-1973**

Source des fonds de recherche	1968-69	1969-70	1970-71	1971-72	1972-73
<i>Recherche subventionnée</i>					
Conseil National de Recherche	378,630	394,200	463,680	661,681	733,848
Autres organismes fédéraux	14,075	39,503	30,055	38,785	85,900
Ministère de l'Éducation (DGES)	260,150	166,200	87,050	255,000	321,500
Autres organismes provinciaux	5,230	11,343	4,000	14,480	45,000 <sup>2</sup>
Organismes industriels	—	—	1,500	19,332	25,000 <sup>2</sup>
Organismes étrangers	—	—	29,678	—	5,000 <sup>2</sup>
<b>Total partiel</b>	<b>658,085</b>	<b>611,246</b>	<b>615,963</b>	<b>989,278</b>	<b>1,216,248<sup>2</sup></b>
<i>Recherche commanditée</i>					
Organismes fédéraux	73,461	15,800	33,405	81,812	150,000 <sup>3</sup>
Organismes provinciaux	5,260	4,000	—	4,791	10,000 <sup>3</sup>
Organismes municipaux	—	—	—	7,995	20,000 <sup>3</sup>
Sociétés industrielles	54,602	84,257	104,512	93,374	150,000 <sup>3</sup>
<b>Total partiel</b>	<b>133,323</b>	<b>104,057</b>	<b>137,917</b>	<b>187,972</b>	<b>330,000</b>
Essais scientifiques et industriels	93,482	136,562	72,364	71,054	53,752 <sup>3</sup>
<b>Totaux</b>	<b>884,890</b>	<b>851,865</b>	<b>826,244</b>	<b>1,248,304</b>	<b>1,600,000</b>

<sup>1</sup> Excluant les bourses accordées individuellement aux étudiants des grades supérieurs.

<sup>2</sup> Estimés.

<sup>3</sup> Volume anticipé.

cherche. Essentiellement consultatif, cet organisme est chargé de conseiller le directeur des Services de la Recherche et de le seconder dans l'accomplissement de ses nombreuses fonctions.

Le Conseil de la Recherche se compose de seize (16) membres, dont douze représentent chacun des départements de l'École, l'Institut de Génie Nucléaire et le Centre de Calcul, et trois autres représentent les étudiants des grades supérieurs. Le directeur des Services de la Recherche en est membre d'office. Les réunions mensuelles du Conseil sont présidées à tour de rôle par un des membres du Conseil, de sorte que chaque représentant devient intimement impliqué dans le processus des décisions et des recommandations.

En dépit de sa brève existence, ce Conseil a déjà apporté une contribution majeure au développement de la

recherche à l'École :

- élaboration des politiques générales de recherche ;
- reconnaissance et identification des priorités vis-à-vis la planification, la coordination, le financement, l'équipement et les services de recherche ;
- étude des projets de création de nouveaux centres ou instituts de recherche de l'École, y compris l'analyse des buts envisagés, des effectifs désirés et des incidences budgétaires prévues ;
- élaboration des politiques concernant la sollicitation et l'acceptation des subventions et des contrats de recherche ;
- analyse des besoins se rapportant à la recherche non subventionnée ;
- élaboration d'une politique institutionnelle de brevets d'invention ;
- encouragement à l'action concertée ;
- définition et promotion du statut du

personnel de recherche ;

- analyse de projets particuliers de recherche ;
- colloques de recherche ;
- diverses initiatives d'information et d'incitation à la recherche.

### Politique de recherche de l'École

Suite à une vaste consultation, le Conseil d'administration de l'École a posé les jalons suivants afin de définir les principaux objectifs de recherche de notre établissement :

- activités qui répondent à la fois aux besoins de la société québécoise et aux ressources dont dispose notre institution ;
- aide technologique aux petites et moyennes entreprises industrielles établies au Québec, afin d'en améliorer l'efficacité et la rentabilité ;

- aide à l'implantation de nouvelles industries au Québec, en vue de créer de nouveaux emplois ;
- contribution à l'exploration, l'exploitation, la transformation et la commercialisation des richesses naturelles du pays ;
- contribution au développement technologique et à l'économie des services publics ;
- développement du sens de la curiosité scientifique et de la créativité technologique tant chez les professeurs que chez les étudiants ;
- s'assurer une part équitable des subventions de recherches octroyées par l'État, de façon à en faire bénéficier nos étudiants et la société québécoise en général ;
- solliciter activement les travaux de recherche commanditée susceptibles d'enrichir notre enseignement et de promouvoir le rayonnement de notre établissement.

### Statut du personnel de recherche

Reconnaissant que la recherche fait intégralement partie de l'enseignement supérieur, le Conseil d'administration de l'École a reconnu le statut particulier du personnel de recherche et l'a catégorisé comme suit :

#### 1 Les professeurs-chercheurs

Ceux-ci se distinguent des autres membres réguliers du corps professoral à cause des subventions de recherche qu'ils se méritent régulièrement. Tant par les installations de recherche ainsi obtenues que par l'aide financière que ces subventions procurent aux étudiants, notre établissement en tire de nombreux avantages. D'autre part, afin d'assurer un bon équilibre entre ses missions d'enseignement et de recherche, l'École permet à certains de ses professeurs de se consacrer entièrement à la recherche durant une période définie. Dans l'évaluation des mérites des professeurs,

l'École attache une importance particulière à la qualité des travaux de recherche subventionnée.

#### 2 Les attachés de recherche

Sont groupés dans cette catégorie tous ceux qui font carrière dans la recherche sans faire partie du corps professoral. Il s'agit de chercheurs qui font de la recherche à plein temps soit au sein d'un département, soit à l'intérieur d'un centre de recherche. Tout en bénéficiant de la majorité des avantages accordés aux professeurs, ces personnes sont engagées pour une période limitée et elles sont tenues de collaborer étroitement avec les professeurs de l'unité administrative où elles se trouvent. Présentement, l'École compte quatre chercheurs dans cette catégorie.

#### 3 Les associés professionnels de recherche

Ces professionnels sont engagés dans une fonction de « services à la recherche » : chimistes, physiciens, ingénieurs, analystes de systèmes, etc. Il s'agit d'employés possédant un niveau élevé de formation technologique et de compétence scientifique, qui fournissent aux professeurs et aux attachés de recherche le support nécessaire à la réussite de leurs travaux. Présentement, l'École compte environ vingt-cinq scientifiques dans cette catégorie, rémunérés grâce à des fonds de recherche.

#### 4 Les boursiers post-doctoraux

Sont groupés dans cette catégorie les chercheurs qui viennent d'obtenir leur doctorat et qui font un séjour d'un an ou deux à l'École, dans le but de parfaire leurs connaissances en travaillant sous la direction d'un chercheur expérimenté. Présentement, l'École compte douze boursiers post-doctoraux.

#### 5 Les assistants de recherche

Appartiennent à cette catégorie les étudiants diplômés qui se consacrent à

plein temps à leurs études supérieures et à des travaux de recherche. Récipiendaires d'une bourse ou bénéficiaires d'un salaire provenant d'un fonds de recherche, ces étudiants jouent un rôle déterminant dans l'avancement de la recherche à l'École.

#### 6 Les techniciens de recherche

Cette catégorie groupe les techniciens diplômés et les étudiants du 1<sup>er</sup> cycle (employés seulement durant l'été) qui sont rémunérés grâce à des fonds de recherche.

### Perspectives d'avenir

Forte de son expérience centenaire dans la formation des ingénieurs et consciente de l'importance de la mission technologique qui lui échoit dans le vaste bassin métropolitain, l'École Polytechnique se trouve résolument engagée dans la voie de la recherche scientifique. Qu'elle devienne ou non intégrée à l'Université de Montréal, sa vocation particulière et l'importance de ses ressources l'appellent à devenir en quelque sorte une université technologique à vocation limitée.

De plus en plus, l'École est appelée à rayonner, tant par la qualité que par la diversité de ses travaux de recherche. Grâce à l'importance de sa clientèle étudiante et à la richesse de son corps professoral, elle peut en effet œuvrer dans un grand nombre de secteurs d'importance primordiale pour le Québec. En effet, tel qu'illustré en Figure 2, ses programmes d'enseignement et de recherche s'étendent de l'industrie primaire jusqu'à l'industrie des services, en comprenant l'industrie de la transformation et l'industrie de la fabrication. C'est pourquoi elle s'est donné comme pôle essentiel de son orientation future, nul autre but que *la gestion optimale des ressources*.

Pour plusieurs, une telle orientation semblera beaucoup trop générale. Pourtant, elle est riche de sens et elle

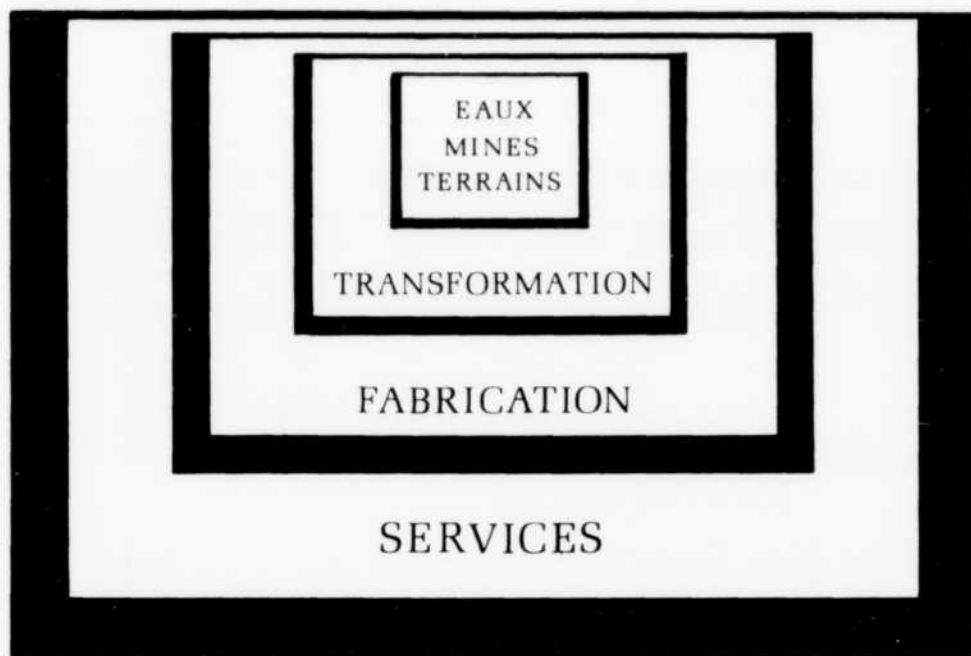


Figure 2 Schéma des secteurs industriels faisant l'objet des programmes d'enseignement et de recherche de l'École Polytechnique de Montréal.

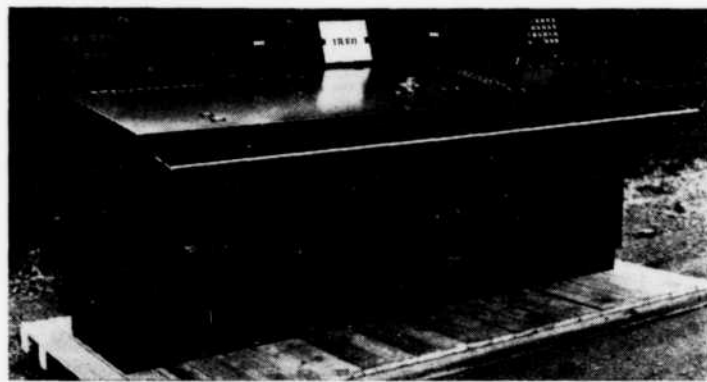
est de longue portée. Qui d'autre en effet que l'ingénieur est susceptible de résoudre les conflits sans cesse croissants qui se créent entre *l'homme et les ressources*? Qui d'autre est susceptible de contribuer plus efficacement à la rationalisation des ressources?

Si telle doit être la vocation de l'École durant son deuxième siècle d'existence, il lui faudra multiplier ses contacts avec le milieu, humaniser davantage ses programmes d'enseignement, assumer un certain leadership et s'attirer le concours efficace de spécialistes des sciences humaines et des sciences sociales, être à la fine pointe des développements technologiques et surtout, être en mesure d'innover dans la gestion optimale de systèmes de plus en plus complexes.

Dans tout ceci, la recherche constitue une importante assise de développement. Compte tenu de la ferme vo-

lonté de l'École de se tailler une grande réputation technologique, il ne semble pas exagéré d'espérer, face à la conjoncture prévisible, que l'activité de recherche de l'École Polytechnique atteigne trois millions de dollars par année dès 1977! Qui plus est, il nous faut espérer que l'excellent esprit qui caractérise la grande famille de Polytechnique sera le ferment d'un grand nombre d'initiatives heureuses qui profiteront d'abord et avant tout au peuple du Québec.

À l'image de la recherche elle-même, ces buts ne seront atteints qu'avec beaucoup de labeur, de bonne volonté et de talent.



Pupitre installé à l'Institut de Recherches de l'Hydro-Québec



**MONTEL** INC.

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

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

---

**Le ministère de l'Industrie  
et du Commerce du Québec  
et ses organismes affiliés  
comptent dans leur rang  
une centaine d'ingénieurs.**

Le ministre de l'Industrie  
et du Commerce,  
monsieur Guy Saint-Pierre, ing.,  
se joint à eux pour exprimer  
ses meilleurs voeux  
à l'École Polytechnique de Montréal  
qui célèbre cette année son centenaire,  
de même qu'à tous les ingénieurs  
dont le travail contribue  
à la construction d'un Québec  
plus adulte et plus lucide.



**GOUVERNEMENT DU QUÉBEC**  
MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE

# Les Départements de l'École Polytechnique

## Génie civil

par Étienne J. Windisch, ing et  
Jacques E. Hurtubise, ing. \*

Le génie civil n'a cessé, à travers les âges, d'être au service de l'homme et de subvenir efficacement et économiquement à plusieurs des besoins humains les plus fondamentaux. Les ouvrages des ingénieurs sumériens, égyptiens, babyloniens, chinois... sont déjà marqués par le souci du fonctionnel en même temps que par la préoccupation esthétique. On n'éprouve pas le besoin de justifier les temples, les édifices, les barrages, les canaux d'irrigation, les ponts, les routes, les ports, car ils ont, dans le passé comme aujourd'hui, une raison d'être simple et évidente. Les réalisations modernes du génie civil, comme les vestiges de ses réalisations anciennes sont suffisamment éloquents et il est incontestable que le génie civil n'a cessé à travers les âges de contribuer sans équivoque à « l'épanouissement de l'homme dans son milieu ».

Le génie civil, cet ancêtre de tout ce qui aujourd'hui s'appelle « génie », a accumulé au cours de ses millénaires un bagage impressionnant d'expériences techniques et humaines trop souvent négligées ou ignorées. Et aujourd'hui, au terme d'une euphorie scientifique de courte durée, surchargé de produits mécaniques et électroniques, esclave d'engins motorisés, l'homme se trouve face à face avec le problème du siècle, sinon avec le problème de la civilisation : la

détérioration de l'environnement ! Pollution de l'air et de l'eau, pollution sonore, visuelle, thermique, retombées incontrôlées d'une civilisation de gadgets, de consommation et d'urbanisation... il s'agit de nettoyer tout ça, de faire un peu d'ordre, de faire le ménage. Et, ironie du sort, après avoir été ébloui par la pacotille d'une foire qui ne pouvait durer indéfiniment, on se tourne de nouveau vers le génie civil en espérant qu'il pourra contribuer à remettre les choses à leur place et garder cette terre habitable.

À la fin de ce vingtième siècle de civilisation occidentale, et au début du second siècle de l'École Polytechnique, le génie civil semble être appelé à survivre à un nouveau tournant de l'histoire et d'y laisser encore une fois sa marque en trouvant la solution à un nouvel aspect d'un vieux problème : l'environnement humain.

### Le génie civil à Polytechnique

L'École Polytechnique a été exclusivement une école de « génie civil » pendant 70 années de son premier siècle, et son histoire est celle du génie civil jusqu'en 1943. Antérieurement à cette date, tous les diplômés reçoivent le titre d'ingénieur civil. Comme Polytechnique est alors la seule école francophone d'ingénieurs en Amérique du Nord, on retrouve forcément les premiers grands ingénieurs civils canadiens-français parmi les anciens de Polytechnique. En 1943, le génie civil se voit doté du nom de « Travaux publics - Bâtiments » alors que trois autres options naissent de l'ancien génie civil. En 1958, le département de « génie civil » se retrouve en compagnie de sept autres départements.

Une augmentation spectaculaire du nombre des finissants en génie civil se produit en 1959, et pendant cinq ans, ce nombre atteint tout près de 100 par année. Depuis 1964, le nombre des finissants se maintient en moyenne à une



Monsieur Jacques E. Hurtubise, B.A., B.Sc.A. et Ing. civil Poly '34, M.Sc.A. Poly '44, directeur du département génie civil et professeur titulaire.

1. Section de mécanique des sols — Laboratoire de recherches

2. Section d'hydraulique — Étude d'une structure hydraulique sur modèle réduit.

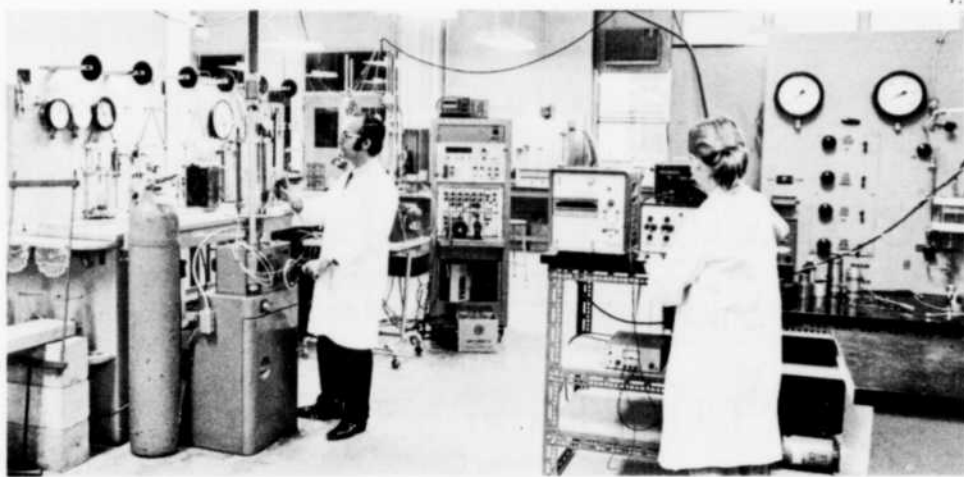
3. Section des transports — Le comportement de la circulation s'étudie à l'aide de la télévision en circuit fermé.

soixantaine par année et n'a pas diminué malgré le déclin récent des inscriptions globales dans les facultés de génie. C'est en génie civil que les grades supérieurs font leur première apparition et depuis 1956, plus de 30% du nombre total de ces grades recommandés par l'École Polytechnique sont accordés en génie civil.

Quant à la recherche, elle est l'âme même du génie civil. Chaque ouvrage important constitue un défi à l'imagination, au savoir-faire et aux connaissances. Chaque réalisation d'un ouvrage important de génie civil fait reculer la frontière de l'inconnu ou de l'irréalisable en apportant des solutions originales à des problèmes toujours nouveaux. Cet esprit de recherche a toujours existé au sein du génie civil même s'il ne s'est pas toujours illustré par des publications de type classique. De nombreux ouvrages d'arts remarquables en demeurent les témoins éloquentes. Néanmoins, depuis environ 1956, un nombre grandissant de professeurs, d'étudiants, d'assistants de recherche et de techniciens s'adonnent à une recherche plus fondamentale dans des spécialités très diverses au sein du génie civil. La recherche « appliquée » prend elle-même une importance grandissante grâce à des ressources financières croissantes, grâce à l'intérêt de l'industrie, grâce au travail en équipe de certains chercheurs, etc...

### Un département pluridisciplinaire

Malgré toutes les spécialités qui ont été extraites du génie civil et promues au rang de disciplines, le génie civil demeure essentiellement un domaine pluridisciplinaire. Le Département de génie civil à l'École Polytechnique est d'ailleurs constitué de six sections. La réalisation purement technique de certains ouvrages exigent en effet la collaboration de spécialistes en hydraulique, en géotechnique, en structure, en environnement, en topométrie, en trans-



port... tous bien différents les uns des autres et pourtant tous des ingénieurs civils. C'est grâce à une formation fondamentale commune d'une part, et à un entraînement poussé à l'esprit de pluridisciplinarité d'autre part, que l'ingénieur civil peut s'insérer dans les équipes de concepteurs et de réalisateurs. Cette

formation, l'ingénieur civil la reçoit dès ses années universitaires, en côtoyant au sein d'un même département une équipe pluridisciplinaire de professeurs, en exécutant des travaux pratiques qui soulignent parfois différents aspects d'un même problème, en apprenant souvent à reconnaître l'analogie entre des phénomènes ou entre des comportements de prime abord très différents.

### Le premier cycle en génie civil

L'enseignement au premier cycle vise, en génie civil, à une formation essentiellement générale. L'orientation que l'étudiant peut se choisir à la fin

de son cours ne fait nullement de lui un spécialiste, mais lui donne un aperçu plus complet sur un aspect du génie civil.

Plusieurs raisons militent en faveur d'une formation générale pour l'ingénieur civil. Tout d'abord, l'ingénieur civil est prédestiné à travailler sur des projets complexes où il devra pouvoir comprendre un vocabulaire technique varié et posséder un bagage minimum de connaissances indispensables dans toutes les spécialités du génie et en particulier du génie civil. En second lieu, la carrière même de l'ingénieur civil risque de se développer en stages consécutifs faisant appel à des connaissances et à des techniques diverses. Enfin, au cours de sa carrière, il accède à des responsabilités croissantes qui recouvrent de plus en plus de spécialités dont il doit posséder une connaissance suffisante.

L'enseignement général au premier cycle a par conséquent quatre objectifs principaux au Département de génie civil :

1. transmettre des connaissances, un vocabulaire et des concepts en quantité et en diversité suffisantes pour couvrir autant que possible le domaine général du génie civil ;
2. donner l'occasion à l'étudiant de développer une capacité d'utiliser ses connaissances dans des circonstances variées ;
3. donner l'occasion à l'étudiant de développer l'esprit de recherche caractérisé par l'utilisation de l'information disponible en conjonction avec l'expérimentation, en vue de la solution de problèmes imprévus ;
4. permettre à l'étudiant de reconnaître, d'apprécier et d'endosser le style de l'ingénieur dont quelques caractéristiques sont : le sens des proportions, le sens pratique, la compétence, l'esprit de collaboration, la curiosité intellectuelle, le

souci de vérification, le sens de l'économie... On ne peut jamais trop rappeler aux candidats la lourde responsabilité sociale que l'ingénieur civil est particulièrement exposé à assumer lorsqu'il conçoit ou érige des ouvrages dont il doit, par la loi, garantir la stabilité et l'intégrité jusqu'à cinq ans après la fin de la construction.

En somme, le Département de génie civil s'efforce autant de transmettre des connaissances que de développer un esprit imprégné de professionnalisme.

#### **Les grades supérieurs et les cours d'extension en génie civil**

La maîtrise professionnelle et les cours d'extension viennent tout naturellement compléter un grade du premier cycle, lequel se veut général.

Dès que l'étudiant finissant ou l'ingénieur pratiquant a une préférence ou est appelé de quelque façon à approfondir un ou plusieurs aspects du génie civil, il peut s'inscrire soit en maîtrise professionnelle, soit à des cours d'extension ou à un programme de diplôme d'études complémentaires. Le Département de génie civil espère que ce système intégré de formation deviendra de plus en plus efficace grâce à un accroissement éventuel de la flexibilité des règlements et à une simplification des démarches administratives ayant trait à l'inscription, aux horaires, aux examens, aux crédits et aux programmes.

Quant à la maîtrise et au doctorat en sciences appliquées décernés en génie civil, ces grades visent avant tout à former des chercheurs qui peuvent s'atteler aux aspects fondamentaux des sciences et des techniques sur lesquelles se fondent les diverses spécialités du génie civil.

Le grand nombre de cours de niveau supérieur offerts dans les cadres des sections ainsi que la diversité des

projets de recherche permettent d'établir des programmes d'études variés et adaptés aux besoins des candidats.

#### **Les effectifs**

L'effectif principal du Département de génie civil est son équipe de 27 professeurs. Cette équipe cumule une expérience professionnelle impressionnante, ayant participé à pratiquement tous les projets majeurs de génie civil réalisés au Québec et à plusieurs projets entrepris dans d'autres provinces ou à l'étranger.

L'expertise, la consultation et d'autres formes de participation avec le monde professionnel du génie permettent à l'équipe de maintenir des liens étroits avec la pratique et d'acheminer son expérience vers les salles de cours et les laboratoires.

Les réalisations en recherche sont loin d'être négligeables, qu'il s'agisse de recherche plutôt fondamentale ou de recherche appliquée, orientée vers la solution de problèmes pratiques. La liste des publications et le montant des octrois reçus témoignent de l'activité en recherche au sein du génie civil.

L'actif pédagogique de l'équipe professorale constitue en soi un effectif majeur du Département. La coexistence de professeurs jeunes et de professeurs âgés, de professeurs-ingénieurs et de professeurs-chercheurs, de théoriciens et de praticiens crée un milieu varié, riche et dynamique. Les valeurs traditionnelles et la sagesse gagnée par l'expérience constituent une base solide tout en jouant un rôle de pondération. D'autre part, les idées nouvelles et les tentatives de rendre l'enseignement plus efficace, plus attrayant ou plus complet sont encouragées et reçoivent l'occasion de prouver leurs mérites. Il faut en particulier mentionner les efforts et les succès remarquables d'un groupe de professeurs de la section de structure dans le domaine de la recherche pédagogique. Enfin, les nombreux textes et notes de

cours préparés par les professeurs illustrent en eux-mêmes les préoccupations pédagogiques au sein du Département.

En plus du corps professoral régulier, le génie civil s'enrichit par l'apport de nombreux spécialistes et d'ingénieurs réputés, invités à transmettre leur savoir et leur expérience en tant que chargés de cours ou conférenciers.

### Quelques réalisations

En plus d'avoir formé une proportion considérable des ingénieurs civils de la province de Québec, le Département de génie civil est fier d'avoir à son actif un grand nombre de réalisations dont seulement quelques-unes seront mentionnées ici, à titre d'exemples.

Jouant un rôle de pionnier dans le domaine des études sur modèles de structures hydrauliques, c'est le laboratoire d'hydraulique qui a réalisé les premières études de ce genre. C'est aussi dans ce laboratoire que fut réalisé le premier modèle réduit de rivière pour l'étude des embâcles de glace. Pionnière aussi en hydrologie, la section d'hydraulique compte parmi ses professeurs plusieurs de ceux qui ont participé aux premières reconnaissances effectuées sur les rivières de la Baie James et de la Baie d'Hudson dès les débuts des études des développements hydroélectriques de ces bassins versants. Un programme intégré de l'enseignement des techniques du génie sanitaire existe depuis 1957 et, tout en continuant de s'axer sur le traitement des eaux usées, s'oriente de plus en plus vers les aspects des techniques de contrôle et de conservation de la qualité de l'environnement. La mise en commun de l'expérience des professeurs des sections d'hydraulique, du génie de l'environnement et d'autres permet d'espérer que le projet de création d'un Centre de Recherche dans le domaine du génie de l'environnement sera très bientôt réalisé.

Le Département de génie civil fut un pionnier dans le domaine de la Mé-

canique des Sols et, dans l'Est du Canada, en 1939, il est le premier à aménager un laboratoire de mécanique des sols destiné à devenir un des mieux équipés en Amérique du Nord. Ce laboratoire a pu offrir des services précieux, souvent non disponibles ailleurs, pour la recherche appliquée, exigée par tous les grands projets qui posaient des problèmes de géotechnique et a aussi stimulé la création au Québec d'entreprises spécialisées en géotechnique. C'est à la section de Mécanique des Sols que furent exécutées des recherches sur la moraine glaciaire dans le cadre du projet Manicouagan-Outardes. Mentionnons aussi, entre autres : la canalisation du Saint-Laurent, les projets hydroélectriques de la Baie James, des chutes Churchill, les aéroports internationaux (Dorval et Sainte-Scholastique), le projet de jeux olympiques, le Métro de Montréal... comme exemples de réalisations auxquelles la section de Mécanique des Sols où ses professeurs ont pris part. Plusieurs projets de recherche sont toujours en cours dans des domaines de fondations, du comportement statique et dynamique des matériaux ainsi que de la morphologie mathématique des milieux granulaires.

Des recherches sur le béton s'effectuent depuis au-delà de 40 ans dans les laboratoires de structure où la première poutre canadienne en béton précontraint a vu le jour. La section de Structure poursuit avec succès des recherches dans des domaines tels que : l'analyse des structures par éléments finis, la stabilité latérale des structures, les planchers en béton armé, le comportement du béton sous charges cycliques, les constructions mixtes acier-béton, les assemblages boulonnés ou soudés, la stabilité des poutres-caissons en acier, l'analyse de structures à trois dimensions sur oscilloscope programmable... Plusieurs professeurs de cette section ont accompli un travail remarquable dans le domaine de la recherche

pédagogique et ont mis au point des méthodes et des programmes intéressants en vue de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement.

La section de Topométrie et de Photogrammétrie s'est développée en fonction des besoins modernes de mensuration en se dotant d'appareils électroniques de mesure de distance, de restituteurs photogrammétriques, de stéréocomparateurs, etc... Cette section s'oriente vers la mise sur pied d'un programme complet en sciences géodésiques.

La section de Transport a eu des succès remarquables dans l'analyse de l'aspect mouvement du transport, grâce à l'utilisation judicieuse d'un système de télévision en circuit fermé. Parmi les réalisations dans le domaine du transport en commun, mentionnons le projet « omnibus sur demande » (projet TRANSITO). Des travaux importants ont été réalisés en techniques routières tels que des recherches récentes en rhéologie et en perméabilité des matériaux bitumineux.

Plusieurs groupes de techniciens compétents, souvent formés au sein du Département, complètent les effectifs humains.

Quant aux ressources physiques, elles se sont développées et complétées pour former aujourd'hui un arsenal complexe et diversifié de machines et d'appareils permettant de réaliser avec précision et avec rapidité les expériences les plus complexes. Le génie civil n'a pas moins de dix (10) laboratoires bien équipés (génie sanitaire, hydrodynamique, mécanique des sols, structures, dynamique et essais sur modèles réduits, matériaux de construction, topométrie, géodésie, photogrammétrie, matériaux routiers et circulation).

Dans ces laboratoires, on voit se côtoyer ou se croiser des étudiants du premier cycle faisant leur apprentissage des techniques de l'expérimentation ainsi que des techniciens, des étudiants de

grades supérieurs et des professeurs s'adonnant à des expériences de recherche.

### Un Département qui a sa politique

Les objectifs du Département sont contenus dans les paragraphes qui précèdent et peuvent être résumés en quelques mots :

1. dispenser une formation professionnelle générale au premier cycle ;
2. assurer un service d'études complémentaires et de spécialisation selon les besoins des candidats et de l'industrie ;
3. assurer la relève de professeurs et de chercheurs ;
4. étendre et approfondir la connaissance des matériaux, des techniques et des méthodes intéressant le génie civil.

À travers ces objectifs et la façon dont ils sont atteints, à travers l'histoire et les réalisations du génie civil à Polytechnique, à travers les activités et les préoccupations des professeurs, se dessine une politique de « relevance ». Le Département ne cesse de se préoccuper de l'à-propos du contenu des cours, de la pertinence des programmes et des moyens pédagogiques. Un aspect de cette politique consiste à viser l'équilibre entre l'enseignement et la recherche, entre les tâches académiques et administratives. Considérant que la liaison avec l'industrie et le monde professionnel est particulièrement pertinente, le Département se félicite de compter parmi ses membres des personnes qui ont participé aux grands ouvrages de génie réalisés au Québec. Grâce à cette politique d'à-propos, le Département a créé une section d'environnement au moment opportun, a encouragé la recherche ayant trait à l'assainissement de l'air et des eaux, et est fier de sa section de transport qui s'occupe des problèmes d'acheminement des biens et des personnes.

Ce souci de « relevance », d'ailleurs une seconde nature de l'ingénieur, a sans doute contribué à créer l'image parfois un peu terne et conservatrice du génie civil. D'autre part, il a permis au Département de garder son équilibre, sa raison d'être et sa crédibilité. Le génie civil n'éprouve ni la difficulté de recruter des candidats ni celle de sur/ou sous-alimenter le marché du travail. Grâce à sa politique de « relevance » et d'évolution équilibrée, le Département possède les effectifs humains et physiques requis pour former les ingénieurs et pour poursuivre la recherche dont le milieu a besoin. Il est prêt à répondre au défi de l'environnement et à entamer allègrement le deuxième siècle de son existence. Quant à l'« épanouissement de l'homme dans son milieu », le génie civil n'a jamais cessé de s'en préoccuper ni d'y contribuer.

## Génie mécanique

par Maurice Poupard, ing. \*

### Bref historique

Le génie mécanique prit naissance à l'École Polytechnique en 1941 et fut associé, à l'origine, au génie électrique dans un programme commun qui prit le nom d'option mécanique-électricité. Grâce à cette formule, les étudiants du temps reçurent une formation aussi forte en mécanique qu'en électricité. L'arrangement concordait bien avec le genre

d'activités et le type de pratique professionnelle qui s'offraient aux ingénieurs diplômés du temps. En effet, la guerre avait amené un développement industriel important dans la région de Montréal et dans le Québec.

En 1954, pour des raisons d'efficacité administrative, les départements de génie mécanique et de génie électrique furent formés en entités séparées, tout en conservant leur programme commun. Par la suite, un plus grand besoin de spécialisation, résultant des développements très rapides de la science et des techniques, associés à un progrès continu du secteur industriel, justifia, en 1958, la création de programmes distincts en mécanique et en électricité.

À cette époque, les objectifs du département de génie mécanique étaient de dispenser à des étudiants une formation très générale, par un personnel qui mettait presque tout son effort dans l'enseignement. Les programmes des deuxième et troisième cycles étaient très modestes et la recherche était en général peu développée et, dans bien des cas, se limitait à des essais industriels.

Il est intéressant de rappeler qu'en 1954 le département ne comptait que cinq professeurs, incluant son directeur. Des facteurs tels qu'une forte augmentation du corps étudiant, le transfert au département de matières telles que la mécanique, le dessin, la descriptive ainsi que l'intégration du groupe de mécanique appliquée ont contribué à stimuler la croissance rapide du département avec pour résultat, qu'en 1970, le personnel comptait trente-deux personnes à plein temps. Après la séparation de la division de génie industriel, en 1972, qui donna naissance à un nouveau département de l'École, et la réduction de notre section de dessin et de descriptive, le personnel comprend maintenant vingt-cinq professeurs à plein temps ; de plus, cinq chargés de cours, quelques coopérants et chargés de recherche, ainsi qu'un personnel de soutien composé de



Monsieur Maurice Poupard, B.Sc.A. et Ing. Poly '53, directeur du département génie mécanique et professeur titulaire.

neuf techniciens et sept secrétaires assistent le corps professoral.

## Situation actuelle

### Les structures

Les professeurs du département sont actuellement regroupés dans quatre sections qui sont : mécanique appliquée, mécanique rationnelle, aérothermique et machines. Ce regroupement a favorisé le contact entre professeurs ayant des affinités au point de vue enseignement et recherche.

Le groupe de mécanique appliquée s'intéresse à l'enseignement et à la recherche dans les domaines de la résistance des matériaux, de la fatigue, des contraintes thermiques, de l'analyse expérimentale des contraintes, de l'élasticité, de la plasticité, etc.

Le groupe de mécanique rationnelle œuvre dans le domaine de la mécanique de l'ingénieur sous toutes ses formes : statique, cynétique, dynamique des machines, vibrations, etc.

Le groupe d'aérothermique est responsable des questions d'énergie et de chaleur, de thermodynamique, de transmission de chaleur, de dynamique des gaz, de chauffage, de plomberie, de ventilation, d'air climatisé, de turbomachines, etc.

Le groupe de machines s'intéresse aux calculs d'éléments de machines, aux projets de conception et de créativité, aux coques, aux plaques, à la tribologie, aux mécanismes, etc.

### L'enseignement

En 1973, le département de génie mécanique offre toujours un cours dont l'orientation est générale. La demande en ingénieurs de notre milieu industriel montre que notre diplômé en mécanique doit répondre à des besoins très diversifiés et faire preuve d'une facilité d'adaptation qui lui permette de se réorienter facilement quand cela devient nécessaire. Cette politique s'est avérée

heureuse tout particulièrement ces dernières années, alors que nous subissons une récession économique qui a eu pour effet de forcer beaucoup d'industries du Québec à réduire certaines activités spécialisées et à rechercher des généralistes.

Notre cours de premier cycle est orienté en fonction des principaux champs d'activités de l'ingénieur mécanicien qui sont le génie-conseil, l'industrie, les services publics, les différents ministères, la recherche et le développement.

Un relevé fragmentaire des postes occupés par nos diplômés depuis cinq ans donne la répartition suivante :

Aux études supérieures :	6.1%
Dans l'enseignement :	11.1%
Dans les services publics :	16.2%
Dans les industries légères :	29.3%
Dans les industries lourdes :	29.3%
Dans le génie conseil :	8.1%

Cependant, aucun de ces domaines n'est assez développé, ni assez stable pour justifier des options particulières à l'intérieur de notre programme.

Nous tenons toujours à faire participer tous nos étudiants à des cours et à des projets qui se rattachent à des sujets aussi variés que la chaleur, la thermodynamique, la dynamique des fluides, la mécanique appliquée et le calcul et le dessin des machines, etc. Cependant, même si notre cours n'a pas été subdivisé en sous-options, il s'est quand même modifié très profondément. De nombreuses matières ont été remplacées par d'autres plus modernes et plus adaptées et certains cours d'humanités, de finance et d'économie furent ajoutés.

Certaines expériences pédagogiques ont été tentées et on donné des résultats très intéressants. Il suffit de mentionner les projets de calcul et dessin de machines qui permettent aux étudiants de travailler en équipes et de faire preuve de créativité, un cours de résis-

tance des matériaux où l'enseignement magistral n'existe plus et où l'étudiant étudie par lui-même et est guidé par une équipe de professeurs. Nous avons aussi certains de nos cours de mécanique où l'enseignement est enregistré sur des cassettes de magnétophone qui sont à la disposition des étudiants, leur permettant de progresser à leur rythme. Il faut souligner que pour toutes ces expériences, l'évaluation de l'étudiant est plus ou moins continue et s'exerce par de nombreux contrôles.

Aux niveaux des deuxième et troisième cycles, le département offre un nombre important de cours et de sujets de recherche, conduisant à la maîtrise en sciences appliquées et en ingénierie ainsi qu'au doctorat en sciences appliquées. Ce programme a pu être amplifié parce qu'il s'appuie principalement sur les nombreux travaux de recherche du corps professoral.

### La recherche

Avec les années, la recherche appliquée a pris une importance très grande à l'École Polytechnique et le département de génie mécanique n'est pas sans y prendre une part de plus en plus active. Les fonds de recherche nous viennent principalement d'organismes gouvernementaux et d'entreprises privées. Le nombre de professeurs du département qui s'engagent dans des travaux de recherche subventionnée augmente d'année en année.

Voici un sommaire des projets de recherche en cours dans les sections du département.

*Mécanique appliquée* : analyse limite de têtes de réservoir et d'intersections normales de cylindres, dommage cumulatif à bas cyclage et à haute température, analyse approfondie de réservoirs nucléaires sous pression, détermination des déformations par photométrie, contrôle des essais hydrauliques d'un laboratoire industriel, analyse des contraintes tri-dimensionnelles par la

Montage pour un essai de résistance des matériaux lors des séances de travaux pratiques des étudiants.



méthode des jauges incorporées, détermination des contraintes thermiques à l'aide des jauges enfouies.

*Section de machines :* engrenage des matières plastiques, étude de la lubrification par gaz, contact entre des supports rigides et une coque cylindrique, contraintes et déformations dans les ressorts hélicoïdaux à fils rectangulaires, appareil de déneigement par jet d'air à haute vitesse.

*Section d'aérodynamique :* études de l'écoulement visqueux à l'intérieur d'un dièdre en régime turbulent et à gradient de pression quelconque.

*Section de mécanique rationnelle :* étude d'un système d'asservissement hydraulique spécial.

En plus de contribuer à l'avancement de la science et de la technologie par les publications qu'elle engendre, la recherche offre au professeur un excellent moyen d'enrichir son enseignement et de former de jeunes chercheurs. Elle permet l'acquisition d'équipements, lesquels, d'une part, deviennent très utiles dans les laboratoires qui s'adressent aux étudiants de tous les cycles et, d'autre part, nous permet de rendre service à l'industrie par des essais et des travaux spécialisés.

### Le corps professoral

Si, dans le passé, la politique du département a été de mettre l'accent sur la qualité de l'enseignement, aujourd'hui, le professeur est encouragé en plus à faire, dans la mesure du possible, des recherches appliquées, des consultations, des expertises, à implanter de nouvelles méthodes d'enseignement, à participer aux activités des sociétés techniques et aux activités de l'École.

La plupart de nos professeurs sont d'origine canadienne-française et ont reçu leur formation de base au Québec. Comme un des objectifs du département a été d'encourager le plus fortement possible le corps professoral à se perfectionner, plusieurs sont allés, ces dix dernières années, poursuivre des études de doctorat dans des universités américaines, canadiennes et européennes; beaucoup d'autres ont suivi des cours de perfectionnement spécialisés dans toutes sortes de domaines. Actuellement, l'équipe de professeurs est jeune et offre un très grand potentiel.

Déjà plusieurs de nos professeurs rayonnent par leurs activités de recherche, leurs publications, leur participation active aux travaux des sociétés savantes, etc.

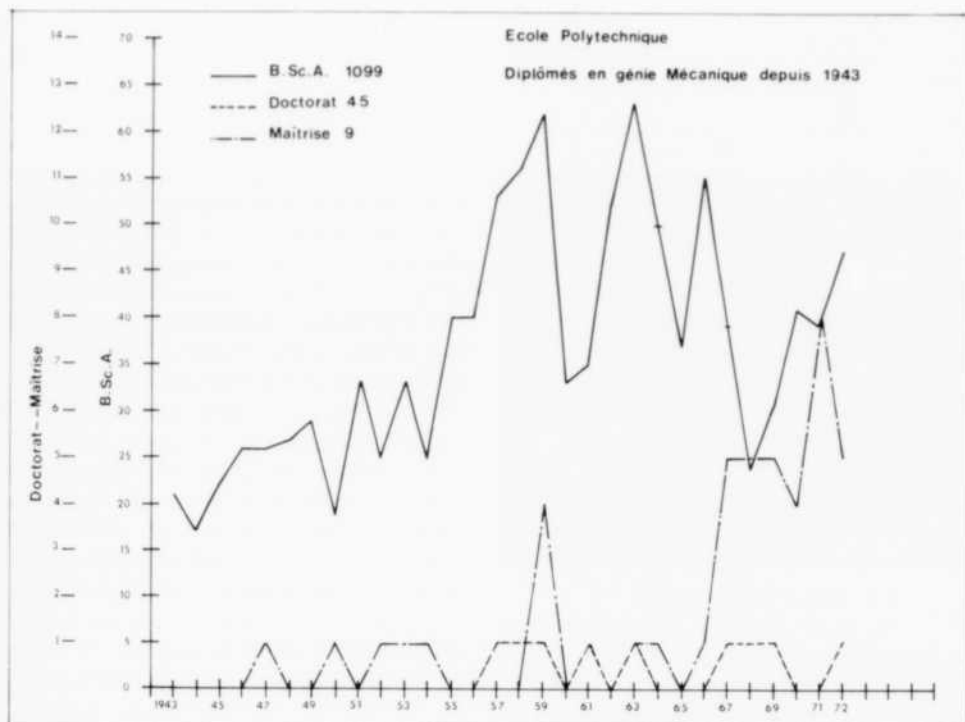
### Nos diplômés

Au point de vue du nombre de diplômés, le département de génie mécanique s'est toujours maintenu parmi les premiers de l'École et leur embauche s'est toujours faite avec facilité. Le lecteur trouvera plus loin un tableau montrant, de 1943 à 1959, la répartition des diplômés en génie mécanique-électrique et les diplômés en génie mécanique de 1959 jusqu'à maintenant. Le nombre des étudiants qui obtinrent leur diplôme avec la mention génie industriel (soit de 1966 à 1970) n'apparaît pas dans ce tableau. Depuis sa création, en 1958, 545 diplômés en génie mécanique (1<sup>er</sup> cycle) quittèrent l'École Polytechnique pour aller vers le marché du travail. Les relations que nous entretenons avec plusieurs de nos étudiants sont pour nous une source importante d'information en ce qui concerne l'orientation de notre cours et les problèmes industriels.

### Regards vers l'avenir

Les enquêtes que le ministère de l'Éducation a effectuées récemment comme Opération des Sciences Appliquées, l'étude des Grandes Orientations des établissements d'enseignement ainsi que plusieurs études internes de l'École, combinées avec des changements appréciables dans le domaine du monde scientifique et dans le monde du travail, bouleversent l'enseignement du génie en général, et le département de génie mécanique se doit lui aussi de réfléchir sur ses orientations.

Les principales priorités que le département a choisies sont les suivantes: réévaluer l'orientation et la durée de son programme de premier cycle, réétudier et orienter son programme de deuxième et troisième cycles, en fonction de besoins identifiés dans l'industrie et les centres de recherche, encourager le plus possible le corps professoral à entreprendre des travaux de recherche, multiplier le nombre de contacts avec



les diplômés et l'industrie, poursuivre le perfectionnement du corps professoral.

De tels objectifs ne seront pas atteints sans des études sérieuses, ni sans consultation. Tout au long de la prochaine année, cette tâche nous occupera beaucoup et nous profiterons de notre centenaire pour inviter nos diplômés et des gens de l'industrie à venir réfléchir avec nous à ces problèmes durant une semaine que nous appelons la Semaine du Génie Mécanique.

L'ingénieur mécanicien devra de plus en plus s'identifier avec le monde dans lequel il vit; il ne pourra bientôt entreprendre ni travaux, ni réalisations importantes sans tenir compte de l'environnement et de la société.

Somme toute, le génie mécanique à l'École Polytechnique est appelé à un brillant avenir, car son développement devra nécessairement accompagner les grands développements industriels que la Province de Québec est certainement appelée à connaître dans l'avenir.



# Génie électrique

par Marcel Giroux, ing.\*

## Introduction

En 1960, l'École Polytechnique décernait pour la première fois des diplômes avec mention « Génie Électrique ». Depuis ce temps, le programme d'enseignement en génie électrique n'a pas cessé d'évoluer pour s'adapter aux changements technologiques. Le but de cet article est de décrire brièvement l'évolution dans l'enseignement du génie électrique à l'École Polytechnique, en donnant les principales caractéristiques du programme actuel, et de dégager les critères suivant lesquels le programme d'enseignement peut être modifié pour préparer le futur diplômé à faire face aux problèmes des années 80.

## Historique

Jusqu'en 1959, l'enseignement en génie électrique était dispensé dans le cadre de l'option mécanique-électricité. Cette option a été scindée pour donner naissance au programme de génie électrique.

Du point de vue pédagogique, un changement important a été introduit en 1969 alors que le régime de promotion par matière était établi au niveau de l'École. À cette occasion, une réforme en profondeur de notre programme a été réalisée. Ce programme est encore en vigueur aujourd'hui.

Monsieur Marcel Giroux, B.Sc.A. et Ing. Poly '59, M.Sc. 1968 Polytechnic Institute of Brooklyn, directeur intérimaire du département génie électrique et professeur agrégé.



Dans l'enseignement du génie électrique les travaux pratiques continuent à jouer un rôle important.

L'ordinateur constitue un outil indispensable à la formation du futur ingénieur.

### Le programme actuel au 1er cycle

Suivant le régime de promotion par matière présentement en vigueur, un étudiant qui postule un diplôme d'ingénieur doit s'inscrire à un nombre de cours totalisant 180 crédits. Ces cours se divisent en deux parties principales : les cours de formation générale et les cours de spécialités.

### Les cours obligatoires

L'enseignement spécifique du génie électrique débute au niveau des cours de spécialités. Généralement un étudiant aborde ces sujets après trois trimestres d'études à l'École.

Environ 47% des cours de spécialités sont obligatoires. Parmi ceux-ci, 33% constituent les cours du tronc commun. Le tronc commun est formé de matières de base sur lesquelles repose la formation de l'ingénieur électrique. On y retrouve entre autres les sujets traditionnels du génie électrique dont : l'électromagnétisme, les circuits électriques, l'électronique, l'électrotechnique et les mathématiques.

À l'exception peut-être de l'électronique, le contenu de ces matières s'est passablement stabilisé au cours des dernières années. Mises à part les techniques pédagogiques, le seul changement notable dans ces cours depuis les cinq dernières années a été l'utilisation de l'ordinateur pour l'application de méthodes numériques dans l'enseignement de ces matières.

Il n'en est pas de même pour l'électronique qui connaît présentement une évolution importante. En effet, cette évolution a commencé bien sûr par l'avènement du transistor et se poursuit de nos jours avec le développement de nouveaux dispositifs semiconducteurs et de circuits intégrés à applications multiples. Cette évolution commande une nouvelle méthode d'approche à l'enseignement de l'électronique. Il devient donc nécessaire de donner un enseigne-



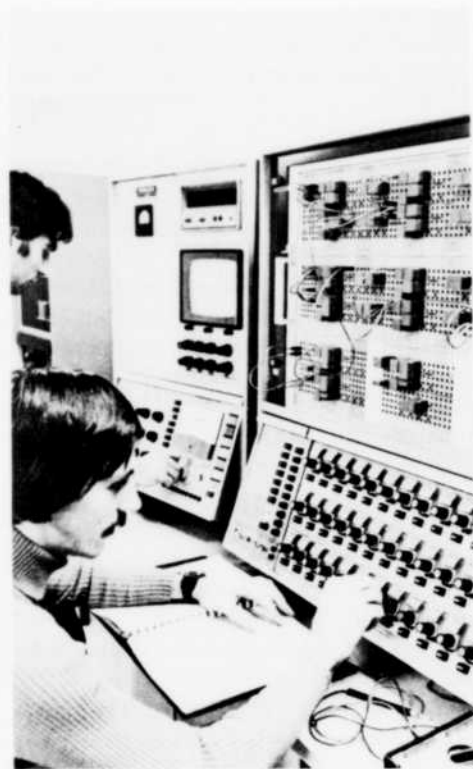
ment assez général en mettant l'emphase sur les concepts fondamentaux. Il est illusoire de penser que dans un tel programme on puisse aborder toutes les multiples applications de ces nouveaux dispositifs.

### Les cours à option

Outre les cours de mathématiques et les cours portant sur l'économie, au tronc commun se greffe un certain nombre de cours à option. On distingue ici les cours spécialisés dans une orientation et les cours libres.

Environ 10% des cours doivent être suivis dans l'une ou l'autre des quatre concentrations qui sont : l'électrotechnique, l'électronique et les communications, l'automatique et finalement la science des ordinateurs.

Le but de ces quatre grandes orientations est de permettre à l'étudiant d'entreprendre un début de spécialisation dans un des grands secteurs du



génie électrique. L'étudiant peut ainsi concentrer ses efforts dans un domaine de son choix. Ce début de spécialisation permet aussi un accès plus facile au marché du travail en permettant au jeune ingénieur de devenir plus rapidement rentable à son employeur.

En plus des cours à option dans une concentration, le programme permet à un étudiant de choisir environ 7% de ses cours parmi l'ensemble des cours offerts à l'École à la condition qu'il ait satisfait aux exigences des prérequis. L'étudiant peut ainsi élargir ses horizons en suivant un bloc de cours dans une autre spécialité comme le génie mécanique, le génie industriel, etc.

La discipline du génie électrique fait appel à des concepts abstraits. Afin de faciliter l'étude de ces matières, il est nécessaire de recourir à des travaux pratiques. Les séances de laboratoire constituent un noyau important de l'enseignement du génie électrique. À cette fin,

des travaux pratiques sont reliés à la plupart des cours du tronc commun de même qu'à un grand nombre de cours à option.

### Les projets de génie électrique

L'enseignement théorique est complété par des projets de génie électrique où l'étudiant est confronté avec des problèmes d'ingénieurs. L'étudiant doit mettre à profit son esprit d'initiative dans la recherche de solutions pratiques alors que l'aspect économique des solutions proposées devient un facteur important.

À cet égard le projet de fin d'études qui est une matière obligatoire continue de jouer un rôle important. Environ 50% des projets de fin d'études réalisés par les étudiants finissants sont proposés et dirigés par des ingénieurs pratiquant dans l'industrie. Cette collaboration précieuse permet aux finissants de participer à l'étude de projets concrets dans un environnement industriel.

### Modifications au programme d'étude du 1er cycle

À la suite d'une proposition du Conseil des Études, l'École a adopté une nouvelle définition du crédit, qui tient compte du travail personnel de l'étudiant et qui s'approche davantage de la définition du crédit utilisé par les universités nord-américaines. À l'occasion de cette conversion du crédit, on se propose d'apporter quelques changements à notre programme d'études.

Les modifications au programme d'enseignement doivent permettre d'en conserver la souplesse et la généralité, l'objectif premier étant d'inculquer une méthode d'analyse et de synthèse qui caractérise la façon de penser de l'ingénieur.

Au cours de sa carrière, l'ingénieur accède à des fonctions administratives par le biais de ses connaissances techniques. Devant le grand nombre de

sujets à aborder durant un temps limité, il faut mettre l'importance sur les techniques. Les cours portant sur la fonction administrative ne peuvent être qu'une introduction qui devra être complétée suivant le besoin par des cours de perfectionnement.

### Évolution de la population étudiante

Comme dans la plupart des universités nord-américaines, le génie électrique constitue la discipline la plus populaire auprès des étudiants de Polytechnique. En effet, depuis dix ans, le nombre d'étudiants inscrits au programme de génie électrique a doublé et se situe maintenant aux environs de 400 étudiants avec une promotion moyenne de 95 diplômés. Ces diplômés se partagent à peu près également dans les quatre grands secteurs du génie électrique et on les retrouve engagés dans des carrières, tant dans le secteur public que dans le secteur privé.

### Les études aux 2e et 3e cycles

L'enseignement au niveau des grades supérieurs a connu depuis les cinq dernières années un essor remarquable. En effet, on compte présentement environ 45 étudiants qui postulent un diplôme d'ingénieur.

Un bon nombre d'étudiants inscrits à la maîtrise sont déjà engagés dans leurs carrières professionnelles et poursuivent un programme de recherches qui a été établi en collaboration avec leur employeur. De cette façon, on s'assure que l'enseignement aux grades supérieurs conserve un caractère pratique et répond bien à un marché identifié.

Le programme de maîtrise du département de génie électrique s'est développé harmonieusement grâce à une activité de recherches qui n'a pas cessé de croître depuis les cinq dernières années. À ce chapitre, le montant des subventions et contrats de recherches accordés aux professeurs du départe-

ment de génie électrique se chiffre aux environs de \$200 000 par année.

En pleine croissance, le département de génie électrique envisage l'avenir avec optimisme car, dans ce secteur, la technologie évolue continuellement et offre des défis qui sont passionnants.

## Génie chimique

par Jean L. Corneille, ing.,  
Claude Chavarie, ing.,  
Claude Dubeau et  
André Rollin, ing.

Créé en 1943, le département de génie chimique de l'École Polytechnique, occupant alors ses locaux de la rue St-Denis, dispensait au début son enseignement dans le domaine de la chimie industrielle. En 1949, M. Roger Brais accède à la direction du département. Bientôt (et c'est ici un peu la même histoire partout en Amérique), de discipline plus ou moins complémentaire au génie traditionnel qu'il était, le génie chimique se découvre une personnalité de plus en plus définie.

Après la phase descriptive du début, le génie chimique s'attaque dès lors aux techniques fondamentales, à la conception même de l'équipement utilisé dans l'industrie chimique. Il s'agit ici de la phase « opérations unitaires » où le design de colonnes à distiller, de réacteurs, de cristalliseurs, de filtres, d'échangeurs de chaleur de même que l'estimation des coûts des procédés deviennent le propre de l'ingénieur chimiste.



Monsieur Jean L. Corneille, B.Sc.A. et Ing. Poly '49, M.Sc.A. chim. Poly '50, directeur du département génie chimique et professeur titulaire.

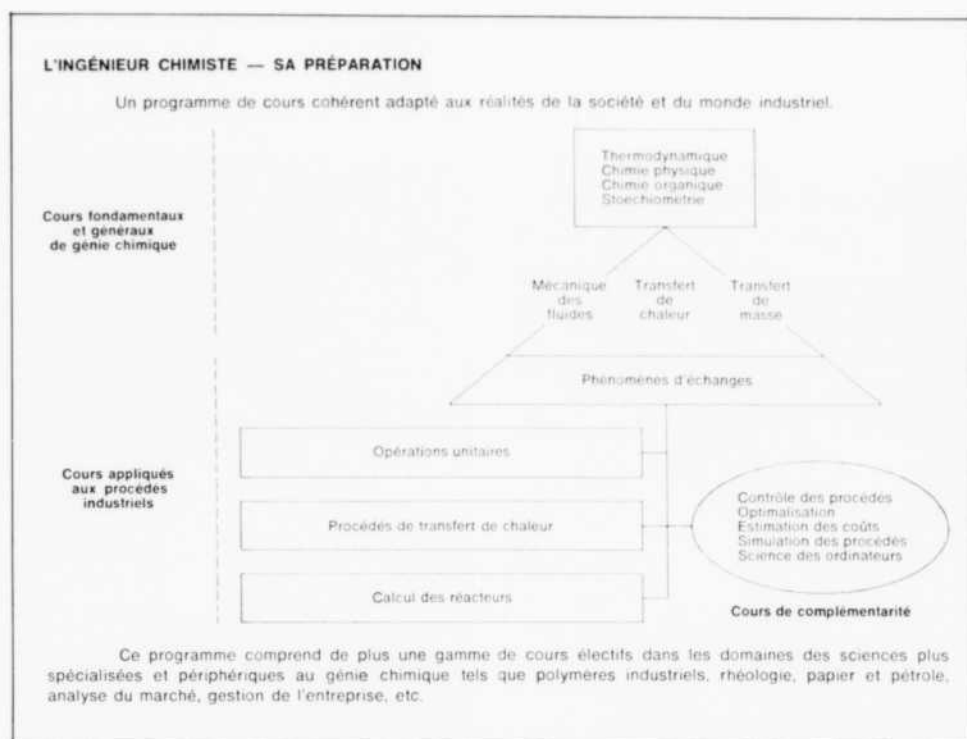
Pour répondre de façon adéquate aux besoins d'un Québec qui suit pas à pas le rythme effarant du progrès, l'École Polytechnique aménage en 1958 les nouveaux locaux qu'elle occupe présentement sur le campus universitaire.

Ce fut pour le département de génie chimique l'occasion d'un nouveau départ. Un prodigieux essor lui fut alors communiqué dont il ressent encore aujourd'hui les effets bénéfiques. Du coup, le département quadruplait son espace vital dont plus de 80% était affecté aux travaux pratiques et à la recherche. Le laboratoire de génie chimique proprement dit, l'un des plus importants, fut équipé de plusieurs nouveaux appareils, quelques-uns même de dimension semi-industrielle. Tout fut conçu de façon à assurer à l'étudiant l'enseignement pratique essentiel à sa formation d'ingénieur et à lui permettre d'affronter sur place des problèmes semblables à ceux auxquels il aura à faire face demain dans l'exercice de sa profession.

Il est presque impossible par la suite d'établir chronologiquement l'évolution du département de génie chimique face à l'impact des sciences de la dernière décennie telles l'informatique, la dynamique, la simulation et l'optimisation des procédés et face aux besoins d'une société nouvelle qui exige de l'ingénieur des connaissances en économie politique, mise en marché, relations humaines en sciences humaines et sociales, en écologie, etc. Bref, les cours se multiplient et se greffent au tronçon de la phase « opérations unitaires » dans un ordre plus ou moins évident.

#### L'objectif : programme

Le département de génie chimique réagit heureusement assez tôt devant cette situation et redonne à son programme une cohérence nouvelle tout en s'assurant la mobilité nécessaire pour faire face à l'évolution constante de l'enseignement du génie. On peut voir dans le tableau ci-joint l'allure du pro-



gramme restructuré. L'idée principale consiste à présenter très tôt au début de la spécialisation une étude unifiée des phénomènes d'échanges ou modes de transfert que l'on rencontre en pratique, i.e. le transfert de momentum, de chaleur et de masse. Ce cours, de par sa nature à la fois théorique et pratique, constitue le trait d'union idéal entre les sciences fondamentales et les sciences appliquées. Il permet en particulier de libérer les cours de génie chimique proprement dits de leur contenu théorique élémentaire pour attaquer plus rapidement la réalité pratique du monde industriel. Du même coup les disciplines connexes, tels le contrôle des procédés, l'optimisation, etc. qui s'adressent au côté pratique des sciences du génie chimique peuvent jouer un rôle beaucoup plus actif et constructif dans la formation de l'ingénieur.

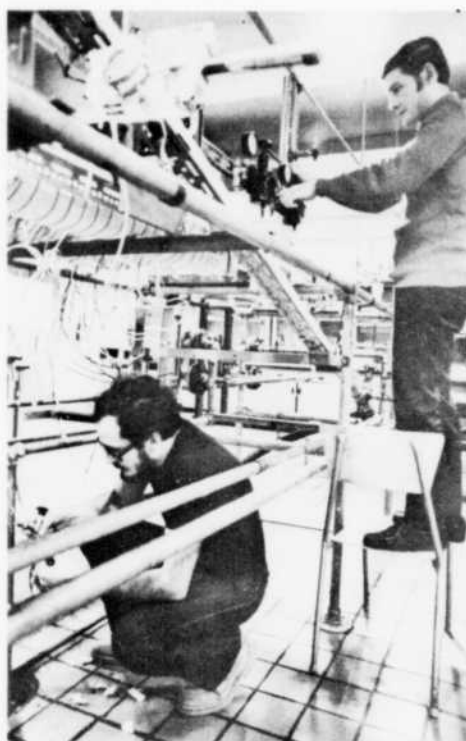
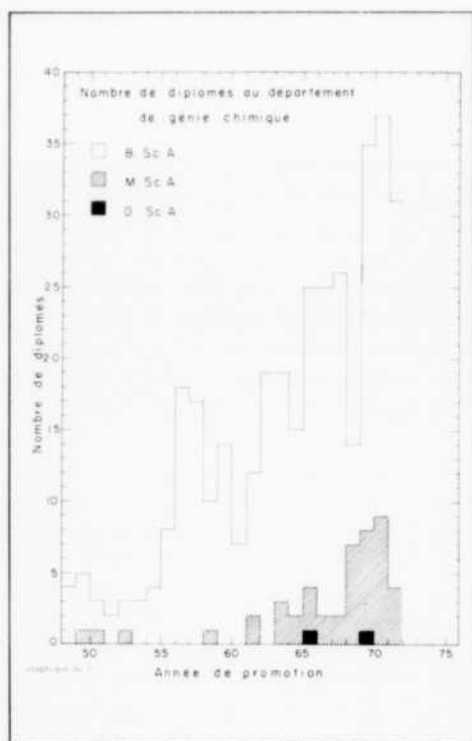
Ainsi préparé l'ingénieur chimiste exige un personnel qualifié et polyvalent. Le département de génie chimique

dispose présentement des services de 18 professeurs réguliers dont 12 détiennent un doctorat et 5 une maîtrise. À l'occasion, des spécialistes sont invités à dispenser l'enseignement de disciplines particulières à orientation spécifiquement industrielle ou sociale.

L'afflux de sang nouveau au sein d'un organisme provoque, la plupart du temps, des réactions heureuses à plus ou moins longue échéance. Il en fut ainsi à notre département. Les jeunes professeurs, bouillonnant d'une activité productrice et communicative, ont insufflé au département une atmosphère vivifiante et enrichissante, propice à l'éclosion de nouvelles idées et au développement de la recherche. Les étudiants eux-mêmes, très tôt sensibilisés à l'évolution de la technique par le truchement d'un réseau de communication multiple et puissant, subissent inéluctablement l'attrait de l'univers scientifique.

Le graphique no 1 montre, en effet, une nette croissance du nombre

Deux chercheurs occupés à la mise au point d'un tube de Pitot avec injection d'air pour la mesure des débits des fluides visqueux et des suspensions.



de diplômés et partant de la clientèle étudiante au niveau des premier et second cycles. Deux types de maîtrises sont offertes à nos étudiants : une maîtrise ès sciences appliquées (M.Sc.A.) favorisant le développement de la composante scientifique et plus orientée vers la recherche ; et une maîtrise en ingénierie (M. Ing.) mettant l'accent surtout sur la composante professionnelle. Quant au troisième cycle, 9 candidats sont présentement en formation pour l'obtention d'un doctorat. Tous ces faits démontrent la stabilité de la clientèle étudiante et l'importance grandissante de la recherche dans notre département.

Aussi l'étudiant qui aspire à l'obtention d'un grade supérieur, maîtrise ou doctorat, se voit offrir une gamme de projets de recherche tant fondamentale qu'appliquée dans des domaines aussi nombreux que diversifiés.

Les liquides non-newtoniens et viscoélastiques constituent une source importante d'exploration en génie chimi-

que. On y étudie les propriétés et le comportement singulier de ces liquides au point de vue transfert de moment, transmission de chaleur et transfert de masse. Le groupe de chercheurs en rhéologie œuvre en plus dans l'étude des phénomènes propres à l'extrusion des plastiques, tels la résonance, les profils de vitesse et la réduction de traînée en régime turbulent et le comportement des éléments de mesure avec les fluides non-newtoniens.

La cinétique chimique est souvent un domaine de prédilection de la recherche appliquée, car elle permet de mettre en évidence la rentabilité du processus étudié. Dans notre département on explore la cinétique des transformations chimiques qui s'effectuent en milieux ioniques concentrés ; plus spécifiquement on étudie la détermination, corrélation et prédiction des propriétés réactionnelles et d'équilibre de solutions aqueuses mixtes réelles. On procède aussi à la détermination de surfaces ca-

talytiques et d'isothermes d'absorption, et à l'étude de réactions catalytiques en vue de la production de composants, tel l'hydrogène.

Les méthodes d'optimisation sont étudiées en relation avec des problèmes tirés de l'industrie chimique : optimisation des conditions opératoires d'un réacteur chimique, optimisation du rendement d'un processus chimique, optimisation de la qualité d'un produit, etc.

On étudie les polymères, leur production, leurs propriétés (viscosité, homogénéité), leur dégradation. Un projet est présentement conçu pour mettre au point un réacteur pour la production continue d'un polymère à poids moléculaire contrôlé.

L'application de la bactériochimie à l'extraction de minéraux à partir de minerais à faible teneur attire depuis quelques années l'attention des chercheurs. C'est dans cette optique que l'extraction du soufre de cadmium par le *Thiobacillus thio-oxidans* est étudiée dans notre département.

#### La vie au département de génie chimique

La vie au département de génie chimique peut être examinée sous plusieurs aspects, telles la vie administrative, l'activité de recherche et la vie sociale. Le département est administré par le Directeur et un Conseil de six membres élus par le personnel enseignant pour un mandat de deux ans. De plus, trois comités ont été formés pour assister le Conseil, soit le Comité des études, le Comité des grades supérieurs et de la recherche et le Comité des services administratifs, sur lesquels siègent les représentants étudiants (voir *organigramme, fig. 2*).

Les domaines de la recherche au département offrent aux étudiants des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles et aux professeurs un moyen de participer à une vie scientifique aux multiples facettes. Ainsi, des professeurs et étudiants se sont réunis

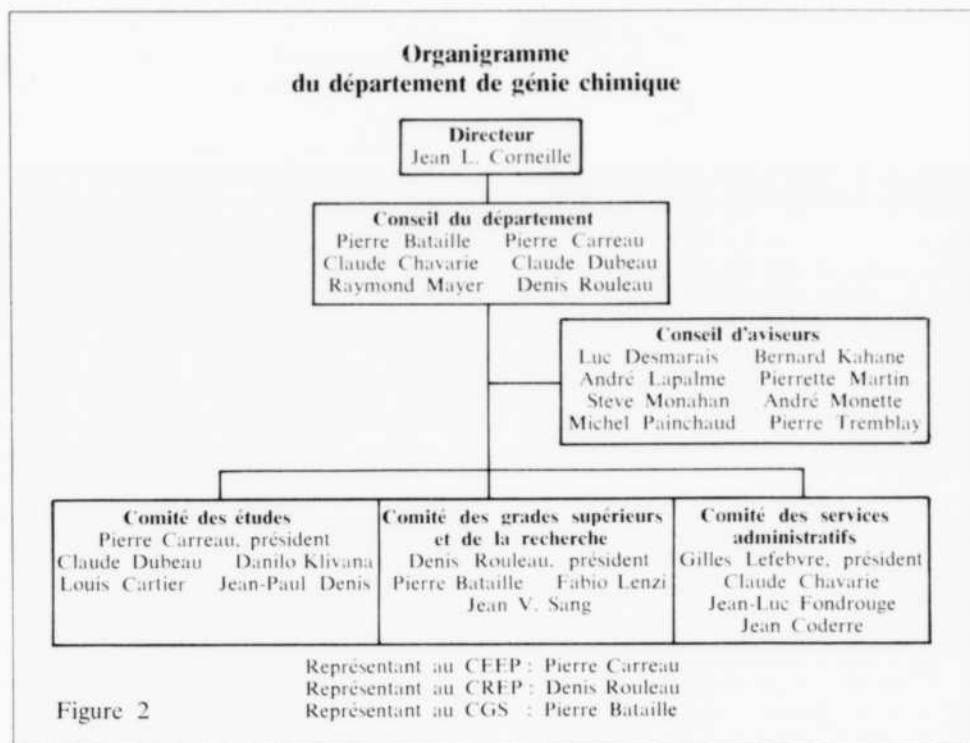


Figure 2

en groupes de recherche et discutent des questions relatives aux problèmes expérimentaux rencontrés, se renseignent sur les récents développements dans la sphère de leur activité et échangent leurs vues sur leur recherche ou l'orientation de leur travail. Des séminaires sont organisés pour permettre des échanges entre les diverses spécialités. Des voyages sont organisés lors de la participation aux congrès ou divers symposiums.

La vie sociale est active au sein du département. Les étudiants des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles et du 1<sup>er</sup> cycle se sont groupés en association et organisent plusieurs activités sociales durant l'année. À chaque semaine les étudiants des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles se rencontrent pour discuter des problèmes propres à leur vie au département et ils publient chaque mois un journal dans lequel les étudiants font valoir leurs opinions au niveau administratif, pédagogique ou autre.

En plus des activités au niveau de l'École Polytechnique, les étudiants du

département de génie chimique sont aussi membres du Chapitre Étudiant de la Société Canadienne du Génie Chimique. Ils peuvent ainsi prendre contact avec les objectifs et participer aux activités de cette société et de l'Institut de Chimie du Canada.

#### Les Centres de recherche

Aucune entité ne peut s'occuper de recherche sans créer des orientations et des concentrations bien particulières, que l'on nomme dans plusieurs cas des centres. Le département de génie chimique n'a pas échappé à ces réalités et compte des groupes de recherche qui sont en mesure, par leurs connaissances très poussées de secteurs spécifiques de la technologie, de rendre des services réels aux industries du Québec.

#### Centre de thermoanalyse

Ce centre comprend une thermobalance Mettler avec accessoires périphériques requis pour les analyses DTA,



DTG et TGA. Ces analyses nous permettent entre autres de mesurer la réaction des corps solides, d'établir les diagrammes de phase, d'étudier l'enthalpie et l'entropie ainsi que le taux de dégradation des polymères, d'étudier la cinétique d'oxydation et de réduction des produits, de mesurer les vitesses de réaction, etc. Un grand nombre d'industries ont déjà profité des services de ce Centre qui est unique au Canada quant à la variété de ses possibilités.

#### Centre de rhéologie

Ce centre comprend les viscosimètres Fann, Brookfield, Ferranti-Shirley, le rhéomètre Burrell Severs et le rhéogoniomètre Weissenberg, ainsi que les équipements requis pour la préparation des solutions sous étude. Les analyses qui sont réalisées sur ces appareils permettent de connaître les propriétés viscosimétriques des fluides newtoniens et non-newtoniens. Ces études sont importantes pour les industries de polymères

et plastiques, de peintures, de produits alimentaires, etc., en vue de connaître les paramètres nécessaires à la caractérisation de l'écoulement et à l'agitation de ces fluides.

Depuis sa création, le département de génie chimique s'est renouvelé constamment sous la pression des besoins suscités par l'épanouissement scientifique, par l'explosion démographique et les diverses aspirations du secteur étudiant. Le programme d'études est continuellement remanié, les méthodes d'enseignement, elles-mêmes, sont modifiées pour tirer avantage des techniques audio-visuelles.

Mais toute cette activité ne saurait être maintenue sans l'intérêt des étudiants, eux-mêmes, qui doit se manifester surtout par une entière collaboration au niveau de la recherche. C'est là l'occasion pour l'étudiant de résoudre des problèmes à la mesure de sa formation et d'acquiescer cette ouverture d'esprit, base de son émancipation intellectuelle.

Cette activité doit aussi être soutenue et intensifiée par un plus grand apport financier des organismes gouvernementaux et industriels, car le taux de croissance économique du pays dépend essentiellement de la quantité et de la qualité du capital intellectuel dont il peut disposer. Le Conseil de service technique de Montréal, Toronto et Calgary signalait dernièrement la grave pénurie de spécialistes au Canada. Y. Mervyn Hambley, président de l'Institut Canadien des Ingénieurs, suggérerait, pour remédier à cette pénurie, d'accroître l'aide financière à nos ingénieurs et à nos universités, fournissant ainsi aux premiers les facilités de poursuivre leurs études et aux seconds l'occasion d'améliorer leurs installations de recherche. Puisse ce souhait de M. Hambley se réaliser dans un avenir très rapproché !



# Génie métallurgique

par Michel Rigaud, ing. \*

## But et envergure

Cet article a été écrit sous l'éclairage du thème du centenaire de l'École Polytechnique : Poly deuxième siècle, la technologie et les ressources au service de l'homme et du milieu. Cet article s'attache à préciser ce qu'est le programme de génie métallurgique et à décrire l'encadrement qu'on lui accorde présentement. En fin d'article, l'orientation future du programme est esquissée.

## Introduction

L'ingénieur métallurgiste est celui qui s'occupe de l'extraction des métaux des minéraux dans lesquels ils sont emprisonnés et de l'élaboration de ces métaux et alliages pour les rendre utiles à la société. De l'élaboration des métaux, en passant par leur purification, leur mise en forme jusqu'au traitement de surface parfois nécessaire pour obtenir la pièce finale, voilà autant de domaines qui permettent aux ingénieurs métallurgistes de participer à l'œuvre communautaire de l'industrie et du commerce et d'être au service de l'homme et du milieu.

L'ingénieur métallurgiste est avant tout un ingénieur, certes un ingénieur avec une teinte particulière mais tout aussi polyvalent que ses collègues issus d'autres programmes de formation.

Cette teinte particulière lui vient pour une part du fait qu'il est formé dans un esprit où le point de vue microscopique précède dans bien des cas le point de vue macroscopique. À titre d'exemple, les ingénieurs en électricité se préoccupent-ils de la théorie électronique des solides et les ingénieurs en structure, en mécanique et en civil se préoccupent-ils de la théorie des dislocations ?

## Les principes directeurs de la formation

« Les ingénieurs obtenant leur diplôme dans les cinq prochaines années atteindront l'apogée de leur carrière vers 1990-2000. Les structures de l'industrie et de la société seront-elles alors les mêmes qu'actuellement ? Si la prospective permet d'établir certains profils de l'évolution du monde industriel, les conclusions restent encore assez floues et parfois contradictoires.

Il apparaît toutefois comme acquis que les industries de base (le secteur fabrication — production — entretien), tout en augmentant leur volume de production requerront un pourcentage moindre de personnel. Par contre, le secteur tertiaire (les services) emploiera un pourcentage de plus en plus élevé de personnes. Ce phénomène sera amplifié par l'industrialisation des pays en voie de développement. De plus en plus, les ingénieurs des pays développés seront appelés à travailler à des projets d'implantations industrielles, à concevoir, organiser et mettre en route des industries dans les pays en voie de développement. Cet aspect de l'évolution des fonctions accentue le problème des contacts humains et du rôle social de l'ingénieur. D'où la *nécessité d'ingénieurs adaptables, capables d'évoluer, convaincus que le recyclage sera chose nécessaire au cours de leur carrière et prêts à jouer un rôle social.*

Le niveau des connaissances s'élevant de jour en jour et la formation sco-

Monsieur Michel Rigaud, B.Sc.A. et Ing. Poly '53, M.Sc.A. métallurgie Poly '64, D.Sc.A. métallurgie Poly '66, directeur du département génie métallurgique et professeur agrégé.

La métallurgie d'hier... (forgeron invité lors des journées d'information du génie métallurgique en novembre 1972).

Four de fusion sous vide et atmosphère contrôlée, pouvant atteindre 300 °C.



laire et universitaire de diverses catégories d'employés devenant de plus en plus approfondie, les ingénieurs verront nombre de leurs tâches habituelles remplies par des personnes telles que techniciens ou technologues. *L'aspect « réalisation » des fonctions d'ingénieur ira s'amenuisant, alors que l'aspect « conception, innovation » sera de plus en plus amplifié.* Il y aura donc une « fuite vers le haut » des fonctions, le terme « haut » étant synonyme de « soft ware » (conception, innovation), opposé à « hard ware » (réalisation et production routinières) <sup>1</sup>.

### Un modèle théorique en 3 dimensions

Pour établir le profil de formation de l'ingénieur, nous allons nous référer à une représentation tridimensionnelle où, dans un trièdre rectangle, les trois axes ont les significations suivantes :

ox — *connaissances pratiques*, qui comprennent les faits bruts (renseignements purement techniques) et connaissances scientifiques, i.e. les outils dont dispose l'ingénieur (sciences de base telles que les mathématiques, la physique, la chimie) pour résoudre les problèmes.

oy — *conceptualisation, esprit d'analyse et de synthèse*. Cet axe se développe en maniant les outils et enseignements de l'axe ox et en apprenant certaines méthodes de mise en équation, de conceptualisation.

oz — *qualités subjectives et affectives*. Alors que les deux axes précédents pouvaient être attribués à certains concepts bien définis, le 3<sup>e</sup> axe est plus difficile à définir. Il comprend les relations humaines, la culture générale, l'art de la communication, les aspects sociaux de la carrière d'ingénieur.

Avec de tels axes, une matière (ou cours) est représentée par une

direction de l'espace en passant par l'origine. Sur une telle direction, peut être défini un vecteur d'origine 0, dont les composantes x, y, z dépendront essentiellement de la matière. La formation globale d'un ingénieur sera alors représentée par l'enveloppe des extrémités des vecteurs.

La question qui se pose maintenant : quelle est la forme exacte de cette surface enveloppe : une sphère, un ellipsoïde ou une surface plus complexe ?

Une chose est certaine, la formation d'un ingénieur ne se mesure pas seulement selon la direction ox, donc seulement à partir de la simple énumération des contenus de cours, aussi bien agencés puissent-ils être !

Il faut reconnaître que la quantification selon l'axe oy et encore plus selon l'axe oz n'est pas chose facile et que nous cherchons encore notre voie.

Quoi qu'il en soit, la nécessité de former des ingénieurs adaptables et spécialisables conduit à la définition d'un minimum incompressible, relatif aux sciences de base (axe ox : mathématiques, physique, chimie, science et ingénierie des matériaux).

Les fonctions innovation, création, conceptualisation (axe oy) devant être amplifiées au cours du passage de l'étudiant à Poly, il faut éveiller et développer le sens critique, l'esprit de synthèse, les méthodes de penser, l'originalité, l'art d'utiliser les connaissances de base. Cette nécessité, jointe à celle de former des ingénieurs adaptables, implique que le choix de l'option métallurgie ne doit pas conduire à la formation d'ingénieurs ayant de vastes connaissances pratiques ou un grand nombre de recettes en technologie des matériaux.

L'amplification de l'axe z doit se faire en premier lieu par l'acquisition de connaissances non techniques (sciences économiques et sociologiques) où le travail et la motivation de l'étudiant sont primordiaux, mais cette amplification ne peut être parfaite sans un travail d'équi-

pe professeur-étudiant très intense. Le développement des facilités d'expressions écrite et orale, du sens et de l'importance des relations humaines, se fait donc selon deux principes :

— le professeur, par son intégrité, son honnêteté, son ouverture d'esprit doit servir d'exemple aux étudiants et doit ainsi favoriser l'épanouissement de telles qualités chez les étudiants ;

— les étudiants, par leur motivation, leur intérêt, la prise en charge de leur responsabilité, leur initiative, doivent s'entraîner d'eux-mêmes à développer leur composante z.

### Le plan des connaissances en génie métallurgique

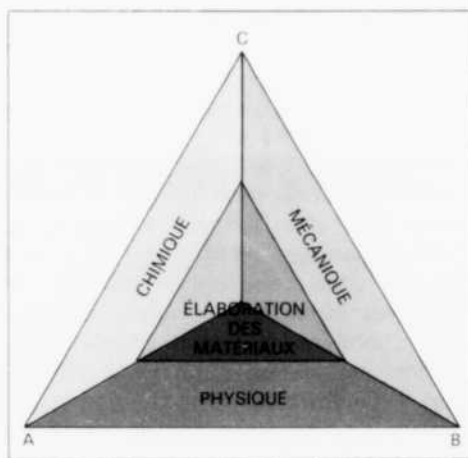
La métallurgie, comme les autres branches du génie, est avant tout une discipline carrefour, mettant en application des connaissances fondamentales dans les domaines les plus variés.

Le programme de cours se subdivise en trois catégories distinctes :

- a) les cours fondamentaux ; mathématique, physique, chimie, dits cours de science de base ;
- b) les cours de science du génie, de conception et de synthèse ; et enfin
- c) les cours de sciences sociales, humanités et autres.

En 1971, le découpage du programme selon ces 3 catégories donne les pourcentages respectifs suivants : 37,1%, 46,4% et 16,5%.

Le schéma montré représente une vue synthétique du programme des cours de spécialité. On y retrouve les trois aspects majeurs : métallurgie physique, métallurgie chimique, métallurgie mécanique, sur lesquels reposent le génie métallurgique proprement dit, c'est-à-dire le génie de l'élaboration des métaux et des matériaux. Le triangle de base ABC peut être décomposé en deux parties égales ADC et BDC pour représenter respectivement la métallurgie extractive et la métallurgie adaptative.



Dans le secteur métallurgie chimique, on retrouve des cours comme énergétique, cinétique, diagrammes de phase, diffusion ; en métallurgie physique : théorie électronique des solides et structure cristalline ; en métallurgie mécanique : théorie des dislocations, théorie de l'élasticité, déformation plastique et analyse de la rupture ; en génie métallurgique, dans le triangle central, on retrouve des cours ou des parties de cours sur le calcul des réacteurs et phénomènes d'échange, aciérage, traitements thermiques, solidification et purification, mise en forme par fonderie, laminage, emboutissage, soudage, usinage et traitements de finition, choix rationnel des matériaux.

### L'encadrement

La responsabilité d'enseigner la dernière partie du programme en génie métallurgique revient à un ensemble de neuf professeurs regroupés dans cette unité administrative qu'est le département de génie métallurgique.

Le département a été fondé en 1958, même si des cours de métallurgie se donnaient à l'École Polytechnique depuis au moins 1942. À l'origine, il avait été créé pour satisfaire les besoins de l'industrie québécoise en ingénieurs métallurgistes à raison d'une vingtaine d'étudiants par année. De fait, de 1960

à 1972, le nombre moyen de diplômés au niveau du 1<sup>er</sup> cycle a été de 12 par année, 148 au total, 19 en 1971-72. De plus, depuis 1962, 36 ingénieurs y ont obtenu une maîtrise et 6 un doctorat.

Dès sa création, le département a su déceler sa vocation en recherches. Son premier directeur écrivait alors : « Il est du devoir du professeur de se tenir continuellement à l'affût des progrès de la science et de la technologie. Ce n'est que par l'étude et la recherche qu'il pourra apporter sa précieuse contribution au monde scientifique et industriel et, en retour, se tenir au courant des progrès. C'est ce qui lui permettra d'entraîner efficacement les jeunes qui lui sont confiés ». Il a, par la suite, su encourager et faciliter la recherche fondamentale en métallurgie tout aussi bien du côté théorique de la science des métaux que du côté d'application immédiate du génie métallurgique. Aujourd'hui, 24 projets de recherches sont en cours, dans le cadre de trois axes de développement principaux — métallurgie du niobium et du titane, énergétique des matériaux et formage des matériaux. En 1971-72, les professeurs ont fait publier 24 articles dans diverses revues scientifiques et le département compte au-delà de 65 publications depuis 1958.

La présence au département en 1972 de 4 chercheurs post-doctoraux, de 3 assistants de recherche et de 20 étudiants en grade supérieur (M.Sc.A. et D.Sc.A.) témoigne aussi éloquemment de l'activité du département en recherche scientifique.

Mais les efforts des professeurs du département ne se limitent pas à l'enseignement traditionnel et à la recherche. En plus de leur participation à de nombreux travaux, comités, à l'échelle locale, provinciale, nationale et internationale, plusieurs ont cherché à innover dans l'enseignement. Ces innovations pédagogiques ont souvent débordé le cadre du département et de l'École.

## L'avenir

La question de l'éducation considérée comme partie intégrante du processus de progrès social sera prochainement posée explicitement. Les politiques visant la recherche et le développement pédagogiques, l'innovation en matière d'enseignement et, jusqu'à un certain point, la planification de l'enseignement, devront être examinées dans ce cadre et réorientées autour de ce principe de base. Dans cette ambiance, le département continuera à prôner l'élargissement du programme de formation dont il a présentement la responsabilité pour déboucher sur un programme en génie « matériau-logique ». (Nous introduisons aujourd'hui ce néologisme de préférence à « matériologie » : la science et l'ingénierie des matériaux, étymologiquement acceptable mais ayant une consonance trop marquée avec matériel, matérialisme.)

Il nous semble que le développement industriel du Québec exigera plus d'ingénieurs métallurgistes ou matériau-logistes aussi bien dans le secteur manufacturier que dans le secteur primaire. C'est à ce développement, nécessaire à une société forte et équilibrée, que le département actuel de génie métallurgique entend contribuer en favorisant « le développement du sens de la créativité et le sens des réalités économiques et sociologiques chez les futurs ingénieurs » (le premier objectif général de l'École Polytechnique).

## Référence

1. Colloque du département de génie métallurgique à Sainte-Adèle, 7-8 mai 1970. Rapport interne.

# Génie minier

par Denis-E. Gill, ing. \*

## Introduction

Le département de génie minier a présentement la responsabilité du programme conduisant au diplôme d'ingénieur de mines. La tâche essentielle de l'ingénieur de mines est de voir à ce que certaines concentrations naturelles de minéraux soient économiquement exploitables. Plus précisément, il imagine des façons et des moyens d'excaver en souterrain ou en découverte ces portions de la croûte terrestre et d'en retirer, à un coût minimal, les matériaux dont l'homme a besoin pour assurer sa survie ; il extrait du sous-sol pratiquement toutes les substances minérales solides utilisées dans le monde. Il est donc un maillon important dans la chaîne de production des biens nécessaires pour assurer le confort et le bien-être des humains.

Sa profession est l'une des plus anciennes, et malgré qu'elle soit l'une des plus indispensables à l'ensemble des hommes, elle est aussi l'une des plus méconnues et, de ce fait, l'une des moins appréciées. Procédons d'abord à un court appel historique sur l'exploitation des mines.

## L'exploitation des mines à travers les âges<sup>1</sup>

Les fouilles archéologiques ont révélé que les hommes exploitaient déjà

des mines à l'âge de pierre (8,000 av. J.C.). Ils cherchaient surtout le silex pour fabriquer armes et outils ; les ossements, le bois et les peaux de bêtes constituaient leurs outils et les matériaux de soutènement. On exploitait à découvert et en souterrain. Le minage des minerais de cuivre et d'étain fit passer l'humanité à l'âge de bronze (vers 4,000 av. J.C.). À compter de cette époque, les mineurs utilisèrent les outils de bronze mais les techniques de soutènement et de transport demeurèrent les mêmes. Puis, l'homme exploita des mines d'or et d'argent ; les civilisations grecques et romaines fournirent quelques inventions qui facilitèrent les exploitations en souterrain. L'âge de fer (de 1,500 av. J.C. à 1,800 ap. J.C.) a été témoin de progrès considérables pour ce qui a trait aux outils d'extractions et de transport : citons, entre autres, l'utilisation, suite aux voyages de Marco Polo, de la poudre à canon comme outil d'extraction.

La dynamite remplaça la poudre à canon au 19<sup>e</sup> siècle. Les techniques d'exploitation, en usage aujourd'hui, ont été mises au point vers le même temps. Le moteur électrique et le moteur à combustion interne ont depuis remplacé les machines à vapeur. De nos jours, les exploitations en fosse peuvent atteindre 2,000 pieds de profondeur et les exploitations en souterrain, plus de 10,000 pieds. On y utilise, par exemple, des camions pouvant transporter 200 tonnes de minerais en un seul voyage, des pompes capables de refouler l'eau sur une hauteur de 3,000 pieds, des foreuses pouvant percer des voies souterraines atteignant 30 pieds de diamètre.

Suite à ce rappel, on constate que l'ingénieur de mines, en 1973, conçoit et exécute essentiellement les mêmes travaux qu'à l'âge de pierre. Il a, au cours des temps, amélioré ses outils et ses techniques ; la complexité de ses réalisations contemporaines n'est aucunement comparable à celle de ses réalisations des époques précédentes.



Monsieur Denis E. Gill, B.Sc.A. et Ing. Poly '62, M.Eng. 1964 de l'Université McGill, Ph.D. 1970 de l'Université McGill, directeur du département génie minier et professeur agrégé.

### Le génie minier à l'École Polytechnique

Au cours du premier siècle d'existence de l'École Polytechnique, ses dirigeants ont reconnu l'importance de l'industrie minière dans la vie économique de la société québécoise en particulier. Nous citons, pour soutenir cette affirmation, l'extrait suivant du Mémoire présenté au Conseil des universités du Québec sur l'orientation de l'École :

*« L'industrie minière constitue un important pôle de développement économique pour le Québec. C'est pourquoi l'École Polytechnique a résolu, il y a déjà plusieurs années, de contribuer dans toute la mesure de ses ressources au développement du domaine minéral par l'enseignement des sciences et de la technologie et de la recherche... »<sup>11</sup>*

Il y a donc eu un enseignement en exploitation des mines dispensé depuis la fondation de l'École et, graduellement, cet enseignement a pris de plus en plus d'ampleur pour aboutir à un programme complet.

L'évolution de la technologie avait commandé, au début des années quarante, l'établissement du système d'options au sein du cours régulier d'ingénieur à l'École Polytechnique de Montréal. Il s'ensuivit la formation de différentes options dont l'option C, mines-métallurgie qui permettait aux étudiants, à compter de 1942, de se spécialiser dans les sciences minérales et dans l'exploitation des mines<sup>2</sup>. Monsieur Pierre Maufette fut le directeur du département responsable de cette option.

Antérieurement, la technologie minière avait déjà place dans les programmes d'étude ; ainsi MM. J. Obalski (1882-1887) et A. Mailhiot (1910-1938) avaient enseigné l'exploitation des mines<sup>3</sup>.

En 1945, l'option C fut changée pour mines-géologie, tandis que la mé-

tallurgie était associée à la chimie pour former l'option D ; ce changement était motivé par le fait qu'il fallait à l'ingénieur minier de cette époque plus de géologie que de métallurgie<sup>2</sup>. Puis, en 1958, par souci d'équivalence avec les autres universités, l'option C fut scindée et le département de génie minier apparut avec son propre programme sous la direction de monsieur P.E. Riverin<sup>2</sup>. En septembre 1965, monsieur L. Juteau remplaça monsieur Riverin qui venait d'être nommé président de la Corporation de l'École.

Afin de satisfaire plus adéquatement aux besoins du marché du travail, le programme de génie minier prit deux orientations distinctes en 1967 ; les étudiants purent alors choisir entre deux concentrations : l'exploitation des mines et le traitement des minerais. L'ensemble du programme fut adapté au régime de promotion par matières en 1969-70 ; auparavant, les étudiants inscrits à ce programme étaient promus par degrés. L'auteur de ces lignes remplaça monsieur Juteau à la direction du département le 1<sup>er</sup> novembre 1971.

### Évolution des programmes

#### Programme du Premier Cycle

D'une part, on s'est accordé à déplorer, depuis la dernière guerre jusqu'au cours des dernières années, une carence de personnel qualifié dans l'industrie minérale en général<sup>4</sup>. Cette crise se serait résorbée récemment pour ce qui a trait à certains champs d'activité de ce secteur de l'industrie, mais le problème subsiste, semble-t-il, pour le génie minier<sup>5</sup>. Bien que l'enseignement universitaire ne constitue qu'un seul aspect de cette crise, qu'une facette de l'image que projette l'industrie minière aux jeunes qui sont susceptibles d'y faire carrière<sup>4, 6</sup>, le département de génie minier de l'École Polytechnique a réagi au problème en procédant à certaines réformes.

D'autre part, de nouveaux besoins sont apparus dans l'industrie minière québécoise au cours des dernières décennies et, comme dans toutes les industries, l'évolution de la technologie a commandé aussi des réformes de l'enseignement universitaire. En effet, l'implantation des exploitations de minerai de fer dans le nouveau Québec, le développement de la mécanique des roches et l'apparition des calculatrices sont autant d'exemples de nouveaux besoins créés, de disciplines et d'équipement engendrés par la technologie.

Notre programme du premier cycle a donc subi une évolution marquée ; nous tentons de l'illustrer à l'aide du tableau I.

Tableau I

#### Évolution du programme du premier cycle

Catégorie de cours	1957	1958	1966	1972	
	(a)	(a)	(b)	max.	min.
<b>De formation générale</b>	6%	7%	6%	7%	6%
<b>Fondamentaux</b>	40	39	35	24	20
<b>Appliqués de base</b>	30	23	19	37	18
<b>Appliqués de spécialité</b>	24	31	40	46	36

(a) référence 7

(b) référence 8

(c) référence 9

Dans la préparation de ce tableau, les cours de formation générale sont ceux dont le but est d'élargir le champ de connaissance de l'étudiant et de parfaire sa culture. Par cours fondamentaux, on entend les cours de mathématiques, de physique et de chimie préparatoires aux autres catégories de cours. Les cours dans les matières d'application qui servent d'introduction aux cours de la spécialité sont appelés ici appliqués de base. Ces définitions étant posées, il

est maintenant facile de déduire ce qu'on veut dire par cours appliqués de spécialité.

Or, constate, alors, que la formation donnée aux étudiants est devenue de plus en plus spécialisée. Spécifions que le régime de promotion par matières est responsable des fluctuations possibles dans les proportions relatives des catégories de cours en 1972 ; ce sont les limites qui sont données au tableau I. La plupart des étudiants construisent des grilles de cours telles que la catégorie de cours appliqués de spécialité s'approche de la proportion maximale, soit 46%. Il faut se rappeler que la proportion de cours de spécialité en 1942 était de l'ordre de 10%<sup>2</sup>. La réduction graduelle de la proportion des cours fondamentaux que l'on peut observer au tableau I résulte principalement des changements dans l'enseignement au secondaire et de l'apparition des CEGEP.

Cette évolution n'a été possible que par un accroissement du nombre des professeurs ; durant la période 1958-1973, le personnel enseignant s'est accru périodiquement pour passer de deux membres en 1957 à cinq membres en 1965 puis à huit membres en 1968. La disponibilité d'un plus grand nombre de professeurs de carrière a permis cette meilleure adaptation du programme au besoin du marché par l'addition de cours nouveaux ; il est bon de citer parmi ces additions, la mécanique des roches et des sols appliquée à l'exploitation des mines et à la manutention des matériaux en vrac, l'exploitation en fosse, l'économie des minéraux, la géostatistique, la recherche opérationnelle minière, l'application des calculatrices à l'industrie minière, l'ingénierie nordique, l'énergétique et l'hydrométallurgie.

Ces additions ont été possibles grâce à l'apparition des cours électifs et des grilles orientées. En effet, d'une part, le nombre de crédits de cours disponibles devenait supérieur au nombre de crédits

requis pour compléter le cours d'ingénieur ; d'autre part, ces cours étaient tous d'une grande utilité dans leur formation. Il a donc fallu permettre aux étudiants de choisir les cours qui les intéressaient le plus à l'intérieur de listes qui définissent les deux orientations spécifiques du programme : l'exploitation des mines et le traitement des minerais.

Au département de génie minier, l'aspect humain a toujours tenu une place importante au programme de premier cycle. Depuis longtemps, l'ingénieur de mines s'intéresse aux relations humaines, à la qualité de l'air qu'il fait circuler dans la mine, à la sécurité des travailleurs et à leur santé, plus particulièrement aux maladies occupationnelles, au bruit et à l'éclairage. Le programme comporte donc un ensemble de cours portant sur cet aspect, certains y étant inscrits depuis 1958, d'autres y ont été ajoutés depuis.

L'exploitation des mines donne lieu à des problèmes de protection de l'environnement. L'ingénieur de mines en a été conscient bien avant les hommes politiques et bien avant que ces sujets fassent les manchettes dans les media d'information. Je cite, pour appuyer ce point, les paroles prononcées par un ingénieur minier français en 1937 :<sup>10</sup>

*« Je dois avouer qu'il y a des choses qui me pèsent lourd sur le cœur. Et d'abord, les blessures géantes que nous infligeons à la nature... J'évoque, par exemple, avec un sentiment de culpabilité désagréable le spectacle des grandes exploitations en découverte... Que dire des paysages lunaires de Sicile brûlés par le soufre?... Que dire des cultures ravagées par les eaux d'exhaure? Et la pollution de l'air et des rivières! Et les terribles, ces montagnes noires...! »*

Certains de ces problèmes ont été résolus depuis ; d'autres persistent ou même ont pris de l'ampleur. De nos jours, les

étudiants en génie minier sont encore plus à l'affût des problèmes liés à la protection de l'environnement. Nous tentons d'entretenir cet intérêt et nous nous efforçons de les entraîner à résoudre ces problèmes de milieu dans les différents cours de génie minier offerts au programme.

Dans un même ordre d'idée, l'accroissement continu de la production des substances minérales préoccupe les ingénieurs de mines : nous tentons de rendre l'étudiant conscient qu'il devra, à la fois, se considérer, en quelque sorte, le chien de garde des richesses minérales, se préoccuper du profit immédiat pour pouvoir disposer de fonds d'investissement et ne pas sacrifier le présent à des besoins à venir qui ne se feront peut-être plus sentir.

Il est vrai que nous n'avons pas consacré une trop forte proportion du programme aux problèmes évoqués dans les deux paragraphes précédents. Des additions importantes portant sur la préservation de l'environnement dans l'exploitation des mines devront être faites au cours des prochaines années.

### **Programme du deuxième et troisième cycles**

Le département de génie minier a offert un premier programme de maîtrise en 1958, en traitement des minerais, le premier diplôme de maîtrise était décerné en 1960. En 1965, un programme de maîtrise en mécanique des roches s'ajouta, suivi en 1967 d'un programme de doctorat dans la même discipline. Un programme de maîtrise en recherche opérationnelle minière vint se greffer aux précédents en 1968. Le département décerna en 1970 son premier doctorat.

Ces programmes de grades supérieurs ont été élaborés dans le but de spécialiser des ingénieurs ; ils ont donc un caractère professionnel en ce sens que ceux qui s'y inscrivent sont aptes, dès l'obtention de leur diplôme, à servir immédiatement dans l'industrie. Ces

programmes ont donc la particularité de développer chez les étudiants un esprit analytique et méthodique, de leur inculquer systématiquement les moyens et les façons d'appliquer efficacement les connaissances scientifiques et de les exposer à des solutions typiques d'ingénieurs.

Si, en 1958, il y avait à peine 6 crédits de cours de grades supérieurs offerts par le département, il y en a présentement 38½ de disponibles. Ce nombre nous apparaît à peu près suffisant, compte tenu des différents domaines qu'il nous faut occuper et compte tenu de nos effectifs étudiants aux grades supérieurs. Nous ne prévoyons pas l'augmenter au cours des années à venir, à moins d'assister à un accroissement imprévu du nombre d'étudiants.

Le département de génie minier a fortement encouragé ces dernières années l'implantation de l'ingénierie nordique à l'École Polytechnique. L'intérêt du département dans ce domaine a été suscité par le fait que le développement du nord se fait présentement dans le but principal d'y exploiter des richesses minérales. Bien qu'une bonne part des problèmes reliés à l'exploitation de gisements de minerais dans le nord relèvent d'autres disciplines que le génie minier, nous avons cru de notre devoir de motiver nos collègues en ce sens. C'est pourquoi le département participe en forte proportion au programme de 2<sup>e</sup> cycle en ingénierie nordique. L'éventualité de mettre plus d'emphasis sur l'ingénierie nordique au programme de premier cycle n'est pas exclue; on a même songé à constituer une troisième orientation du programme qui serait axée sur l'exploitation des mines dans le grand nord.

## Recherche

Diverses recherches ont été conduites dans nos laboratoires depuis 1958, et elles ont mené au développement de procédés et de techniques in-

dustriels, et à des théories de calcul et de dessin. Tous les étudiants de grades supérieurs y ont été impliqués.

L'évolution de la recherche a été au département de génie minier sensiblement la même que pour l'ensemble de l'École. Avant 1965, les sommes octroyées aux professeurs du département étaient à peu près nulles; bien qu'il n'y ait pas de statistiques disponibles, il y eut certaines recherches contractuelles qui ont été faites dans la période de 1958-65. Il est possible de constater à l'aide du tableau II que, depuis 1965, les sommes octroyées et les montants des recherches contractuelles effectuées annuellement se sont accrus passablement.

Tableau II

Année	Octroi \$	Contrat \$
1967-68 (a)	34,320	10,000
1968-69 (b)	34,680	49,666
1969-70 (c)	48,184	21,666
1970-71 (d)	102,860 (e)	38,364
1971-72 (f)	90,700 (g)	34,953
1972-73	86,600 (h)	92,000 (i)

(a) référence 14;

(b) référence 15;

(c) référence 16;

(d) référence 17;

(e) comprend un octroi de \$83,350 pour achat d'appareils coûteux;

(f) référence 18;

(g) comprend un octroi de \$50,000 fait à un groupe d'actions concertées incluant aussi des professeurs d'autres départements;

(h) comprend un octroi de \$30,000 fait à un groupe d'actions concertées incluant aussi des professeurs d'autres départements;

(i) comprend un contrat de \$70,000 impliquant aussi des professeurs d'autres départements ainsi qu'un contrat de \$22,000 impliquant aussi des professeurs de l'Université du Québec à Chicoutimi.

La fonction de professeur comprend l'enseignement et la recherche. Il est admis que la recherche a un rôle stimulant sur l'enseignement et réciproque-

ment. Les professeurs du département ont donc tenté, en général, de préserver un juste équilibre entre l'enseignement et la recherche; il en a résulté un enseignement adapté et un renouvellement des ouvrages didactiques.

Un but indirect des recherches dans les facultés de génie est le développement de l'industrie. Nous atteignons ce but en partie en formant, par un enseignement de premier plan, les ingénieurs que l'industrie minière désire; nous atteignons ce but également par la conduite de recherches qui, à court ou à long terme, résolvent en tout ou en partie des problèmes industriels.

Maintenant que la recherche est lancée, le département devra, au cours de la prochaine décennie, définir plus précisément sa politique de recherche, fixer un certain nombre de lignes de force qui feront que certains domaines auront priorité dans l'allocation des ressources. Les critères qui seront utilisés dans l'établissement de cette politique seront d'ordre socio-économique. La formation de groupes d'actions concertées pluridisciplinaires continuera sûrement à être favorisée. Il faudra tenir compte des axes de développement de l'École.

Les professeurs du département conduisent présentement des recherches dans les domaines où ils excellent. En mécanique des roches, ils s'intéressent à l'analyse de stabilité des talus rocheux des exploitations en découverte et aux méthodes de surveillance de cette stabilité; l'interaction massif-soulèvement est aussi l'objet de recherches. Les problèmes d'homogénéisation de minerai, de transport et de planification sont soumis à l'investigation; ce sont des problèmes importants pour ceux qui s'occupent de la recherche opérationnelle minière. La mise au point de méthodes de détermination en place des propriétés des matériaux géologiques gelés polarisent les énergies de quelques professeurs. La valorisation des minerais titanifères et la production d'oxyde de niobium à partir

Un essai de compression triaxiale sur une éprouvette de roche est en cours à l'aide d'une cellule permettant 10,000 livres par pouce carré de pression de confinement et d'une presse hydraulique programmable de 400,000 livres de capacité.

Un étudiant procède à une analyse granulométrique d'un échantillon de minéral concassé de plusieurs livres au laboratoire de comminution et concassage.



du pyrochlore sont des projets sur lesquels œuvrent les professeurs de traitement des minerais et d'hydrométallurgie. Enfin, d'autres travaillent au développement d'appareils de régularisation de l'aérage de mines.

### Effectifs étudiants

Le nombre d'étudiants inscrits annuellement au programme de premier cycle fluctue périodiquement depuis 1958, passant par des maxima de 70 à 80 et des minima de 30 à 40, malgré que la demande en ingénieurs de mines soit demeurée relativement forte. Il semble que les mauvaises conditions de l'emploi pour les ingénieurs des autres spécialités font accroître les inscriptions alors que, dans le cas contraire, les étudiants préfèrent s'inscrire dans des spécialités qui ne les obligeront pas à travailler loin des grands centres urbains. C'est probablement pourquoi seulement 70% de nos diplômés de la période 1960-70 qui font carrière dans la spécialité alors que, pour d'autres spécialités enseignées à l'École, le chiffre moyen correspondant est de 84%<sup>12</sup>. Il faut remarquer que les étudiants qui choisissent le génie minier proviennent surtout de la région métropolitaine et que différentes campagnes de recrutement et d'information menées dans les CEGEP et à l'École même n'ont apporté aucun changement apparent aux variations cycliques des effectifs.

Il est dommage de constater que si peu de francophones s'intéressent à l'industrie minière, industrie dans laquelle ils sont pourtant déjà très sous-représentés. Bien qu'il n'existe pas de données précises, on peut affirmer que leur participation est inférieure à 20% ; en effet, de tous les ingénieurs de mines œuvrant dans le nord du Québec, où on retrouve la majorité des mines exploitées, on prétend que près de 70% des ingénieurs de mines sont « importés »<sup>13</sup>, les autres étant québécois, francophones ou anglophones.

Les effectifs des étudiants inscrits aux grades supérieurs se sont accrus depuis 1958 pour se stabiliser depuis quatre ans autour de 10. Nous croyons qu'idéalement le nombre de candidats aux grades supérieurs devrait être plutôt compris entre 15 et 20, ce qui représente approximativement une moyenne de 2 étudiants par professeurs. Nous visons cet objectif et nous espérons l'atteindre dès le début du deuxième siècle d'existence de l'École.

### Conclusion

L'École Polytechnique a une mission industrielle; elle doit offrir un certain nombre de programmes de premier, deuxième et troisième cycles pour satisfaire les besoins du marché du travail, en général, et celui de l'industrie minière en particulier. Ce dernier n'est pas le moindre en importance car la production minière représente approximativement 10% du produit national brut québécois et est responsable directement ou indirectement d'au moins 225,000 emplois. Le département de génie minier a été bien conscient de cette vocation; il s'est efforcé, depuis sa fondation, de remplir ce rôle le mieux possible avec les moyens dont il disposait. Dans l'élaboration du programme, il a fallu tenir compte des structures existantes; il a fallu tenir compte du fait que l'ingénieur doit développer aussi un sens des valeurs humaines, morales et sociales.

Parmi les paragraphes précédents, certains annoncent des changements prévus, souhaités ou anticipés au programme de l'ingénieur de mines; ces changements vont accentuer les aspects humains et sociaux du rôle de l'ingénieur. Nous espérons que des ressources seront disponibles à cette fin au cours des prochaines années.

À l'époque où l'on songe à séparer l'administration des programmes des structures départementales, les professeurs du département de génie minier se sont penchés sur les possibilités de fu-

sion de départements dont les effets seraient, entre autres, de procurer aux nouveaux ensembles plus de ressources et de permettre une optimisation du contenu des programmes dont ils seraient responsables. Il s'est dégagé alors que le regroupement des départements miniers de l'École apparaissait comme un excellent moyen d'atteindre dès le début de ce deuxième siècle les objectifs visés.

### Références

1. COATES, D.F. L'Exploitation minière. Circulaire d'information IC 285F. Centre des recherches minières. Ottawa. 1972. 15 pp.
2. RIVERIN, P.E. Le département de génie minier. L'Ingénieur. Vol. 44, No 175. 1958. pp 82-84.
3. MAUFFETTE, P. Le département de génie géologique. L'Ingénieur. Vol. 44, No 175. 1958. pp 85-89.
4. SMITH, D.E. Suggestions for Attracting Capable and Qualified People to the Mining Industry. Can. Mining Journ. Vol. 87, No 4. 1966, pp 59-62.
5. Open Session. CIM General Committee on Education. Annual General Meeting. 1972. CIM Bulletin. Vol. 65, No 724. 1972. pp 73-92.
6. RICE, H.R. Mineral Industries Education in Crisis. Engng Journ.
7. GAUDEFROY, H. Le nouveau programme d'études. L'Ingénieur. Vol. 44, No 175. 1958. pp 55-60.
8. École Polytechnique de Montréal. Annuaire. Édition finale 1966-67. 209 pp.
9. École Polytechnique de Montréal. Annuaire du cours régulier du baccalauréat. Édition 1972-73. 162 pp.
10. AUDIBERT, P. Psychanalyse du mineur. Revue de l'Industrie minière. Vol. 44, No 12. 1962. pp 855-867.
11. École Polytechnique de Montréal. L'orientation et le développement de l'École Polytechnique en 1970-80. Mémoire présenté au Conseil des Universités du Québec. 1970. 218 pp.
12. LAURENCE, J. Les domaines d'emploi des diplômés de Polytechnique. L'Ingénieur. Vol. 57, No 273. 1971. pp 20-23.
13. MONETTE, H. Programmes de génie minier et de génie métallurgique

dans les Universités du Québec. Rapport final. Opérations sciences appliquées 1972. 54 pp.

14. École Polytechnique de Montréal. Rapport sur la recherche pour l'année 1967-68. 194 pp.
15. École Polytechnique de Montréal. Rapport sur la recherche pour l'année 1968-69. 237 pp.
16. École Polytechnique de Montréal. Rapport sur la recherche pour l'année 1969-70. 264 pp.
17. École Polytechnique de Montréal. Rapport sur la recherche pour l'année 1970-71. 176 pp.
18. École Polytechnique de Montréal. Rapport sur la recherche pour l'année 1971-72, en préparation.

## Génie géologique

par C. Walter Faessler, ing. \*

La géologie est cette partie des sciences naturelles qui étudie le globe terrestre sous tous ses aspects. Ainsi, elle s'occupe de la composition, de la structure, de l'histoire et de la formation de la terre, de même que de toute sa faune et sa flore à travers tous les âges. Le problème central est donc de déchiffrer, tel un cryptogramme trop souvent incomplet, l'histoire de la terre enregistrée dans les roches de la croûte terrestre.

Sans doute, les premiers efforts dans cette science sont perdus dans l'antiquité car l'homme a toujours été curieux de son environnement et désireux de contrôler, si possible, ou de prévenir,



Monsieur C. Walter Faessler, B.Sc.A. et Ing. Laval '48, M.Sc.A. géophysique 1950 California Institute of Technology, directeur du département génie géologique et professeur agrégé.

tout au moins, les conséquences néfastes d'une nature trop souvent déchaînée et impitoyable. La région de la Méditerranée, le berceau de la civilisation antique, abonde en exemples frappants de phénomènes géologiques. Il n'est donc pas surprenant que les plus anciens écrits et observations géologiques nous parviennent de cette région.

Ainsi, les philosophes grecs du 7<sup>e</sup> siècle B.C. interprétaient correctement la présence de fossiles marins comme évidence du soulèvement des terres du fond de la mer. Aristote (384-322 B.C.) prouva que l'alternance de la mer à la terre ferme était due à un mouvement de la croûte terrestre si lent que ces déplacements ne pouvaient pas être observés ou mesurés durant la vie d'un homme. Il reconnut aussi la relation étroite entre les tremblements de terre et l'activité volcanique. Un demi siècle avant la grande éruption du Vésuve en 79 A.D., le géographe grec Strabo (c. 64 B.C. — c. 24 A.D.) décrivait cette montagne verdoyante et pittoresque avec ses élégantes villas comme un volcan éteint. Cet avertissement ne fut pas écouté ni celui d'un grand tremblement de terre en 63 A.D. et l'on sait les pertes de vies nombreuses causées par cette éruption soudaine, catastrophique.

La transition de ces observations intelligentes au développement de la géologie comme une science proprement dite dut attendre la formulation des concepts de base des sciences connexes telles l'astronomie, la physique, la chimie, la minéralogie, la géographie physique, la botanique et la zoologie. Ainsi, l'effondrement de la civilisation classique, à toute fin pratique, interrompait son développement et ce n'est qu'au 17<sup>e</sup> siècle, avec les recherches de l'anatomiste danois Nicolas Steno sur la structure de la Toscane, que la géologie prit un essor nouveau. Du 17<sup>e</sup> au 19<sup>e</sup> siècle, de grands noms du monde scientifique naissant y apportent leurs efforts, leurs observations et leurs raisonnements. Ces

noms sont trop nombreux pour être tous énumérés mais certains ont un mérite ou une renommée toute particulière : Arduino, vers la fin du 18<sup>e</sup> siècle, avec sa tentative de nommer les différents âges géologiques dont certaines nomenclatures nous restent à ce jour (e.g., âge tertiaire) ; la naissance de la paléontologie comme une discipline scientifique établie par Giraud-Soulavie, Brongniart et Cuvier en France et par William Smith en Angleterre à la fin du 18<sup>e</sup> et au début du 19<sup>e</sup> siècle ; l'hypothèse de J. Hutton, clarifiée par J. Playfair en 1802, et développée par Sir Charles Lyell, à l'effet que les procédés géologiques d'aujourd'hui étaient les mêmes que ceux d'antan.

Vers le milieu du 18<sup>e</sup> siècle, cette science subit un deuxième retard dans son développement normal, retard causé par deux polémiques qui englobèrent le monde scientifique et durèrent pendant une centaine d'années. Dans la première, les Plutonistes affrontèrent les Neptunistes : les uns prétendaient que toutes les roches en existence étaient d'origine volcanique tandis que les autres promulguaient, pour les mêmes roches, une origine chimique dans une mer universelle. Cette polémique fut résolue lorsque les observateurs eurent les moyens de se déplacer, d'examiner personnellement les roches d'origines différentes, et de les étudier en détail grâce à la pétrographie et la tectonique, deux branches de la géologie fondées sans doute par le dynamique saxon, A.G. Werner (1750-1817).

La deuxième polémique mit en lice les Catastrophistes contre les Transformistes. Les premiers voyaient les procédés géologiques comme une série de cataclysmes instantanés. Ce fut un pas rétrograde très marqué puisque les Grecs de l'antiquité classique avaient déjà la notion de la continuité, de la persévérance et de la lenteur des phénomènes géologiques. Le coup de grâce fut administré aux Catastrophistes par l'œu-

vre magistrale « Origin of Species » de Darwin, publiée en 1859 : cette œuvre énonça la théorie de l'évolution lente et continue de la nature, théorie basée en partie mais de façon importante sur l'étude de la continuité des formes des fossiles de différents âges géologiques.

Les travaux de Darwin furent suivis de près par deux grandes œuvres qui brillèrent par l'éclat de leur synthèse des observations géologiques à travers le monde : celle de A. Heim et E. Marjorie publiée en 1878 qui donna naissance à la géologie structurale, et celle de E. Suess publiée en plusieurs volumes entre 1885 et 1909 qui traita de tous les aspects des phénomènes géologiques à travers le monde connu. C'est vers cette époque que la géologie moderne prit naissance. Le père de la géologie canadienne fut sans aucun doute Sir William Logan (1798-1875). Né à Montréal, il fit ses études en Angleterre. Il revint au pays en 1843 pour devenir le premier directeur du Geological Survey of Canada.

Longtemps, la géologie a été considérée comme une science pure et son côté pratique était réservé à l'ingénieur minier qui, évidemment, devait en posséder au moins des notions de base. Le développement de l'application pratique de cette science, c'est-à-dire la formation d'un ingénieur géologue, dut attendre l'explosion de la technologie et de la population au 20<sup>e</sup> siècle, explosions qui posent des demandes de plus en plus grandes sur les ressources minières et naturelles du monde entier.

Ces demandes effarantes sont démontrées, on ne peut mieux, par les chiffres énoncés par l'honorable Hollis M. Dole, secrétaire adjoint au Mineral Resources, Department of the Interior, Washington, D.C. M. Dole rapportait que la demande de matière minérale aux États-Unis a passé de \$2 billions en 1950 à \$8 billions en 1970. De plus, il prévoyait que ce chiffre atteindrait \$31 billions en 1985 et \$64 billions en l'an

L'étude microscopique des lames minces de roches permet, au moyen de la lumière polarisée, d'identifier les minéraux qui la composent et d'établir leurs relations texturales.

2000. Cette augmentation par un facteur de 32, dans une période de 50 ans seulement, ne pourra être réalisée que par une exploration des plus systématiques et des plus poussées. L'ensemble de l'ingénieur minier et du prospecteur indépendant ne saura jamais fournir à cette demande. Ce n'est que par la synthèse de toutes les connaissances géologiques et l'application de programmes d'exploration géologique logiques et de grande envergure que ce but pourra être atteint. Or, l'exécution de ces études et de ces travaux constitue le rôle intrinsèque de l'ingénieur géologue en exploration.

Le rôle de l'ingénieur géologue est d'autant plus difficile que les roches de la croûte terrestre ne sont pas disponibles ou visibles partout en surface, et qu'une investigation systématique par forage, ou puits d'essais, n'est ni pratique ni économique. D'ailleurs, cette même difficulté a été rencontrée dans les études de la géologie pure qui évidemment étaient limitées à la partie accessible, donc superficielle, du globe terrestre. Le géologue a vite réalisé que les phénomènes observés en surface étaient contrôlés en grande partie par la composition, la structure et les propriétés de l'intérieur du globe. Vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle, il s'aperçut qu'il pouvait faire des déductions importantes et fructueuses en étudiant certains phénomènes physiques tels le champ magnétique et gravimétrique de la terre, de même que la propagation des ondes élastiques associées aux tremblements de terre. Ces études ont donné naissance à une branche multidisciplinaire de la géologie, branche que l'on nomme la géophysique.

L'aspect pratique ou appliqué de la géophysique se dessine dès le début du 20<sup>e</sup> siècle dans la prospection pétrolière où elle se développe très rapidement, tant au point de vue technique que par l'ampleur de son utilisation. La géophysique appliquée en prospection minérale ne débute effectivement que



vers les années trente. Elle continue à se développer, surtout au Canada, où elle donne lieu à de nombreuses découvertes importantes. Cependant, son utilisation à travers le monde demeure beaucoup plus faible qu'en prospection pétrolière. Ainsi, en 1969, le monde entier a dépensé \$909 millions U.S. en prospection géophysique dont \$847 millions (93%) en exploration pétrolière et \$34 millions (4%) en exploration minérale. Le Canada est en première place pour l'utilisation de la prospection géophysique minérale, ayant dépensé \$12.7 millions (37% du total mondial) soit presque deux fois plus que les États-Unis qui, en deuxième place, ont dé-

pensé \$6.6 millions. La stature de la prospection géophysique minérale au Canada est reconnue universellement et justifie la grande demande pour nos géophysiciens canadiens.

L'explosion technologique, de même que celle de la population durant le dernier siècle, a forcé une autre spécialisation dans le développement de la géologie appliquée : c'est la géologie de l'ingénieur ou, comme nous disons à Polytechnique, la géologie des travaux publics. En effet, cette explosion demande des aménagements importants, de plus en plus nombreux et massifs sur des sites de plus en plus difficiles : des barrages et des canaux, pour la production

d'énergie hydroélectrique, le transport et l'irrigation : des ponts, des routes, des chemins de fers, des tunnels, des ports de mer et d'eau douce ; des édifices de tous genres, de même que des sources d'eau potable pour l'industrie et la population. L'ingénieur-géologue n'est-il pas mieux placé pour étudier les problèmes géologiques de fondation ou d'excavation qu'on peut rencontrer dans ces aménagements massifs, possédant les connaissances du sol, du sous-sol et des accidents géologiques, connaissances nécessaires pour assurer la solidité des fondations et la rentabilité des excavations.

Le meilleur exemple courant de l'application de la géologie des travaux publics est sans doute le développement des ressources hydroélectriques de la Baie James. Ce développement emploie en ce moment plusieurs ingénieurs-géologues pour l'étude du site des barrages, des digues secondaires et de contrôle, des canaux d'alimentation et de dérivation, des centrales hydroélectriques souterraines ainsi que pour l'étude de dépôts de matériaux de construction. L'utilisation de la géophysique appliquée, un développement très récent en travaux publics, apporte une aide précieuse, rapide et économique aux travaux de l'ingénieur-géologue dans la région de la Baie James.

Les conditions socio-économiques imposées par la civilisation moderne démontrent pleinement la nécessité de la formation d'ingénieurs-géologues à l'École Polytechnique et justifient les trois orientations offertes au programme actuel du département de génie géologique. Cette constatation n'implique pas que tous les géologues devront être ingénieurs. En effet, l'homme de science pure aura toujours sa responsabilité et son champ d'action surtout en géologie où la ligne de séparation entre la science pure et la science appliquée est des plus difficiles à définir, de façon nette et précise. Ainsi, il arrive qu'un géologue

remplit le rôle de l'ingénieur-géologue : il y réussit soit par une formation personnelle acquise tout au long de son travail pratique de sa science, soit par des études additionnelles de perfectionnement. Par ailleurs, l'ingénieur-géologue, avec sa formation de base d'ingénierie classique et dans les aspects pratiques de sa science, est mieux situé pour exercer cette profession, pour s'y développer et pour s'adapter aux demandes immédiates de l'industrie.

L'enseignement de la géologie à l'École Polytechnique a toujours été reconnu comme nécessaire. Ainsi, une des quatre branches du cours original, organisé par le professeur Pfister, lors de la fondation de l'École en 1873, était celle des Mines et de la Métallurgie. Or, l'enseignement des Mines présuppose nécessairement des connaissances géologiques assez avancées et c'est M. Pfister, lui-même, qui fut le premier professeur de minéralogie et de géologie. Ces matières sont enseignées de façon continue au cours des années qui suivent. En 1942, le système des options est inauguré à Polytechnique. L'option Mines et Métallurgie devient, en 1946, l'option Mines et Géologie sous la direction de M. Pierre Mauffette. C'est à ce moment que l'enseignement du génie géologique prit son essor à l'École Polytechnique et, depuis, progresse sans cesse.

En 1958, l'option Mines et Géologie est scindée et le département de génie géologique est institué avec son propre programme sous la direction de M. Mauffette. En décembre 1966, le département est confié à M. Guy Perrault et, en juin 1972, l'auteur de ces lignes accepte humblement la lourde tâche et la grave responsabilité de continuer l'œuvre de ses prédécesseurs émérites.

Au cours des quinze dernières années, le programme d'enseignement et de recherche s'est développé pour couvrir tous les aspects du rôle de l'ingénieur géologue dans l'industrie. Ainsi, pour mieux satisfaire les demandes du

marché du travail, celui-ci fut divisé, en 1968, en deux orientations distinctes : l'orientation A, « Exploration-Exploitation », et l'orientation B, « Géologie des Travaux publics ». Finalement, en 1970, une troisième orientation vient s'ajouter aux deux premières, l'orientation C, « Géophysique appliquée ».

Chacune de ces orientations est clairement définie par les demandes socio-économiques de la civilisation moderne québécoise dont elle cherche à combler les besoins. Les détails de ces orientations sont décrits dans le prospectus de l'École Polytechnique disponible pour les personnes intéressées. Cependant, il est bon de noter que la qualité, tout comme la diversification de cet enseignement, dépend, en tout premier lieu, de la qualité et du nombre de personnel enseignant. Il y a un an, ce personnel comprenait quinze professeurs à plein temps. Malheureusement, deux de ces professeurs nous ont quittés : M. Th. Koulomzine, personnage bien connu en prospection géophysique minière depuis les années quarante, est décédé au mois de mai dernier ; M. Pierre Mauffette, premier directeur du département de génie géologique, bien connu dans le monde minier, prit sa retraite au mois d'août dernier, après trente-deux ans d'enseignement à l'École Polytechnique.

Le nombre de professeurs est effectivement augmenté par l'étroite collaboration qui existe entre le département de génie géologique de l'École Polytechnique et le département de géologie de la Faculté des Arts et Sciences de l'Université de Montréal, tant pour l'enseignement au premier cycle, que pour celui du deuxième et troisième cycles. Le partage se fait de façon assez naturelle, au point de vue de l'enseignement comme au point de vue recherche : l'un se préoccupe de la partie science appliquée et l'autre de la partie science pure, tout en réalisant qu'une démarcation nette ne peut exister.

Le nombre de professeurs n'est pas toujours une indication valable de la qualité de l'enseignement fourni. Pour que cet enseignement soit à jour, il faut que les professeurs s'appliquent à la recherche chacun dans son domaine et qu'ils soient en relation quasi continue avec l'industrie. Au point de vue recherche, il suffit, je crois, de citer le chiffre suivant pour démontrer l'intérêt, le dynamisme et la persévérance des chercheurs de notre département : en 1971-72, au-delà de 40% du total des octrois de recherche obtenus à l'École Polytechnique a été accordé à nos professeurs. Quant aux relations avec l'industrie, c'est un aspect qui fait l'objet de beaucoup d'attention aussi bien individuellement qu'en groupe. Ceci est démontré par les nombreux conférenciers invités, venant de l'industrie, et par l'intérêt que les étudiants et les professeurs apportent à ces conférences.

Cette relation intime et continue, entre le département et l'industrie, peut être confirmée par les quelques faits suivants. Notre section de géochimie analytique et notre laboratoire de préparations pétrographiques ont, comme premier objectif, l'aide à l'enseignement, ainsi que la recherche à l'intérieur du département et de l'École ; cependant, leurs services sont très recherchés par l'industrie. Le Centre de Développement Technologique, institué récemment au sein de l'École, a obtenu son premier contrat de l'industrie, contrat qui fut accordé à un de nos chercheurs. Finalement, la création récente de l'Institut de Recherche en Exploration minière (IREM) commandité conjointement par l'École Polytechnique et l'Université McGill, est le fruit des efforts et de la persévérance de certains membres du département.

L'École Polytechnique a passé par bien des stades de croissance durant les cent années de son existence. Son objectif primordial a toujours été de servir l'industrie canadienne et plus parti-

culièrement l'industrie québécoise, en lui fournissant les ingénieurs qualifiés et la recherche nécessaire à son développement. Je crois que, sans contredit, son succès le plus remarquable, dans les dernières années, fut la formation et le développement du département de génie géologique. Il est vrai que c'est un département à faible participation, mais il le sera toujours car le marché du travail aura continuellement besoin d'un plus grand nombre d'ingénieurs civils, électriciens, mécaniciens ou autres que d'ingénieurs-géologues. Mais ce petit nombre d'ingénieurs-géologues sera toujours nécessaire pour découvrir les matériaux de base dont les autres disciplines se servent et pour sonder le sol où on désire construire.

Il est difficile de prédire ce qu'apporteront les prochains cent ans. Je crois sincèrement que le développement et l'évolution du département de génie géologique ou tout au moins son programme d'enseignement et de recherche devra continuer si notre civilisation veut se perpétuer.

Sans vouloir pousser à l'absurdité ni offusquer mes collègues des autres départements, qu'arriverait-il s'il n'y avait pas d'ingénieur-géologue dans quelques années ? Le gisement métallifère que l'ingénieur minier doit exploiter ne sera pas trouvé. L'ingénieur métallurgiste ne pourra pas fabriquer les alliages dont l'ingénieur électricien se servirait pour construire ses moteurs et ses génératrices, ses transformateurs et ses lignes de transmission. L'ingénieur civil ne pourra pas construire ses édifices, ses ponts et ses chemins de fer. L'ingénieur chimiste n'aura plus de récipients, de fours et de tuyaux pour ses usines, etc. Mais pire encore, qu'arriverait-il à notre monde surpeuplé ?



Monsieur Serge Galarneau, B.Sc.A. et Ing. physique Poly '61, Ph.D. physique 1972 Université Reading, Angleterre, directeur du département génie physique et professeur adjoint.

## Génie physique

sous forme d'interview

### « Monsieur le Directeur, qu'est-ce que le génie physique ? »

— Je suis en face de monsieur Serge Galarneau, directeur du département du génie physique, et j'essaie tant bien que mal de comprendre ce qu'est cette « machine » dont on parle dans les prospectus de l'École Polytechnique, qui est affublée du chiffre « 8 », et qui semble occuper une bonne partie du 5<sup>e</sup> étage de l'immeuble actuel.

— L'appellation génie physique, quoique assez répandue en Amérique du Nord et en Europe, demeure quand même souvent imprécise ; ceci est dû surtout au fait que le génie physique représente souvent des activités différentes dans les diverses universités et il est quasi impossible d'en trouver une définition universelle. Chez certains, le génie physique comprend des domaines scientifiques très spécialisés que l'on a regroupés sous cette appellation, tandis que, dans la plupart des cas, surtout aux U.S.A., il désigne plutôt une formation fondamentale générale de l'ingénieur que l'on désigne très souvent sous le nom « Engineering Science » ou « Science de l'ingénieur ».

Le génie physique est donc une philosophie, un ensemble de domaines académiques et une entité administrative.

### **Parlons d'abord de sa philosophie :**

L'École Polytechnique a pour objets de dispenser l'enseignement et de promouvoir la recherche dans tous les domaines scientifiques où s'exerce l'activité de l'ingénieur, dans le but de contribuer au progrès industriel et technologique et d'améliorer le milieu.

De plus, l'évolution extrêmement rapide des technologies dans notre monde industriel fait que le vieillissement du savoir s'accélère d'autant plus que l'on se trouve dans les secteurs de pointe. On peut prétendre, par exemple, que la période de rendement intensif de l'ingénieur se totalise à une dizaine d'années seulement.

Nous considérons donc que l'on doit éviter de développer des spécialités à outrance, mais que l'esprit dans lequel l'ingénieur physicien est formé doit être tel que celui-ci puisse s'attaquer à tous les domaines technologiques existants, et cela avec le plus de souplesse possible.

Comment mettons-nous en application cette philosophie ? Tout simplement en considérant des problèmes posés dans des domaines où l'évolution est extrêmement rapide, ce qui interdit à priori une sclérose de l'esprit si l'on veut comprendre l'état actuel des connaissances ; ces champs d'action présentent en plus l'avantage d'être connexes par les techniques et les connaissances théoriques qu'ils exigent ; ces domaines actuellement considérés sont :

- a) la physique de l'état solide ;
- b) l'optique moderne et instrumentale ;
- c) la physique des rayonnements ionisants.

— Monsieur le Directeur, ne craignez-vous pas de former, malgré vos préoccupations de généralistes, des spécialistes dans ces domaines ?

— À cette inquiétude, je répondrai que les connaissances exigées pour devenir des spécialistes en ces domaines

sont beaucoup plus considérables que les connaissances acquises spécifiquement dans chaque spécialité par l'étudiant. L'essentiel de son acquis sera surtout la capacité de reconnaître, dans des problèmes très diversifiés, des facteurs communs aux différentes sphères, ce qui, il faut bien l'avouer, n'est pas toujours apparent au premier coup d'œil. La spécialisation sera obtenue par des études supérieures et des travaux de recherche que le candidat pourra effectuer dans nos laboratoires.

— Monsieur le Directeur, vous parlez de trois domaines qui doivent permettre de fournir les éléments concrets de problèmes de génie, à partir desquels vous tentez de former des généralistes ; pourquoi vous limitez-vous à ces trois domaines ?

— Il n'est aucunement question, à priori, de se limiter à ces domaines. Cependant, un problème d'efficacité budgétaire et administrative nous oblige à nous restreindre dans l'éventail considéré. Il serait possible d'envisager d'autres sphères présentant cette complémentarité et communauté de besoins, bien que leur introduction, en parallèle, avec les domaines existants exigerait une dispersion de nos capacités humaines et financières, et nous avons dû faire un choix.

— Avant de visiter les locaux, pourriez-vous nous dire quelques mots du département de génie physique du point de vue administratif ?

— Le département de génie physique est un regroupement de 14 professeurs, 12 techniciens et une secrétaire, occupant une surface de 20,000 pieds carrés.

C'est un ensemble de professeurs donnant 18 cours, soit au niveau « génie physique » proprement dit (donc aux étudiants de l'option génie physique), soit au niveau physique de base, certains de ces cours étant exigés pour tous les étudiants inscrits à Polytechnique, d'autres étant plus spécifiquement recom-

mandés comme prérequis pour certaines options.

À ces cours sont très souvent rattachés des travaux pratiques qui permettent à l'étudiant de concrétiser les problèmes théoriques. Ces mêmes espaces de laboratoire sont souvent utilisés pour les travaux de recherche effectués par les étudiants diplômés et les professeurs du département.

Cette organisation matérielle des espaces est très visible lors d'une visite des lieux.

— En effet, nous nous engageons maintenant dans le long couloir du 5<sup>e</sup> étage qui sert de colonne vertébrale au département.

### **La physique fondamentale**

— Le responsable du groupe nous guide tout en nous indiquant quelques points particuliers.

— Les cours de physique de base : dynamique, électricité, mécanique des ondes, sont complétés par des travaux pratiques dans lesquels l'étudiant est mis en contact avec les méthodes d'observation des phénomènes. Un matériel bien choisi permet, dans certains cas, aux professeurs dirigeant ces laboratoires, de compléter des projets personnels de recherche, en techniques audio-visuelles par exemple (présentation, sur films-cassettes, de démonstrations de phénomènes électriques) ou en acoustique (phénomène d'holographie acoustique). De plus, le groupe de physique de base est suffisamment bien équipé pour effectuer des déterminations de constantes physiques ou de caractéristiques thermiques de matériaux. Nous avons d'ailleurs, à plusieurs reprises, fait des essais pour l'industrie dans les domaines de l'acoustique et de la transmission de chaleur. Cependant, la majorité de nos activités est centrée sur l'enseignement à des groupes imposants (~800 étudiants).

1. Réalisation et étude d'un système de pulvérisation cathodique RF au laboratoire de physique du solide.

2. Étude des lois fondamentales de la dynamique au laboratoire de physique de base.

3. Étude des propriétés fondamentales de l'électricité au laboratoire de physique de base.

## Le groupe de physique de l'état solide

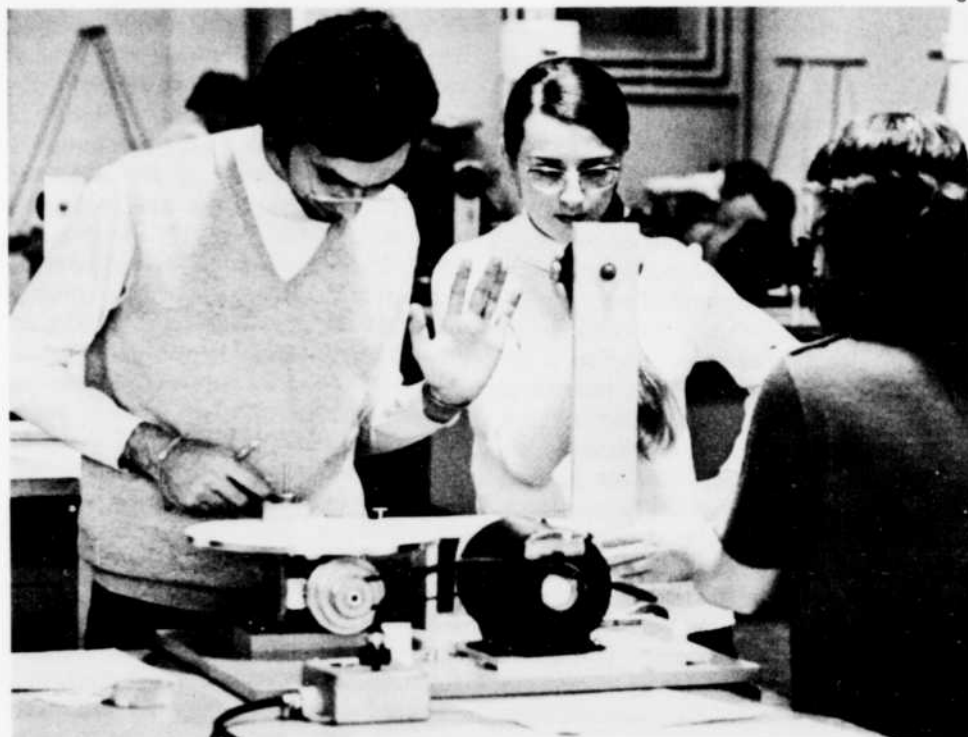
— Le chef du groupe nous accueille à bras ouverts.

— Notre groupe œuvre dans les domaines des solides magnétiques, diélectriques et semiconducteurs. Au niveau de l'enseignement, nous offrons des cours d'introduction à chacun de ces domaines au niveau du 1<sup>er</sup> cycle ; de plus, nous avons aussi la responsabilité des cours de physique statistique et de cristallographie qui sont prérequis aux cours de solides.

Actuellement, notre groupe se compose de 3 professeurs-chercheurs et nous attendons sous peu l'arrivée d'un professeur-chercheur chevronné dans le domaine des films minces. Notre effort de recherches, qui devra s'accroître dans l'avenir, est évidemment relié aux domaines que j'ai mentionnés. Cinq étudiants diplômés travaillent présentement dans nos laboratoires sur des projets allant de l'étude des caractéristiques de films à basses températures jusqu'à l'étude des applications de la pulvérisation cathodique RF. Les travaux nous ont amenés à développer certains appareils tels un pulvérisateur cathodique RF et DC ainsi qu'une torche à plasma qui servira à la réalisation de films épais.

Je me dois d'insister sur la nature appliquée de nos travaux. Nous avons d'ailleurs des instruments et une connaissance qui peuvent être très utiles à l'industrie, en particulier dans la détermination des propriétés magnétiques, semiconductrices et diélectriques des solides, dans la déposition contrôlée de couches minces par évaporation et pulvérisation cathodique et dans les études en fonction de la température à partir de la température de l'hélium liquide.

En résumé, je pense que nous remplissons pleinement notre rôle au niveau des services rendus aux étudiants dans un domaine qui est en pleine effervescence.



## Le groupe d'optique moderne et instrumentale

— D'emblée, nous sommes introduits au cœur du sujet par son dynamique chef de groupe.

— Notre groupe s'intéresse à 3 sujets d'actualité : la formation des images,

l'électronique quantique et la spectroscopie. Nos domaines d'intérêts et de recherches sont étroitement rattachés à ces sujets, et nos cours sont envisagés comme des introductions à ces domaines.

Actuellement, un de nos professeurs est en France, à l'Institut d'optique

de Paris afin d'obtenir son doctorat dans le domaine de formation des images. Il devrait être de retour parmi nous pour la prochaine année scolaire.

Les travaux actuels de recherche, pour lesquels nous avons des subventions du Conseil National de Recherches, portent sur la mise au point de sources lumineuses et de systèmes d'instrumentation spectroscopique. Le but ultime de nos travaux est la détermination des niveaux d'énergie dans les atomes, présentant des dédoublements que l'on appelle des structures hyperfines. Cette détermination nécessite l'emploi de spectromètres de très haute résolution et la mise au point de sources lumineuses ayant une grande stabilité et des températures de fonctionnement les plus faibles possibles. Nous avons été obligés de résoudre ces problèmes, les résultats obtenus étant très satisfaisants : le spectromètre interférentiel Fabry-Perot conçu et réalisé par nous permet des précisions de mesure de l'ordre de 0.1 mk (ou  $10^{-6}$  Angström), cependant que nous sommes capables de fabriquer des sources lumineuses mono isotopiques excitées à hautes fréquences, ou encore des lampes à cathode creuse, refroidies à l'azote liquide.

Dans le même ordre d'idées, certaines études portant sur le développement de sources cohérentes (laser) sont en bonne voie, grâce à l'effort fourni par deux boursiers postdoctoraux. Enfin, une remise en question des systèmes de détection des images employés pour l'observation des interférogrammes fournis par le spectromètre Fabry-Perot nous permet d'entrevoir une amélioration marquée de nos résultats.

Toutes ces études et mises au point d'appareils et de techniques sont incorporées dans notre enseignement, au niveau des laboratoires, où l'instrumentation utilisée est le reflet de l'instrumentation de recherches. Nous ne citerons, comme exemple, que l'emploi d'un spectromètre à réseau, type R.S.V., de 3.5

mètres de distance focale, pour observer les structures fines dues à l'effet Zeeman, produites dans des lampes excitées à hautes fréquences (2450 Mc), ou encore l'étude comparative des différents modes de détection du flux lumineux par photodiodes, ou photomultiplicateur, avec électromètre, comptage photonique ou détecteur de phase (lock-in). Certaines techniques générales de laboratoire sont aussi démontrées par la mise en application de méthodes optiques d'alignement de systèmes. L'alignement d'ensembles sources lumineuses-spectrographes ou de cavités optiques telles que Fabry-Perot ou miroirs de Lasers.

En conclusion, nous pensons réussir à fournir aux étudiants certaines connaissances théoriques et techniques, qui peuvent aussi être utilisées dans d'autres domaines que l'optique.

### **La physique des rayonnements ionisants**

Notre groupe s'intéresse à la détection et à l'utilisation des rayonnements ionisants tels les particules  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et neutrons. Au niveau de l'enseignement du 1<sup>er</sup> cycle, nous présentons un cours accompagné de travaux pratiques dans le domaine de la mesure des rayonnements. Ce cours permet aux étudiants de se familiariser avec les diverses méthodes de détection et de comptage de la radiation ainsi qu'avec l'interprétation des résultats.

Nos travaux de recherches et notre enseignement au niveau du 2<sup>e</sup> cycle portent principalement sur la fabrication et l'étude de détecteurs semiconducteurs qui offrent une meilleure résolution que les détecteurs conventionnels. Nous avons déjà fabriqué de tels détecteurs et nos travaux sont maintenant concentrés sur leur amélioration. Nous avons aussi un intérêt dans l'application des radioisotopes dans l'industrie et en médecine. Notre laboratoire est ouvert

aux industries et nous croyons posséder un équipement de qualité qui pourrait leur être utile. L'invitation est lancée.

— Monsieur le Directeur, quels sont les effectifs étudiants du département et quels sont les débouchés offerts aux ingénieurs-physiciens ?

— Le nombre d'étudiants inscrits présentement en génie physique est de l'ordre de 100, répartis dans les huit semestres au niveau du 1<sup>er</sup> cycle. Le nombre de diplômés est de l'ordre de 25 annuellement, ce qui contraste avec une moyenne de 15 diplômés dans les années '60. Nous envisageons que ce nombre augmentera dans les années à venir et nous espérons atteindre 50 diplômés par année.

Actuellement le nombre d'étudiants aux niveaux des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles est de l'ordre de 10 et nous escomptons aussi voir ce nombre augmenter dans l'avenir.

Quant aux débouchés pour les ingénieurs-physiciens, il est difficile de les caractériser spécifiquement si l'on considère que nos diplômés œuvrent dans des domaines aussi disparates que l'industrie électronique, les activités paramédicales, l'enseignement, la métallurgie, la géophysique, l'instrumentation, etc. Ceci montre justement la force de notre programme qui se propose de donner une formation générale, produisant ainsi des ingénieurs aptes à faire face aux exigences des nombreuses sphères du génie.

En conclusion, le caractère multidisciplinaire des orientations du département et leur complémentarité lui permet une structure idéale pour une implantation dans une région aussi diversifiée économiquement que la région montréalaise. Nous croyons fermement que notre orientation est très valable et mérite un développement de plus en plus accru.

— Merci, monsieur le Directeur, de cette visite très intéressante du département de génie physique.

d'œuvre devra être recrutée, sélectionnée et formée pour des emplois qu'il pourra établir et décrire nettement. Il évaluera les tâches pour que le système de rémunération et les bénéfices marginaux puissent être établis en tenant compte, aussi, des facteurs internes et externes et pour que soient facilitées la négociation et l'administration des contrats collectifs.

D'après les activités des années précédentes et les prémisses établies en fonction des principaux indicateurs connus, il participera à l'établissement des prévisions de vente. À partir de celles-ci et des « lots économiques » déterminés à l'aide des modèles de recherche

opérationnelle, il établira les quantités à acheter, à fabriquer et à garder en inventaire pour minimiser l'ensemble des coûts d'entreposage et de préparation. La planification et le contrôle de la production, avec ses feuilles de route, ses temps standards, son ordonnancement et son jalonnement, associés à la gestion scientifique des inventaires, lui permettront d'assurer en tout temps une utilisation optimale de la main-d'œuvre et des équipements, et de tenir compte des variations dans l'arrivée et l'importance des commandes. Acheter ou fabriquer, fabriquer pour entreposage ou sur commande sont d'autres considérations familières à l'ingénieur industriel, ainsi que

le choix des réseaux et des routes pour la distribution et la localisation des entrepôts.

Les méthodes modernes de gestion telles que la théorie de la décision et les arbres de décisions, la recherche opérationnelle, l'informatique, la méthode du chemin critique, l'analyse des coûts, les études de rentabilité et les budgets sont également des outils qui lui sont familiers et dont il sait se servir, lors de la conception des systèmes de fabrication que l'on vient de décrire.

### L'ingénieur industriel : sa formation

Le département de génie industriel de l'École Polytechnique prépare ses diplômés à assumer ces fonctions en traitant ces différents sujets et bien d'autres qui s'y rapportent, à l'intérieur d'un programme équilibré de cours, largement assaisonnés de travaux pratiques : Probabilités et statistiques — Contrôle de la qualité — Analyse financière — Financement des entreprises — Économique — Analyse des coûts — Administration de l'entreprise — Relations industrielles et relations humaines — Législation industrielle — Recherche opérationnelle — Étude du travail — Aménagement, manutention et entretien — Planification et contrôle de la production — Procédés de fabrication et métrologie — Procédés industriels — Métaux et matériaux — Contrôles automatiques.

La majorité de ces cours sont au programme des dernières années, alors que les étudiants ont déjà acquis, comme ceux des autres spécialités, une solide base de mathématiques et de sciences fondamentales, complétée par une série de cours de sciences appliquées : Calculs et dessins de machine — Résistance des matériaux — Transmission de la chaleur — Machines thermiques — Mécanique des fluides — Installations électriques — Éléments de construction.

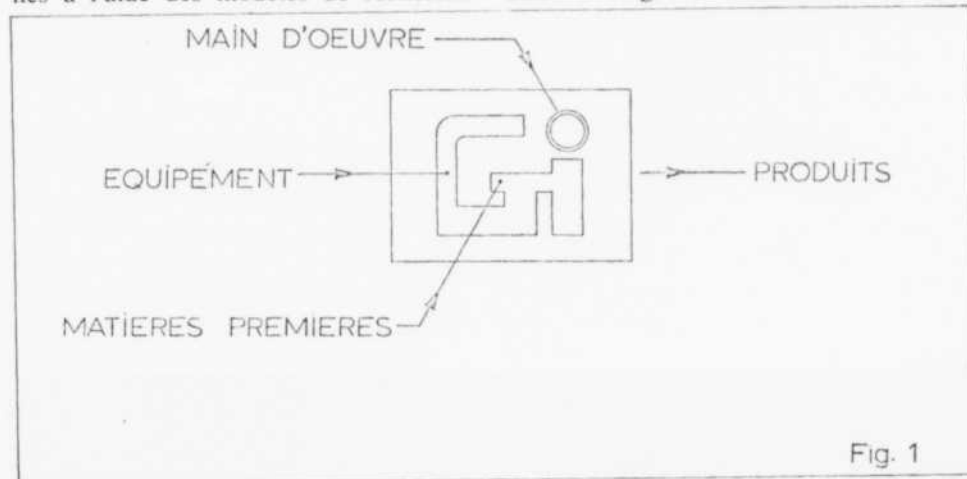


Fig. 1

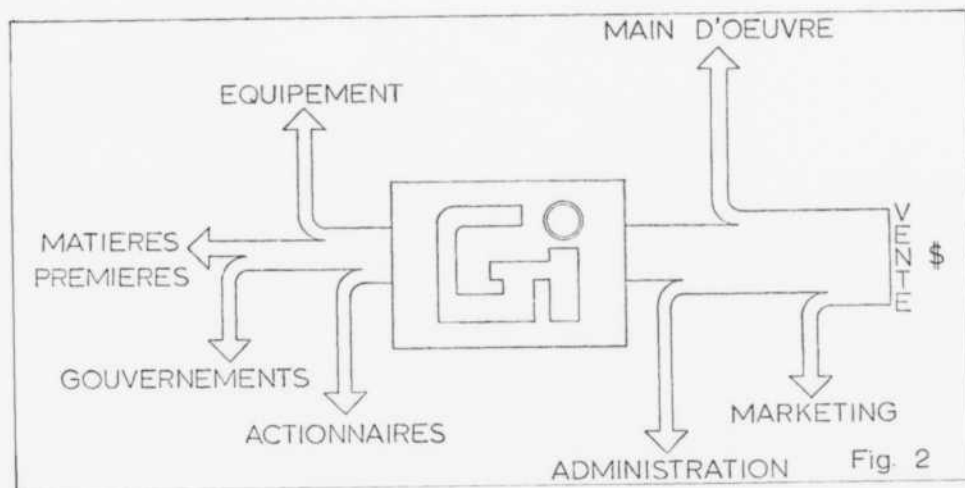


Fig. 2

d'œuvre devra être recrutée, sélectionnée et formée pour des emplois qu'il pourra établir et décrire nettement. Il évaluera les tâches pour que le système de rémunération et les bénéfices marginaux puissent être établis en tenant compte, aussi, des facteurs internes et externes et pour que soient facilitées la négociation et l'administration des contrats collectifs.

D'après les activités des années précédentes et les prémisses établies en fonction des principaux indicateurs connus, il participera à l'établissement des prévisions de vente. À partir de celles-ci et des « lots économiques » déterminés à l'aide des modèles de recherche

opérationnelle, il établira les quantités à acheter, à fabriquer et à garder en inventaire pour minimiser l'ensemble des coûts d'entreposage et de préparation. La planification et le contrôle de la production, avec ses feuilles de route, ses temps standards, son ordonnancement et son jalonnement, associés à la gestion scientifique des inventaires, lui permettront d'assurer en tout temps une utilisation optimale de la main-d'œuvre et des équipements, et de tenir compte des variations dans l'arrivée et l'importance des commandes. Acheter ou fabriquer, fabriquer pour entreposage ou sur commande sont d'autres considérations familières à l'ingénieur industriel, ainsi que

le choix des réseaux et des routes pour la distribution et la localisation des entrepôts.

Les méthodes modernes de gestion telles que la théorie de la décision et les arbres de décisions, la recherche opérationnelle, l'informatique, la méthode du chemin critique, l'analyse des coûts, les études de rentabilité et les budgets sont également des outils qui lui sont familiers et dont il sait se servir, lors de la conception des systèmes de fabrication que l'on vient de décrire.

### L'ingénieur industriel : sa formation

Le département de génie industriel de l'École Polytechnique prépare ses diplômés à assumer ces fonctions en traitant ces différents sujets et bien d'autres qui s'y rapportent, à l'intérieur d'un programme équilibré de cours, largement assaisonnés de travaux pratiques : Probabilités et statistiques — Contrôle de la qualité — Analyse financière — Financement des entreprises — Économique — Analyse des coûts — Administration de l'entreprise — Relations industrielles et relations humaines — Législation industrielle — Recherche opérationnelle — Étude du travail — Aménagement, manutention et entretien — Planification et contrôle de la production — Procédés de fabrication et métrologie — Procédés industriels — Métaux et matériaux — Contrôles automatiques.

La majorité de ces cours sont au programme des dernières années, alors que les étudiants ont déjà acquis, comme ceux des autres spécialités, une solide base de mathématiques et de sciences fondamentales, complétée par une série de cours de sciences appliquées : Calculs et dessins de machine — Résistance des matériaux — Transmission de la chaleur — Machines thermiques — Mécanique des fluides — Installations électriques — Éléments de construction.

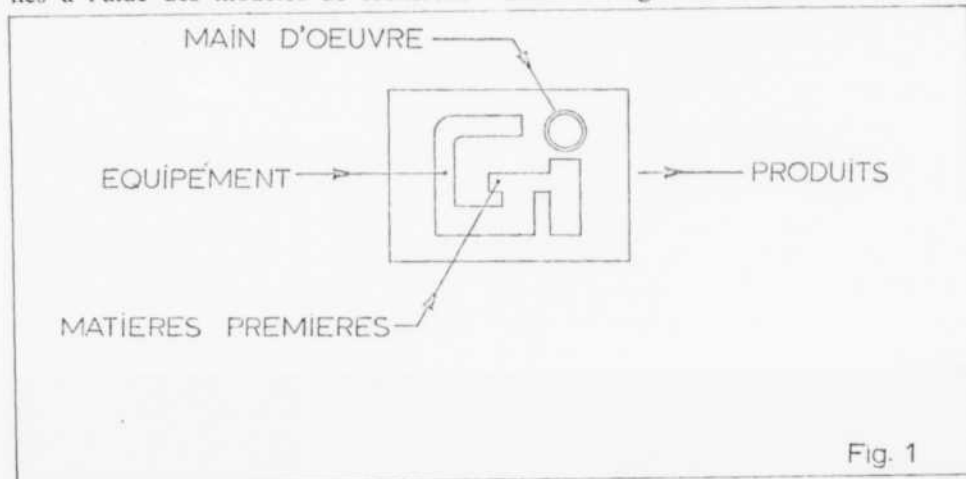


Fig. 1

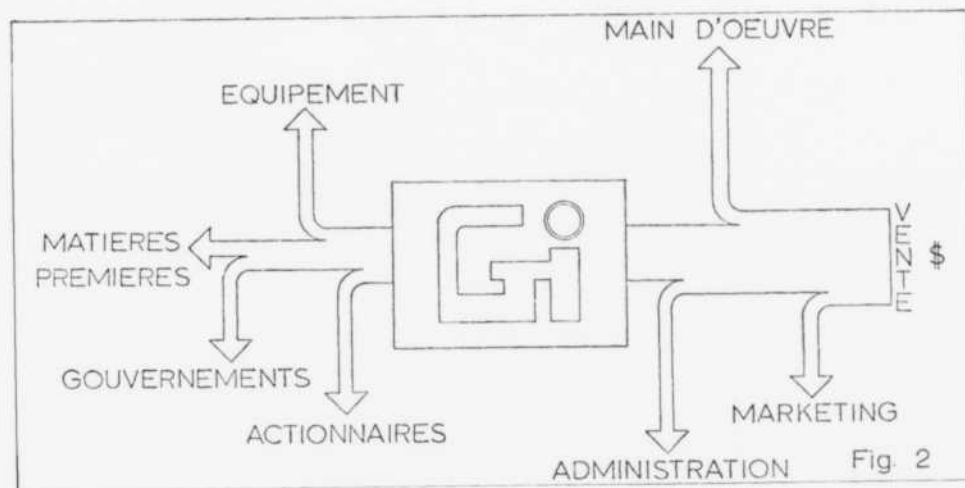


Fig. 2

M. Michel Lèveillé, candidat à la maîtrise en génie industriel, discute des problèmes de chargement d'un des nombreux camions de la compagnie Larocque Transport Inc.

De plus, comme condition partielle à l'obtention de leur diplôme d'ingénieur industriel, nos étudiants doivent écrire un projet de fin d'études. Ce travail est normalement entrepris à partir d'un projet pratique et réel, choisi dans une entreprise. Les étudiants poursuivent souvent ces travaux sous la direction d'une personne de l'entreprise même, mais dans tous les cas, sous la surveillance d'un professeur. Cette formule leur permet de faire plus progressivement le pont entre la théorie et la pratique, où la difficulté est souvent plus dans le diagnostic d'un problème et dans l'obtention des données que dans la préparation de diverses solutions. C'est là qu'ils réalisent encore mieux l'importance des relations humaines et des bonnes communications. En retour, l'entreprise reçoit une copie du travail des étudiants, sans avoir à faire de déboursé. Les recommandations des étudiants sont souvent mises en application par la suite, pour la plus grande satisfaction de l'entreprise. Les témoignages que nous avons reçus à la suite de ces expériences nous confirment bien la valeur de cette formule. Nous avons réalisé aussi avec les employeurs qui ont décidé par la suite d'embaucher les jeunes diplômés, que même avec le peu d'expérience qu'ils ont, ils réussissent à leur faire économiser, dès la première année, des montants largement supérieurs au salaire qu'on leur donne.

Ce programme d'études conduit les étudiants qui s'y inscrivent à un baccalauréat en sciences appliquées et à un diplôme d'ingénieur industriel. Ceci complète en gros nos activités d'enseignement, au niveau du premier cycle.

Pour les candidats qui désirent poursuivre leurs études au niveau de la maîtrise, le département de génie industriel offre, de plus, des programmes de cours de niveau supérieur et la possibilité de collaborer à des travaux pratiques en cours dans le département et à des travaux de recherche qui conduisent soit

à une maîtrise en ingénierie, soit à une maîtrise en sciences appliquées. Ces programmes de niveau supérieur sont composés de cours qui sont pour la plupart dans le prolongement des cours du premier cycle énumérés plus haut. En ce qui concerne les travaux de recherche proposés par les professeurs du département, ils se rapportent, pour le moment, aux sujets suivants :

- l'établissement d'une méthode scientifique permettant l'évaluation des coûts directs actualisés de remplacement d'équipement, en fonction de sa durée économique optimale ;
- la vérification par simulation de dif-

férentes politiques d'allocation des ressources en vue d'en maximiser l'utilisation ;

— la détermination de la taille minimale des échantillons à prélever pour obtenir une efficacité donnée du contrôle de la qualité ;

— le développement d'un modèle stochastique d'aménagement d'usine conduisant à la minimisation des investissements, des frais fixes et variables d'opération ;

— la productivité d'un département d'entretien, avec des études par les méthodes quantitatives (fiabilité, contrôle de la qualité, files d'attente, simula-



tion...) en vue de maximiser le rendement ;

— la planification à long terme et la prévision technologique.

Les programmes du niveau supérieur permettent aux étudiants d'approfondir un ou quelques-uns des différents aspects vers lesquels peuvent s'orienter les diplômés en génie industriel.

### **Le génie industriel au service de tous**

Tous les programmes dont nous avons parlé jusqu'ici sont offerts principalement le jour, dans le cadre des activités régulières, mais un certain nombre de cours, semblables, dans plusieurs cas, à ceux qui ont été énumérés sont aussi donnés le soir, par l'intermédiaire du Service de l'extension de l'enseignement de l'École Polytechnique.

De plus, au cours des dernières années, notre équipe de professeurs assistés, dans certains cas, d'experts de la pratique, a mis sur pied et offert au grand public une série de cours intensifs et de séminaires portant souvent sur des sujets nouveaux, mais toujours utiles aux gens engagés dans la pratique. Dans certains cas, ces activités furent réalisées avec et pour le compte d'entreprises particulières ou d'associations professionnelles ayant déterminé un besoin qui leur était propre.

### **Conclusion**

La nécessité d'optimiser l'utilisation de nos ressources naturelles, l'importance de l'amélioration de la productivité de nos entreprises, l'urgence du développement de nouvelles entreprises manufacturières, de nouveaux produits et de nouveaux procédés nous laissent prévoir une augmentation sensible de nos activités dans l'avenir : davantage d'enseignement, de recherche, de consultation, de collaboration avec ceux qui ont les mêmes objectifs ou des objectifs complémentaires. Nous sommes prêts à relever le défi avec eux, avec vous.



# **Mathématiques**

par Edmond Haurie, ing. \*

## **Introduction**

**L'École Polytechnique possède un département très distinct des autres, par sa nature et par sa mission : le département de Mathématiques. On abordera ici quelques réflexions sur les particularités d'un enseignement des mathématiques destiné aux futurs ingénieurs, ce qui conduira à faire un tour d'horizon sur les diverses activités rencontrées dans le département de Mathématiques.**

## **La formation mathématique du futur ingénieur : position du problème**

Depuis qu'existe le concept d'ingénieur et que notre société a été conduite à en faire une profession, ayant ses règles d'éducation et d'admission, se pose la question du niveau et de l'extension de la formation mathématique que doit recevoir l'aspirant à cette profession. Par définition, l'ingénieur, placé au sommet de l'échelle des techniciens, est un organisateur de structures concrètes destinées à remplir une certaine fonction dans des conditions requises d'efficacité.

Les écoles d'ingénieurs ou facultés de génie qui ont pour mission de procéder à l'éducation la plus adéquate possible doivent dispenser une gamme de connaissances sur laquelle un consensus universel n'est pas toujours établi. Mais indéniablement, les disciplines techniques enseignées se fondent essentiellement sur les résultats acquis par les sciences de base, c'est-à-dire les lois expérimentales du type physico-chimique et les algorithmes de la mathématique appliquée, les unes et les autres s'appuyant en partie ou en totalité sur les constructions théoriques de la mathématique pure.

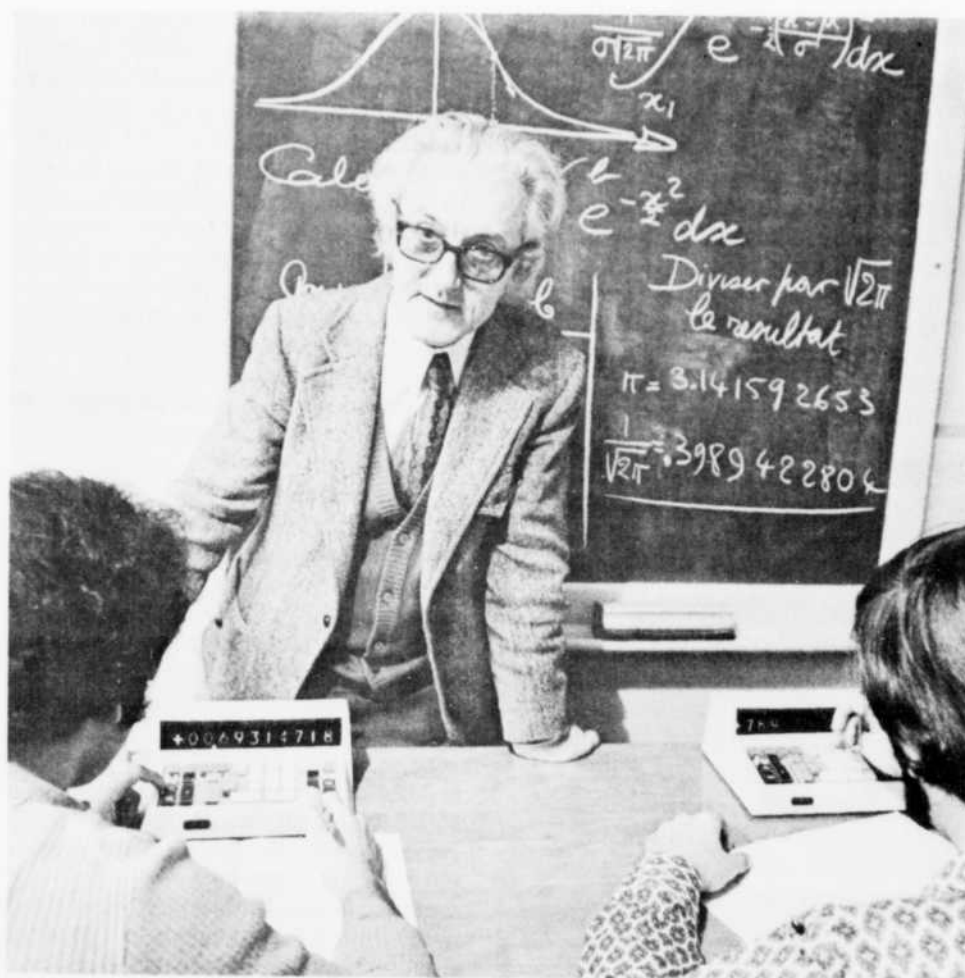
Ce schéma simplificateur ne va toutefois pas sans poser quotidiennement de sérieuses interrogations à ceux qui ont la charge d'enseigner ou de bâtir les programmes d'enseignement, quand il s'agit de déterminer la part qu'il convient de réserver à l'étude des mathématiques dans la formation d'un ingénieur.

Nous ne sommes plus aux temps primitifs où le même individu pouvait assimiler l'essentiel de toutes les connaissances scientifiques de son époque, où Archimède pouvait être à la fois le mathématicien du nombre  $\pi$  et de la sommation d'infiniments petits, le physicien de la plongée d'un solide et l'ingénieur de la vis hydraulique, ni aux temps où Cardan pouvait léguer son nom aussi bien à une formule de résolution d'équation du troisième degré qu'à un système d'articulation mécanique.

Un délicat problème naît donc tout d'abord du fait de l'évolution des connaissances. Nous sommes à la fois en train de vivre une époque d'extrême spécialisation et d'assister à une véritable explosion du savoir, en progression exponentielle, aussi bien dans les disciplines techniques que dans les sciences théoriques de base.

Une des conséquences de la tendance inéluctable à la spécialisation a été la création des diverses options

*Monsieur Edmond Haurie, B.A. 1930 Alger, Ing. civil 1935 Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique, directeur du département mathématiques et professeur titulaire.*



d'études de génie vers lesquelles est progressivement orienté l'étudiant, après toutefois un passage par un tronc commun de sciences de base. D'où les deux questions : quelles doivent être les mathématiques enseignées dans le tronc commun et quelles doivent être les mathématiques supplémentaires réservées à chacune des options particulières ?

La réponse à ces deux questions s'est trouvée compliquée par le fait de l'explosion survenue dans les connaissances contemporaines et de son inévitable retentissement dans toutes les sphères de l'enseignement.

Elle s'est trouvée également modi-

fiée par un phénomène local en ce qui concerne l'École Polytechnique (comme d'ailleurs les autres facultés universitaires de la province) : la transformation des structures de l'enseignement pré-universitaire et l'insertion des CEGEP dans ces structures.

Le point de départ des connaissances du tronc commun de l'École doit donc se trouver en principe aligné sur le point d'aboutissement des programmes enseignés dans les CEGEP.

Encore faudrait-il s'assurer que le programme prévu par les circulaires ministérielles a réellement été enseigné et assimilé. Que faire si, dès les premiers mois de présence à l'École Polytechni-

que, on s'aperçoit que la grande majorité des étudiants n'est pas rompue à des techniques de calcul ou des habitudes de raisonnement qui devraient être familières et que l'on sait indispensables pour la bonne assimilation de la suite ? On n'insistera jamais assez sur la gravité de ce hiatus, trop souvent constaté, sur lequel il faudrait courageusement se pencher au lieu de souvent l'ignorer ou de quelquefois fermer pudiquement les yeux.

### Les solutions choisies au niveau du premier cycle

Faisant abstraction de cette situation, quel doit être le programme de mathématique enseigné à l'ensemble des étudiants à leur arrivée à l'École, c'est-à-dire à l'intérieur du tronc commun ? Sur ce plan, le département de mathématiques de l'École s'est efforcé d'opérer une complète mutation, par rapport aux décennies antérieures. Alors qu'hier encore, l'enseignement débutait avec une révision de la géométrie euclidienne et une étude de compléments d'algèbre, et se poursuivait par la théorie et la pratique du calcul différentiel et intégral élémentaire, une bonne partie de ces matières, incluse maintenant dans le curriculum des CEGEP ne figure normalement plus dans les programmes de l'École. Il est apparu alors que la tâche la plus urgente était d'homogénéiser la masse des connaissances reçues par une quantité d'étudiants venus d'horizons disparates, en s'efforçant de la hausser à un niveau d'abstraction supérieur et plus généralisateur.

D'ailleurs, étant donné que les programmes des CEGEP sont déjà prévus dans une optique de mathématiques modernes, il a semblé normal de progresser dans la triple voie qui caractérise ce nouvel aspect, c'est-à-dire l'abstraction, la formalisation, l'axiomatisation. L'abstraction qui dégage des structures

de plus en plus englobantes et « désintuitivées », la formalisation qui règle le symbolisme de toutes les relations possibles entre ces structures et l'axiomatisation qui établit les choix de systèmes d'axiomes susceptibles de servir de base à l'édification d'une théorie.

Mais aussitôt cette démarche admise et justifiée, il convient de réfléchir attentivement sur les limites à ne pas dépasser dans cette direction. Le tronc commun étant aussi bien destiné à l'étudiant dont l'option sera la moins mathématisée, il serait contre-indiqué de pousser ici jusqu'à des raffinements qui, jamais pour lui, ne seront suivis d'applications et éventuellement dangereux de risquer de rebuter ou de défavoriser des candidats très moyens en mathématiques qui pourront pourtant devenir dans la pratique d'excellents ingénieurs.

Naturellement, le problème n'est plus le même lorsqu'il s'agit des mathématiques destinées spécifiquement à chaque option de génie. Dans ce cas, c'est un commun accord entre le département de mathématiques et le département de génie concerné qui permettra d'établir la liste des cours qui seront prérequis ou corequis à tel ou tel cours de spécialisation technique.

Il convient toutefois de noter qu'il a fallu ici se préoccuper d'économiser les ressources et pour cela, moyennant certains aménagements, bâtir des programmes de cours qui puissent répondre simultanément à la demande de plusieurs départements.

### **L'enseignement mathématique au niveau des grades supérieurs**

Ce qui vient d'être dit concerne essentiellement l'enseignement au niveau du premier cycle. Mais une autre mission est également attendue de la part du département de mathématiques au niveau des études de maîtrise et de doctorat. Outre que les départements ont

besoin, pour leurs étudiants, de cours spécifiques sur certaines parties des mathématiques, soit traditionnelles, soit modernes, et que leur contenu peut en être décidé comme pour les cours du premier cycle, il apparaît qu'ici, le département de Mathématiques peut et doit avoir à jouer un rôle stimulant. Du fait de son ouverture sur la mathématique pure et l'enseignement mathématique à tous les niveaux dans le monde, le département de Mathématiques de l'École est susceptible de proposer de sa propre initiative un certain nombre de cours nouveaux, de suggérer des modifications aux cours actuels et d'informer ainsi les départements de spécialités de développements possibles non encore envisagés.

Si une collaboration de cette nature peut s'établir, c'est que sur ce point l'École Polytechnique possède une structure susceptible de la privilégier. En effet, dans le système nord-américain, les facultés de génie ou de sciences appliquées ne comportent généralement pas un département de mathématiques qui leur soit propre. Elles doivent donc faire appel aux mathématiciens de la faculté des sciences pures, et, dans certains cas, cette situation peut présenter le double inconvénient de la sujétion des cours dits « de service » ainsi que d'un dosage d'abstractions plus ou moins bien adapté aux besoins de futurs praticiens.

L'École Polytechnique se trouve ainsi dans une situation qui, sans doute, l'avantage par rapport aux autres facultés, et qui lui permet de spécialiser ses mathématiciens dans les domaines les plus conformes à sa propre vocation.

### **La recherche en mathématiques appliquées**

Cette considération conduit aussi à examiner une autre facette des activités du département de Mathématiques,

celle de la recherche. Même si cette activité est encore actuellement à l'état embryonnaire, il semble dans la nature des choses qu'elle se développe au contact de la recherche devenue très active dans les départements de spécialités et puisse même trouver son aliment propre dans le domaine des mathématiques appliquées.

Si l'on désire vraiment favoriser un essor du département dans cette direction, certains secteurs devront tout naturellement être explorés, notamment : l'analyse numérique qui connaît un regain d'intérêt depuis l'avènement de l'ordinateur, la statistique appliquée qui est aujourd'hui devenue un outil indispensable de beaucoup de sciences du « quantifiable » et la mathématique de l'optimisation qui commence à soutenir toutes les recherches destinées à éclairer, sinon résoudre les problèmes de choix et de décision rencontrés aux niveaux exécutifs des entreprises et des gouvernements. Il n'est même pas interdit de penser que la situation privilégiée du département et de l'École, déjà évoquée ci-dessus, puisse éventuellement y permettre l'implantation d'un organisme spécifique qui jouerait un rôle de centre de mathématiques appliquées, à condition de prévoir toutes les ressources intellectuelles et matérielles nécessaires à la mise sur pied d'une telle tentative.

Ainsi, sous un certain nombre d'aspects, un avenir prometteur est ouvert au département de Mathématiques, et il est à souhaiter que l'on continue à lui fournir les moyens de progresser et de profiter des avantages que lui confère sa situation dans l'École Polytechnique et dans le secteur universitaire québécois.



# Institut de Génie nucléaire

par Laurent Amyot, ing. \*

## Le génie nucléaire en évolution

Dans la plus large acception du terme, le génie nucléaire se définit comme ce carrefour des sciences appliquées où s'accomplissent la production, l'exploitation et le contrôle de tous les types d'énergie qui ont pour origine le noyau de l'atome et ses transformations. Pluridisciplinaire et multiforme, le génie nucléaire s'adressera, par exemple, à la conception et aux applications de systèmes tels que les réacteurs à fission et fusion et les sources isotopiques.

En pratique, cependant, l'acuité des besoins énergétiques en de nombreux pays et la docilité relative des phénomènes en jeu dans les réacteurs à fission ont motivé depuis trente ans une concentration intense des efforts dans ce secteur privilégié du génie nucléaire. C'est ainsi que le Canada a déjà consacré au moins un milliard de dollars à la mise au point de sa filière nationale : les systèmes CANDU.

Selon des prédictions effectuées par la Commission Nationale de l'Énergie (figures 1, 2), 40% de l'électricité produite au Canada en l'an 2000 sera d'origine nucléaire. L'Ontario battra la marche avec une puissance nucléaire installée de 50 000 mégawatts. Quant au Québec, ses réserves hydrauliques ex-

ploitable suffiront encore à la moitié des 60 000 mégawatts additionnels requis d'ici la fin du siècle. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, il est raisonnable d'anticiper qu'à l'instar de sa voisine, la province s'adressera à l'énergie nucléaire pour combler une bonne part du déficit.

À l'heure où les centrales à fission se lancent résolument à l'assaut du marché mondial, les progrès marqués de la recherche sur la production et le confinement des plasmas font miroiter les promesses de la fusion thermonucléaire. L'optimisme prudent des spécialistes donne à croire que, la preuve scientifique du processus une fois acquise, l'étape technologique pourra être franchie vers la fin du siècle présent. L'expérience toute fraîche des systèmes à fission ne permet guère d'espérer cependant que l'exploitation commerciale des centrales à fusion débute alors sans une longue phase de mise au point et de décantation où divers types concurrents de réacteurs thermonucléaires s'affronteront. Il reste que le génie nucléaire accordera une part croissante de son attention à cette nouvelle source prolifique d'énergie qui relève de son domaine.

D'autres champs d'action s'ouvrent à lui qui n'ont rien à voir avec la production à grande échelle de l'énergie électrique. Ainsi, la liste des applications industrielles des radioisotopes s'allonge constamment. La gammagraphie dès aujourd'hui, la radiographie neutronique demain apportent à l'ingénieur civil ou mécanicien de nouvelles techniques d'essais non destructifs. Les traceurs radioactifs permettent à l'ingénieur chimiste ou mécanicien de contrôler les taux de réaction et de diffusion ; ils se prêtent avantagement aux études sur la pollution de l'environnement. L'analyse par activation neutronique effectuée avec rapidité et précision l'identification ou le dosage des substances chimiques ou minérales. L'irradiation gamma crée des matériaux nouveaux ou modifie les pro-

priétés des substances. Les sources isotopiques produisent déjà une partie de l'électricité requise dans les satellites artificiels et pourront bientôt assurer l'alimentation en énergie de stations terrestres isolées.

Nombre de ces utilisations trouvent leur pendant en médecine. Ici comme ailleurs, les décennies qui viennent verront se resserrer la collaboration entre l'ingénieur et le médecin. Dans l'évolution du génie nucléaire, cette voie de développement n'apparaît sans doute pas la moins riche d'avenir.

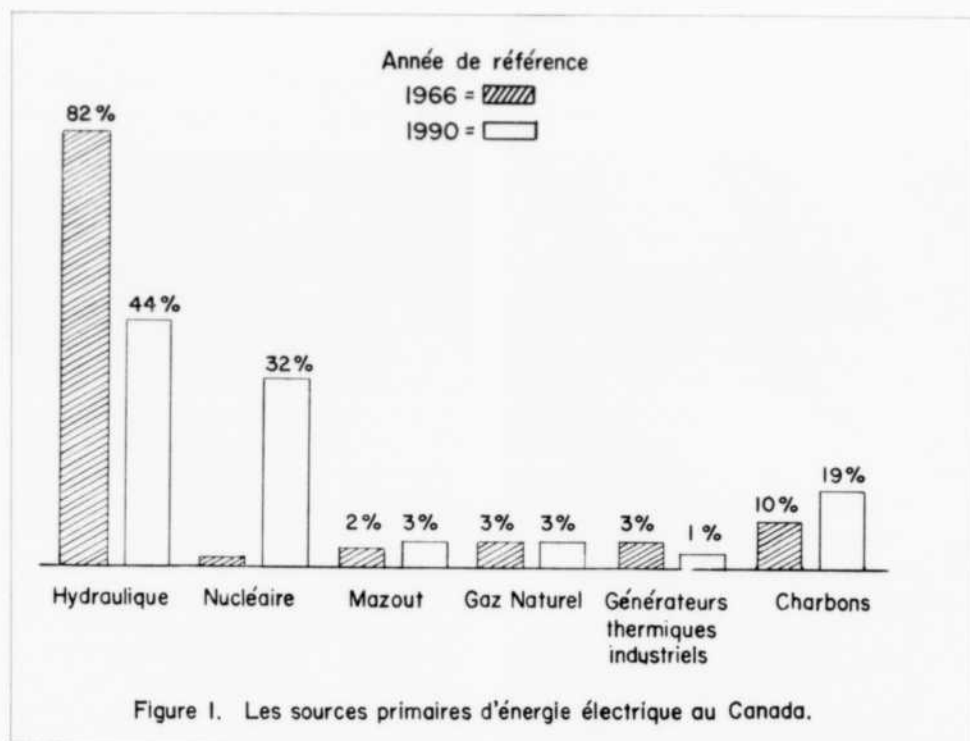
## Les origines de l'Institut

L'intérêt de l'École Polytechnique envers le génie nucléaire remonte à une bonne douzaine d'années. Les premières initiatives prirent la forme de cours d'introduction, inscrits au programme du premier cycle en génie physique d'abord (1959) puis en génie mécanique et génie électrique (1961). L'état encore anémique du marché du travail empêcha l'élaboration d'un projet plus ambitieux jusqu'à ce que, en 1965-1966, les destinées de l'énergie nucléaire connurent un nouvel élan. Il y eut d'une part (1965) une décision conjointe de l'Énergie Atomique du Canada et de l'Hydro-Québec : on construirait, à Gentilly, une première installation nucléaire québécoise. Puis, l'année suivante un second précédent vint s'ajouter quand plus de 50% des centrales commandées aux U.S.A. furent de type nucléaire ; l'adolescence de la technologie tirait à sa fin. Dans ce contexte dégagé, l'École Polytechnique entérina la création, au sein du génie physique, d'une division de physique atomique et génie nucléaire (1967).

Tôt ou tard, la qualité multidisciplinaire des études, les exigences propres à ce secteur des sciences appliquées suggéraient qu'on accorde au génie nucléaire une existence autonome. Néanmoins, la concentration de l'enseignement au niveau du deuxième cycle



Monsieur Laurent Amyot, B.A., B.Sc.A. et Ing. Poly '55, M.Sc. 1957 Université de Birmingham, directeur de l'Institut de génie nucléaire et professeur agrégé.



contre-indiquait la création hâtive d'un département, bien que cette solution reçut la préférence habituelle de l'étranger. Soucieuse de donner au programme nouveau le cadre administratif le plus propice à son développement harmonieux, les autorités de l'École Polytechnique se rallièrent (mai 1970) à une définition du terme d'« institut » proposée par le Comité Lussier sur les structures de l'Université : le vocable, au sens technique, se réfère à un organisme qui remplit à la fois les fonctions d'un centre de recherche et d'un département au niveau des études supérieures.

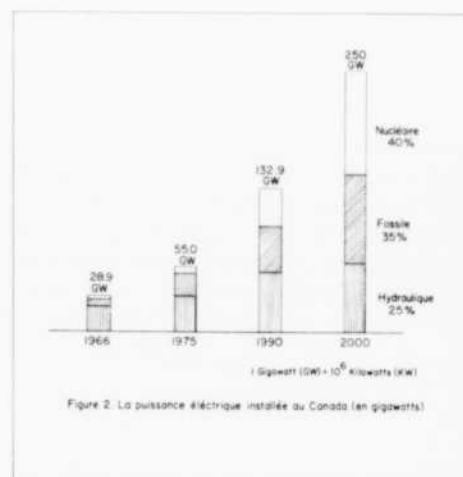
L'appellation distinctive traduisait un dessein. En dépit de l'accent placé dès l'origine sur l'enseignement, l'Institut se reconnaissait en clair une vocation de recherche. Aussi, pendant qu'émanait de l'Université de Montréal l'autorisation d'offrir deux diplômes distincts — la maîtrise en ingénierie nucléaire (octobre 1970) et la maîtrise en sciences appliquées (septembre 1971) — le personnel

de l'Institut s'employait simultanément à consolider ses programmes d'étude et à mettre sur pied ses programmes de recherche.

### Les objectifs et les priorités

La formation professionnelle de l'ingénieur nucléaire, singulièrement des spécialistes qui vaqueront à la conception et l'exploitation des centrales d'énergie, constitue l'objectif initial et toujours prioritaire de l'Institut.

Selon une pratique fort répandue, voire dictée par la nature même du génie nucléaire et la structure actuelle du marché du travail, l'implantation d'une maîtrise terminale devait accaparer les premiers efforts. D'autre part, la pénurie de compétences québécoises en un secteur d'intérêt vital pour l'économie de la province et la mission spécifique de l'École Polytechnique suggèrent clairement qu'une attention pri-



vilégiée soit aussi dévolue au développement de la recherche. Recherche, enseignement au niveau du deuxième cycle : telles seront, en effet, dans l'immédiat les tâches essentielles de l'Institut.

L'octroi du doctorat, un enseignement structuré au niveau du baccalauréat appartient à l'avenir : l'évolution du marché déterminera dans une large mesure le calendrier de ces étapes futures. Car s'il promet d'accueillir un nombre croissant de diplômés au niveau de la maîtrise, le marché québécois, voire canadien, du travail en génie nucléaire exige encore rarement des qualifications académiques dépassant ce niveau. Par contre, selon une enquête récente de l'Association Nucléaire Canadienne auprès des employeurs intéressés au secteur énergétique, la demande annuelle de bacheliers en génie nucléaire doublera avant le seuil de la prochaine décennie. En toute vraisemblance, l'état d'avancement du domaine et le nombre des débouchés prévisibles justifieront alors la mise en route à l'Institut d'un programme complet d'enseignement sous-grade.

L'Institut se doit enfin d'exercer un rôle de promotion. Outre les centrales à fission qui, à juste titre, occupent le premier plan de ses préoccupations, certains sujets désormais classiques — v.g.

Le générateur de neutrons constitue la pièce maîtresse du laboratoire. Bonne part des travaux pratiques associés au programme d'enseignement et toutes les recherches en analyse par activation s'appuient sur cet appareil.

Il n'est guère de manipulations au laboratoire de neutronique qui ne fasse intervenir le comptage de particules radioactives. L'Institut de génie nucléaire peut tirer parti en cette matière d'une instrumentation d'excellente qualité.

l'étude des radioisotopes, l'analyse par activation — ne sauraient être négligés, en raison des applications fort nombreuses qu'on leur connaît déjà, du moins à l'étranger, dans les laboratoires industriels ou les centres hospitaliers. Certains autres, comme la fusion thermonucléaire et la radiographie neutronique, recèlent trop de promesses pour qu'on ne les cultive.

### Les programmes d'enseignement

En génie nucléaire, il est courant qu'un programme de formation professionnelle au niveau de la maîtrise s'échelonne sur une période de trois ou quatre termes. Le nombre relativement élevé de cours facultatifs que présentent les grandes universités américaines leur permet d'offrir un programme quasi individuel défini d'un commun accord par l'étudiant et son tuteur. La règle veut cependant qu'on introduise un bloc de cours obligatoires pour tous les candidats, à compléter par un nombre défini de cours à option.

Le programme de maîtrise en ingénierie nucléaire offert par l'Institut reflète ces diverses tendances. Une scolarité minimale de trois termes est prévue pour l'ensemble cours et thèse. Au sein du plan d'études, un noyau de matières à caractère fondamental vise à transmettre une bonne connaissance générale du réacteur à fission. Neutronique, thermique, étude des matériaux, contrôle : les aspects les plus importants de la conception et du fonctionnement d'une centrale nucléaire sont tour à tour examinés dans ce cadre sans qu'on cherche à approfondir préférentiellement l'un ou l'autre. Quelque degré de spécialisation est néanmoins accessible grâce à un éventail de cours facultatifs parmi lesquels l'étudiant doit puiser un complément de crédits.

On entend de la sorte greffer sur le bloc obligatoire un certain nombre



de sous-programmes qu'on peut classer en deux catégories. Les uns offriront un enseignement approfondi sur un thème relié aux centrales à fission. Les autres aborderont un secteur du génie nucléaire étranger à l'étude de ces systèmes.

La sécurité des installations, l'analyse thermique et les aspects économiques de l'énergie nucléaire représentent trois voies de développement caractéristiques du premier type. L'étude de la fusion thermonucléaire, celle des radioisotopes et de leurs applications se rattachent à la seconde classe de sous-programmes menant au diplôme de M.Ing. (nucléaire).



En parallèle avec ce programme classique de formation générale en génie nucléaire, la maîtrise en sciences appliquées présente une structure d'accueil largement ouverte à des plans d'études variés, dirigés vers des catégories bien précises de candidats ou des portions restreintes du marché. Elle n'exige qu'une année de scolarité. L'Institut a mis à profit cette formule souple pour construire, de concert avec le Service de formation technique de l'Hydro-Québec, un ensemble de cours destiné spécifiquement à la préparation du personnel d'exploitation. Avec le passage du temps et le développement de l'industrie nucléaire, il est à prévoir qu'un

nombre croissant de programmes spécialisés trouveront place dans ce cadre.

Finalement, bien que l'Institut n'octroie pas de diplômes au niveau du premier cycle, certains cours pertinents au génie nucléaire sont accessibles aux étudiants sous-grade. Ils appartiennent à l'un ou l'autre de deux types. Ainsi, un ou plusieurs cours prérequis d'introduction au génie nucléaire ont pour fonction d'assurer une certaine homogénéité du groupe étudiant, possiblement issu d'options très diverses, dès l'inscription aux programmes de maîtrise offerts par l'Institut. En outre, l'Institut s'adresse par des cours terminaux aux étudiants du premier cycle désireux de se familiariser avec certains sujets (v.g. les applications des radioisotopes, l'environnement radioactif) reliés au génie nucléaire. On doit s'attendre à ce que cette seconde catégorie prenne de l'ampleur à mesure que les concepts et techniques du génie nucléaire s'intégreront au bagage culturel et scientifique de l'ingénieur moyen.

### La recherche

Deux principes fondamentaux ont guidé l'élaboration d'une politique de recherche, d'ailleurs soumise à un processus de révision continue qui assure la mise à jour des objectifs à court et moyen terme. D'une part, un réalisme sain suggérerait de fonder les premiers programmes sur l'utilisation de l'équipement expérimental et des moyens de calcul prévus ou disponibles aux fins de l'enseignement; d'autre part, il convenait de mettre au point des projets qui, dans le domaine où s'exerce la compétence de l'Institut, soient pertinents aux préoccupations actuelles ou prévisibles du marché canadien.

Dans la mesure du possible, on a voulu favoriser le lancement de programmes multidisciplinaires à long terme, plus aptes à cultiver l'esprit d'équipe et à connaître l'excellence. Ainsi, la sûreté des installations nucléaires cons-

titue le thème dominant des recherches envisagées par l'Institut. Il est clair qu'en dépit de l'attitude prudente et responsable adoptée dès le début de sa jeune carrière par l'industrie nucléaire, les réactions psychologiques souvent défavorables suscitées par ses activités et la conscience de la menace au milieu ambiant que représentent en puissance toutes ses installations justifient des efforts renouvelés en vue d'accroître la sûreté des usines nucléaires. Aussi, des organismes comme l'Énergie Atomique du Canada et la Commission de Contrôle de l'Énergie Atomique voient-elles d'un très bon œil la création d'un foyer indépendant d'où pourront émaner de nouvelles techniques d'analyse susceptibles d'être appliquées à l'étude du comportement des centrales.

La présence sur le sol québécois de la centrale de Gentilly, qui met en œuvre le seul réacteur à eau bouillante du parc nucléaire canadien suffit, d'autre part, à justifier les travaux entrepris sur les phénomènes d'écoulement en deux phases, second domaine de recherches auquel s'adresse l'Institut. On a déjà élaboré et on se propose d'affiner une représentation mathématique du comportement thermo-hydraulique au sein d'un réacteur fonctionnant en régime permanent. Ces études théoriques s'appuient sur des expériences en cours de réalisation à l'Institut: mesure des échanges turbulents dans un réseau de sous-canaux interconnectés, mesure de la fraction de vide en divers points d'un canal où circule de la vapeur.

La mise en route à l'Institut d'un générateur de neutrons permet, en outre, d'aborder certains travaux d'analyse par activation. Une première étude porte sur le dosage du sélénium, facile à exécuter avec les neutrons de 2.8 Mev produits sur une cible de deutérium. Une seconde, qui revêt un intérêt appréciable sur le plan industriel, s'attaque à l'analyse des impuretés dans le zirconium. Le zirconium est un matériau d'usage

courant dans les réacteurs canadiens et les exigences quant à sa pureté sont toujours très élevées: la méthode proposée, rapide et facile d'emploi, présente des caractéristiques extrêmement souhaitables pour les analyses de routine.

Enfin, le générateur de neutrons que possède l'Institut se prête fort bien aux essais de radiographie neutronique. L'Institut a déjà jeté les fondements de la recherche en cette voie qu'il entend explorer dans un proche avenir.

### Les moyens humains et physiques

Ses antécédents historiques et surtout l'attention privilégiée dévolue de prime abord à l'enseignement ont, il va de soi, exercé une influence majeure sur le choix des moyens humains et physiques mis à la disposition de l'Institut.

Si, par exemple, d'autres provinces du génie nucléaire figurent aux plans d'études ou donnent lieu à certaines recherches, le dessein de pourvoir à la présentation des diverses disciplines reliées à la conception et l'exploitation des centrales à la fission a fixé au premier chef l'importance numérique et la composition du corps professoral. Depuis le lancement du projet initial à l'automne 1969, l'effectif des enseignants n'a pas varié: il comprend à l'heure actuelle cinq professeurs à temps plein et un chargé d'enseignement. Néanmoins, des stages de perfectionnement dans les universités étrangères ou les centres nationaux ont produit en plusieurs cas une réorientation fructueuse et l'évolution des programmes en porte la trace.

L'addition récente d'un adjoint de recherche ajoute au potentiel de l'Institut et ouvre une voie de développement fort prometteuse pour l'avenir. Une secrétaire et trois techniciens, dont l'un spécialisé en électronique et les deux autres en mécanique, complètent les ressources humaines.

Au chapitre de l'équipement, la fonction primordiale des premières acquisitions fut d'apporter un support expérimental à l'enseignement théorique mais on n'a jamais négligé, en préparant les devis, les affectations possibles de l'appareillage aux travaux de recherche. Un générateur de neutrons, capable de produire  $2 \times 10^{11}$  neutrons de 14 Mev à la seconde, et une source radium-béryllium d'un demi-curie constituent les pièces maîtresses du laboratoire. Deux scintillateurs gamma de 3 po donnent accès aux manipulations de spectrométrie. L'instrumentation électronique, moderne et de bonne qualité, inclut un analyseur à 800 canaux et une chaîne de comptage à haute précision. Enfin, le montage des expériences et la construction de certains mécanismes tirent parti d'un petit atelier muni d'un outillage standard.

### Le rayonnement extérieur

Depuis sa création, l'Institut a mené sept candidats au diplôme de maîtrise en ingénierie nucléaire. Onze étudiants sont présentement inscrits, dont cinq se destinent à la maîtrise en sciences appliquées, et tout laisse prévoir que ces nombres seront triplés ou quadruplés avant la fin de la décennie. L'accueil extrêmement favorable réservé aux étudiants et diplômés par le marché du travail — en particulier par l'Hydro-Québec et l'Énergie Atomique du Canada — représente en soi un gage précieux de succès, que les réalisations pratiques de ces jeunes anciens commencent déjà de répandre et d'accroître.

La collaboration étroite et constante de l'Institut avec les agences gouvernementales qu'on vient de citer et d'autres comme la Commission de Con-

trôle de l'Énergie Atomique, se manifeste sous la forme de contrats de recherche, de stages d'étudiants ou de professeurs dans les centres nationaux, de conférences données à l'Institut par les plus grands noms du génie nucléaire au Canada, par la participation de professeurs à divers comités professionnels. L'Institut entretient des relations suivies avec de nombreuses institutions universitaires œuvrant dans le domaine, tant au Canada qu'à l'étranger.

Enfin, des communications présentées par les membres de l'Institut aux associations scientifiques ou professionnelles, des articles publiés dans la grande presse contribuent à la promotion du génie nucléaire à travers le Québec et le Canada francophone.

MARC R. TRUDEAU, ING.  
J. RENÉ LALANCETTE, ING.  
GILLES GASCON, ING.

JEAN-LOUIS BOURRET, ING.  
ROBERT MORISSETTE, ING.  
CLÉMENT VIGNEAULT, ING.

### Trudeau, Gascon, Lalancette et Associés

*Ingénieurs-Conseils*

PLACE DU CANADA, SUITE 2220, MONTRÉAL 101 / 866-2471

### BOUTHILLETTE & PARIZEAU

INGÉNIEURS-CONSEILS  
Mécanique - Électricité

9825, rue VERVILLE  
Montréal 357 — 387-3747



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

*Société d'études de sols — Laboratoire de matériaux*

# Le Service de l'Extension de l'Enseignement

par Lucien Gendron, ing. \*

Depuis ses débuts en 1954, le Service de l'Extension de l'Enseignement n'a pas cessé de poursuivre les mêmes objectifs généraux : permettre aux ingénieurs comme aux aides-ingénieurs, aux diplômés universitaires comme aux techniciens avancés de se perfectionner, de se spécialiser ou de se réorienter afin d'exercer une action encore plus utile envers l'industrie et la société.

La poursuite de ces objectifs généraux a évolué graduellement au cours des années au point qu'actuellement le Service exerce son action dans les cinq secteurs suivants :

- cours de niveaux complémentaire et supérieur conduisant au diplôme d'études complémentaires et à la maîtrise ;
- cours de niveau du baccalauréat conduisant partiellement au diplôme d'ingénieur ;
- cours en collaboration avec les Services d'Éducation Permanente de l'Université de Montréal et de l'École des Hautes Études Commerciales conduisant au certificat en recherche opérationnelle ;
- cours en collaboration avec la Faculté de l'Aménagement sous les auspices du ministère des Affaires municipales conduisant au diplôme

- de technicien en prévention des incendies ;
- cours de niveau du baccalauréat conduisant à une attestation de perfectionnement.

## Diplôme d'études complémentaires et de maîtrise

Le diplôme d'études complémentaires est offert aux ingénieurs et aux diplômés universitaires qui veulent poursuivre leurs études à temps partiel (le soir) ou à temps complet (le jour) et qui veulent ainsi acquérir des connaissances plus poussées dans les domaines de l'ingénierie et des sciences appliquées. Le diplôme est décerné à tout candidat qui a réussi un programme d'étude comprenant vingt crédits de cours de niveau complémentaire et de niveau supérieur.

Au lieu de recevoir un diplôme d'études complémentaires, tout candidat qui a bien réussi peut demander que les crédits obtenus soient transférés à un programme de maîtrise qui comporte normalement un minimum de 32 crédits.

Ce diplôme d'études complémentaires a été inauguré en 1968 et les inscriptions des quatre premières années s'établissent respectivement à 180, 232, 261 et 304.

## Diplôme d'ingénieur

Depuis tout récemment, septembre 1972, le début du programme d'études qui conduit au diplôme d'ingénieur est offert le soir aux diplômés du CEGEP et aux techniciens qui ne peuvent pas poursuivre des études à temps complet le jour. Ce début de programme s'échelonne sur trois ans le soir et il équivaut à une année du jour.

Cette période de trois ans permet à tout candidat de constater que le cours de génie correspond à ses goûts et à son talent et elle lui fournit le temps de s'or-

ganiser pour poursuivre ses études le jour. Cette période pourra à l'avenir se prolonger d'une année ou deux si cela devient nécessaire mais il est presque impensable de donner tout le cours de génie le soir, ce qui exigerait douze ans.

À la première inscription, on compte plus de quarante étudiants.

## Certificat en recherche opérationnelle

Le certificat en recherche opérationnelle s'adresse à tout diplômé universitaire et aussi à toute personne qui a terminé ses études collégiales (ou l'équivalent) et qui a déjà acquis une expérience pertinente dans le domaine.

La recherche opérationnelle, qui se caractérise par l'emploi de méthodes d'évaluation quantitative dans l'étude des opérations d'un système, trouve de plus en plus d'applications dans l'industrie, le commerce et les grandes administrations. Il n'est donc pas surprenant que ce programme d'études, qui a débuté en 1969-70, ait attiré jusqu'à présent plus d'une centaine d'étudiants.

## Diplôme de technicien en prévention des incendies

Le programme conduisant à ce diplôme a été préparé en vue de perfectionner les connaissances des membres des services d'inspection, de prévention, d'assurance et de lutte contre l'incendie qui dépendent d'un organisme fédéral, provincial, municipal ou privé. Ce programme comprend 295 heures d'enseignement et il est couronné par un diplôme professionnel que décerne le ministère des Affaires municipales par l'intermédiaire de la Direction générale de la Prévention des Incendies.

Le programme de cours a été élaboré à la suite d'une demande expresse de l'Association des Chefs de Police et Pompiers de la Province de Québec. Le premier cours a débuté à Polytechnique



Monsieur Lucien Gendron, B.A., B.Sc.A. et Ing. Poly '45, M.Sc.A. Poly '47, Ph.D. chimie 1954 Université McGill, directeur du Service de l'Extension de l'Enseignement.

en septembre 1963 et depuis ses débuts 329 techniciens en prévention des incendies ont reçu leur diplôme.

### Cours de perfectionnement

Les cours de perfectionnement existent depuis les origines du Service en 1954. Ils comprennent, durant la période 1954-1967, surtout des cours du niveau du baccalauréat et quelques cours de niveau supérieur et, depuis 1968, ils désignent des cours des premières années du baccalauréat.

Les cours de perfectionnement constituent le secteur qui est encore le plus achalandé. Les étudiants se recrutent chez les techniciens en grande majorité et chez les ingénieurs.

Durant la période de 1954 à 1961 inclusivement, les inscriptions annuelles se maintenaient entre 300 et 400. De 1962 à 1966 inclusivement, les inscriptions sont montées à 1.300 (figure 1), ce fut la période des grands travaux de génie civil qui ont précédé l'Exposition universelle de Montréal. Depuis 1967 — année de l'Expo — les inscriptions ont décliné jusqu'à atteindre le niveau de 700 en 1969-70.

### Avenir

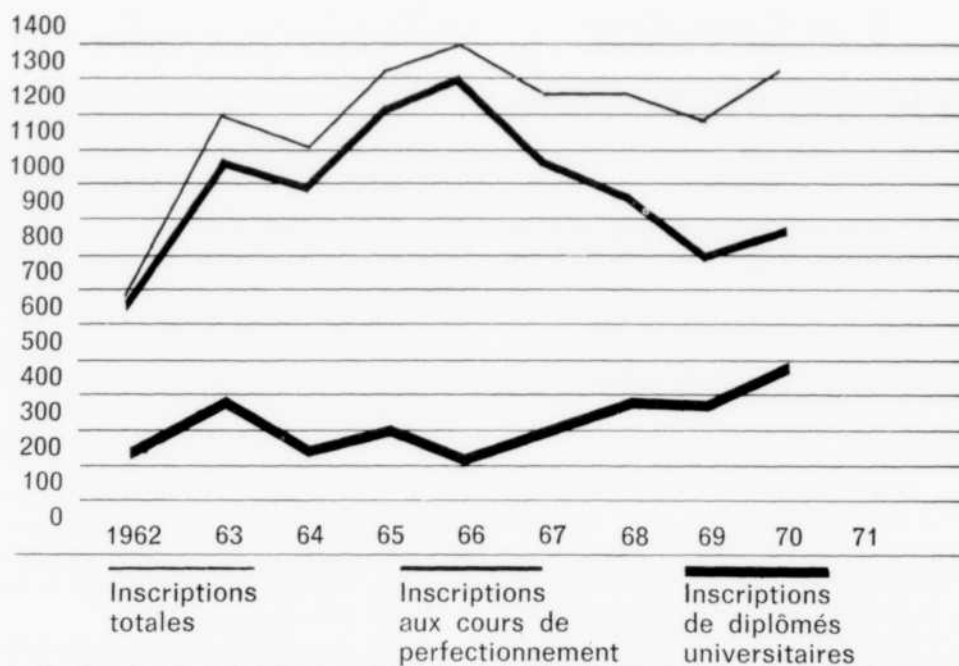
La science et la technologie se développent à un rythme accéléré. Le système d'éducation et la pédagogie se transforment rapidement. L'industrie elle-même est entraînée de plus en plus dans ce tourbillon où apparaissent de nouvelles fonctions et où disparaissent d'anciennes.

Il en résulte que les cours de génie ne peuvent plus être assez complets, ni assez détaillés, ni assez avant-gardistes pour éviter que les diplômés ne ressentent éventuellement le besoin :

- a) de se spécialiser davantage ou de perfectionner leurs connaissances ;
- b) de s'adapter à un travail qu'ils n'avaient pas prévu au moment de leurs études ;

Inscriptions aux cours du soir

Fig. 1



c) d'acquérir des connaissances dans des domaines de génie tout à fait nouveaux.

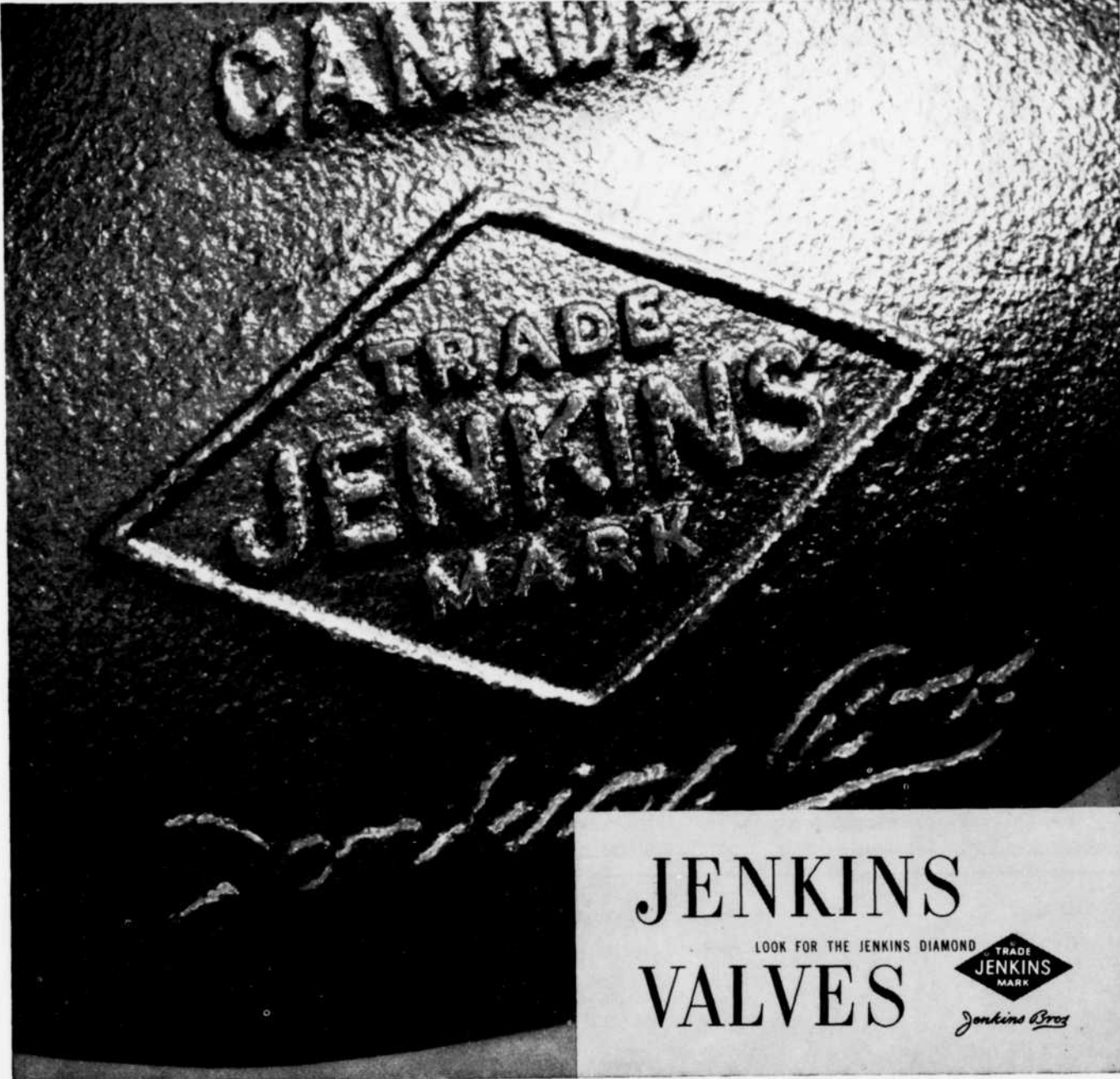
C'est pour mieux répondre à ces objectifs que d'année en année le Service de l'Extension de l'Enseignement s'intègre davantage à la vie même de l'École et qu'ainsi il offre aux diplômés les cours nouveaux, les programmes nouveaux et les diplômes nouveaux dont jouissent les étudiants réguliers du jour. Les initiatives des dernières années — programmes de maîtrise et de diplôme d'études complémentaires — se doivent d'être continuellement renouvelées et d'être progressivement accentuées.

Le développement de la science et de la technologie affecte aussi le technicien. Souvent celui-ci constate après sa sortie du collège son besoin de réorientation ou de perfectionnement. L'initiative récente — ouverture du début du cours d'ingénieur le soir — se propose de satisfaire le besoin de réorientation du technicien. Toutefois pour mieux ré-

pondre au désir de perfectionnement du technicien qui ne veut pas devenir ingénieur, il faudra à l'avenir structurer les cours actuels de perfectionnement en programmes appropriés qui conduiront à des certificats et éventuellement au baccalauréat avec majeur en sciences appliquées.

L'essor de la science et de la technologie provoque aussi la création de nouvelles fonctions dans la société. Il est important que le Service de l'Extension de l'Enseignement demeure disponible aux associations et aux groupes pour créer l'enseignement qui correspond à ces nouvelles fonctions comme ce fut le cas pour les programmes de prévention des incendies et de recherche opérationnelle.

Que de décisions  
difficiles à prendre  
en une seule journée! Mais,  
quelquefois, il y en a une facile... choisir  
les soupapes Jenkins, si sûres et si durables.



**JENKINS**  
LOOK FOR THE JENKINS DIAMOND  
**VALVES**

TRADE  
JENKINS  
MARK

*Jenkins Bros*



### LABORATOIRE DE BÉTON LTÉE

Contrôle qualitatif — Épreuve des matériaux

TÉL. : 729-6394

3800 EST, BOUL. MÉTROPOLITAIN, MONTRÉAL 456, QUÉ.

### RACEY, Mac CALLUM & BLUTEAU LTÉE INGÉNIEURS-CONSEILS

Propriétaire-exploitant

Études géotechniques — Contrôle du dynamitage  
Contrôle de la qualité des matériaux et de la fabrication  
Investigations civile, mécanique et électrique

8205, BOUL. MONTRÉAL-TORONTO  
MONTÉAL 263, QUÉ.

TÉL. :  
489-4941



Montréal 270-2155  
St-Jean Qué. (514) 347-3562

### TECHMONT INC.

700 ouest, Crémazie, Montréal 303, Qué.



### Les Laboratoires Bétonsol Inc.

161, RUE ST-HUBERT, VILLE DE LAVAL - 669-1308  
3333 CHEMIN DU SOUVENIR, VILLE DE LAVAL - 332-3730

Appareil d'éclairage extérieur  
pour lampes 1000 & 1500 watts  
à halogène métallique



1000 & 1500 watts

**LUMI-SPORT**



### LUMEC INC.

7965, 14e AVE MONTREAL 455, QUE.

SUCCURSALES: TORONTO, QUEBEC, OTTAWA

MANUFACTURERS OF



# Le Centre de Calcul

par Bernard Lanctôt, ing.\*

Parallèlement aux départements, instituts et services de l'École Polytechnique, le Centre de Calcul est un service qui d'une part ne peut vivre et croître qu'en fonction de la vie et de la croissance de ces diverses entités mais qui d'autre part agit comme un facteur essentiel de cette vie et de cette croissance. En raison de la concentration d'information qui s'effectue au Centre et des moyens de traitement à sa disposition, il peut agir d'abord comme point de focalisation des problèmes et, ensuite, comme agent moteur de leur solution. La concentration en un seul point de services disponibles pour l'enseignement, la recherche, et la gestion de l'École permet dans bien des cas un niveau plus élevé de coordination des activités.

En 1960, le département de génie électrique mettait sur pied un « laboratoire de calcul électronique » doté d'un petit ordinateur Bendix modèle G-15, et dont la mission était strictement l'enseignement, d'abord aux étudiants de cinquième année de génie électrique, puis aux étudiants d'autres spécialités et d'autres années. Graduellement, l'informatique a pris sa place dans l'École à mesure que les départements se rendaient compte de l'importance de cette technologie pour leurs étudiants et que les chercheurs constataient les avantages qu'ils pouvaient en tirer.

En 1965, l'École se dote d'un ensemble Control Data modèle 3100, qui a été continuellement amélioré par la suite. En même temps apparaît la distinction entre le Centre de Calcul et le département de génie électrique, distinction formalisée en 1970, alors que le Centre est rattaché à la Direction des Services de l'Enseignement.

En 1972, à la veille de son centenaire, l'École imprime un nouvel élan à son service d'information en lui donnant une définition nouvelle et précise de ses buts, en renouvelant complètement ses moyens de travail, et en le rattachant administrativement au Directeur de l'École, afin d'assurer la coordination des services offerts et rendus aux fonctions d'enseignement, de recherche et d'administration.

À plus petite échelle, le Centre de Calcul est en même temps le miroir et le baromètre des activités et des tendances de l'École tout entière. En effet, à cause de l'implication du Centre dans toutes les sphères d'activité de l'Institution, un examen de la quantité et de la nature des travaux confiés au centre donne une idée assez juste des préoccupations immédiates de ceux qui œuvrent à l'École, qu'il s'agisse de recrudescences d'activités d'enseignement en fin de terme, de la croissance soutenue des activités de recherche, des activités fébriles de gestion scolaire entre les termes, ou même d'un ralentissement général durant la période estivale où les étudiants sont absents et les professeurs profitent de vacances bien méritées.

De la même façon, les projets à plus long terme qui s'élaborent au Centre constituent d'excellents indicateurs de certaines orientations que l'École veut se donner, qu'il s'agisse de la constitution de banques informatisées de questions d'examens, de nouveaux moyens techniques d'aide à l'enseignement, de l'installation d'un réseau de postes terminaux pour l'accès interactif à l'ordinateur, ou de nouvelles ressources mé-

canoïdes et programmoïdes pour fins téléinformatiques.

À cause de sa mission essentielle de service aux usagers, le Centre ne peut jamais se permettre d'opérer « in vacuo », mais doit constamment s'étudier en fonction de critère de pertinence aux problèmes de ses usagers, reflétant ainsi encore la préoccupation de l'École tout entière vis-à-vis la société. Cette préoccupation s'est particulièrement manifestée lors du choix d'un nouvel ordinateur, alors que l'École s'est efforcée de définir le rôle du Centre de Calcul non seulement vis-à-vis ses propres problèmes et besoins, mais aussi en fonction d'un rôle à jouer à l'intérieur du campus de l'Université de Montréal, à l'intérieur du réseau provincial d'éducation et, enfin, vis-à-vis l'ensemble de la société.

Vis-à-vis les besoins internes de l'École, le Centre contribue d'abord à la mission d'enseignement et de formation des ingénieurs, et ce, surtout de trois façons différentes :

— d'abord par sa contribution à l'enseignement de l'informatique, en collaboration avec le département de génie électrique, mais aussi avec les autres départements utilisateurs ; ici, dans le contexte de la formation des ingénieurs, l'informatique n'est pas considérée uniquement comme une discipline en soi, mais surtout comme un outil majeur de l'ingénieur qui doit lui permettre d'œuvrer dans sa discipline de façon plus complète et plus efficace ;

— ensuite par la mise en disponibilité de moyens informatiques d'aides à l'enseignement tels que la préparation de questionnaires d'examens individuels pour les cours à taux d'apprentissage variable, des programmes d'usage général compatibles avec ceux utilisés dans l'industrie, la concentration de documentation, manuels, films, etc..., et éventuellement l'essai d'enseignement assisté par ordinateur ;

— finalement par la présence mé-



Monsieur Bernard Lanctôt, B.A., B.Sc.A. et Ing. Poly '56, directeur du Centre de Calcul et professeur titulaire.



me du centre de calcul et la disponibilité de son personnel, ce qui permet de mettre les étudiants intéressés en contact direct avec les problèmes journaliers et les techniques courantes d'exploitation d'un service d'Informatique typique.

Aux chercheurs de l'École, le Centre offre d'abord des services d'informatique en rapport avec les octrois dont ils disposent, mais sans nécessairement limiter la quantité de service, ceci dans le but de promouvoir la croissance continue de la recherche. De plus, le Centre s'efforce d'informer continuellement les chercheurs des nouvelles techniques et nouveaux appareillages afin de leur permettre de fonctionner plus efficacement.

La gestion de l'École, et plus particulièrement la gestion scolaire, implique souvent de sérieuses contraintes de temps face au traitement de grandes masses d'information.

Au début de chaque terme, on doit inscrire les étudiants et enregistrer leurs

choix de matière, et, à la fin de chaque terme, on doit préparer leurs bulletins à temps pour le début du terme suivant; entre ces deux opérations majeures, des listes et statistiques diverses doivent être préparées tant pour usage interne que pour communication au ministère de l'Éducation et à d'autres organismes. Depuis plusieurs années déjà, les procédures de gestion scolaire et de tenue de dossiers sont entièrement informatisées, depuis la demande d'admission de l'étudiant jusqu'à l'émission du bulletin final. La disponibilité du Centre de Calcul a été un facteur de progrès important, en assurant non seulement la possibilité mais aussi le succès du régime de promotion par matière sous lequel les étudiants poursuivent leurs études.

La préparation des chèques de paye du personnel et des états financiers afférents est également du ressort du Centre de Calcul et constitue un premier pas dans l'implantation d'un système complet de gestion des ressources humaines et financières qui permettra d'augmenter encore plus l'efficacité administrative de l'École.

L'École Polytechnique n'est pas seule sur le campus de l'Université de Montréal. Si elle est heureuse de son autonomie administrative et financière, elle n'en maintient pas moins des liens de collaboration étroite avec les autres institutions du campus, dans le but d'assurer que des efforts concertés garantissent la qualité globale des services rendus à la société en fonction des ressources utilisées.

Cette préoccupation s'est particulièrement manifestée lors du choix d'un nouvel ordinateur alors qu'on a considéré non seulement les besoins de l'École, mais aussi les autres besoins et disponibilités du campus pour en arriver à un choix qui d'une part ne dédoublerait pas des services déjà disponibles et d'autre part permettrait d'offrir des services complémentaires sur l'ensemble du campus. Des mécanismes efficaces et

simples d'échanges de services ont été établis et permettent aux professeurs et chercheurs de choisir l'outil le plus adapté à leurs besoins, tout en assurant à chaque institution le contrôle des ressources dont la gestion lui a été confiée.

L'École n'est pas seule non plus à l'intérieur du réseau éducatif québécois, et le Centre contribue à réaliser l'implication de l'École dans les autres niveaux, plus particulièrement le niveau collégial, en rendant disponibles ses ressources et ses compétences. Déjà, plusieurs projets conjoints sont en marche, permettant à des étudiants du niveau collégial de parfaire leur formation et de commencer à acquérir une certaine expérience, en réalisant des travaux au sein de l'équipe du Centre de Calcul; ces projets sont dirigés par des professeurs des CEGEP impliqués, qui peuvent alors encore mieux accorder leur enseignement à la réalité, et les spécialistes du Centre de Calcul de l'École agissent comme coordonnateurs et guides.

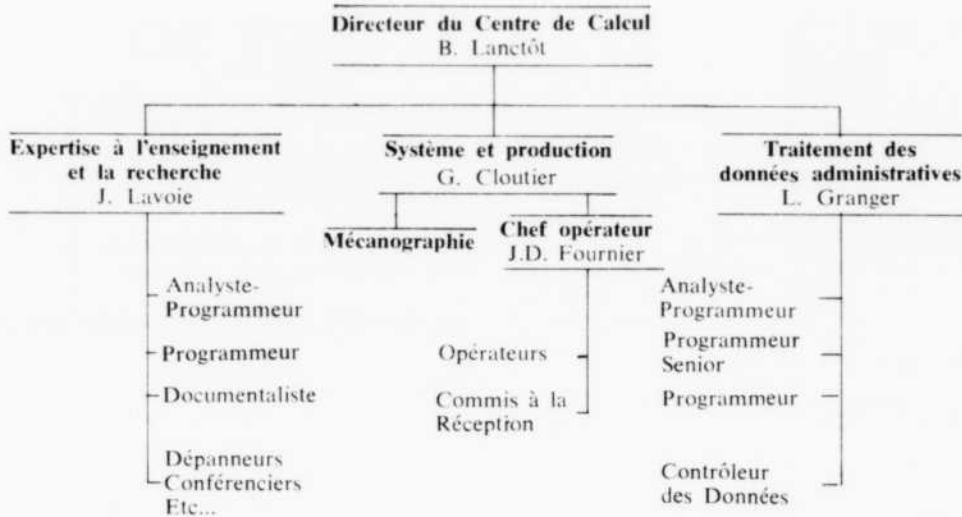
Par l'intermédiaire du Centre de Développement Technologique, le Centre de Calcul rend ses ressources et ses compétences disponibles à la société québécoise, et plus particulièrement aux petites et moyennes entreprises qui éprouvent souvent des difficultés à se doter elles-mêmes des moyens requis, ou qui n'en ont besoin qu'occasionnellement. Les fonds ainsi recueillis servent à améliorer les services offerts aux étudiants et aux chercheurs et à promouvoir la recherche.

Pour accomplir ses missions et réaliser ses objectifs, le centre dispose d'une équipe d'informaticiens et de personnel de soutien qui constitue sa principale richesse. Cette équipe d'environ 15 personnes est répartie en trois groupes selon l'organigramme de la figure 1 :

- groupe système et production, responsable de l'exploitation de l'ordinateur et de l'installation et l'entretien des programmes,

Structure administrative du centre de calcul

Figure 1



- groupe d'expertise à l'enseignement et à la recherche, responsable d'éduquer, aider et conseiller les usagers,
- groupe de traitement des données administratives, responsable des activités du centre dans les applications de gestion de l'École.

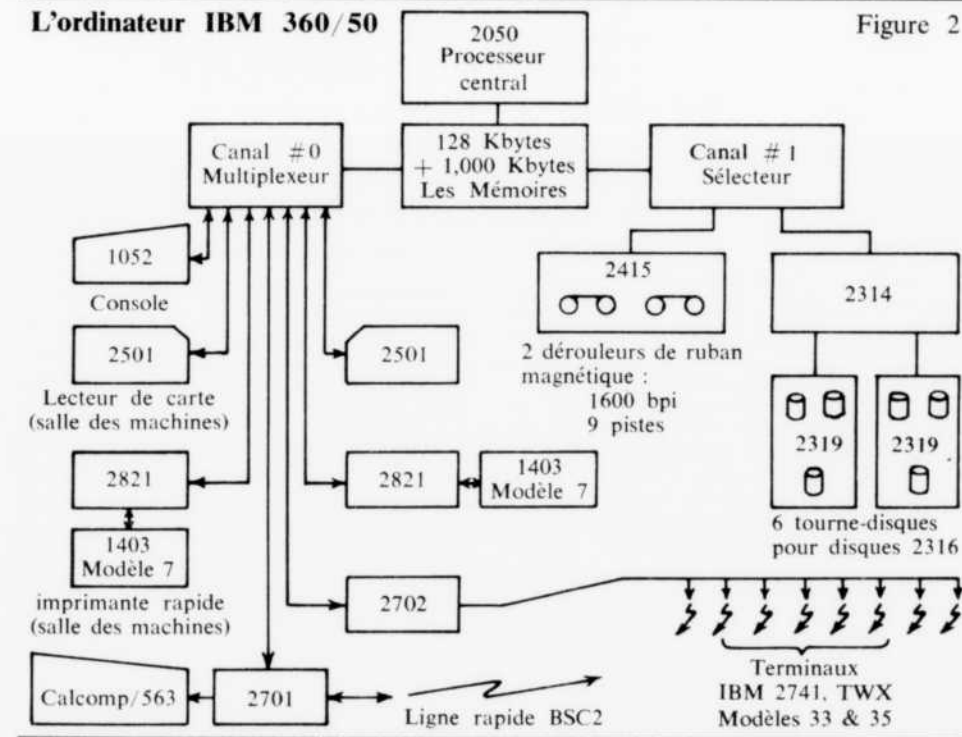
De plus, une vingtaine d'étudiants, dont certains sont engagés à temps partiel et d'autres sont bénévoles, participent aux activités du centre soit pour des travaux commandés, soit pour des travaux qui les intéressent personnellement. Leur participation est un atout important pour le centre.

Depuis le mois de juin 1972, le Centre de Calcul dispose d'un ordinateur de marque IBM, série 360 modèle 50, dont la configuration est explicitée en figure 2. Cet ensemble, dont les critères de choix ont déjà été discutés, comporte une très grande capacité de mémoire, ce qui élimine à peu près toutes contraintes sur l'ampleur des problèmes pouvant être attaqués, et un jeu complet d'appareils auxiliaires, disques et bandes magnétiques, lecteurs de cartes et imprimantes, traceur de courbes, contrôleurs de télécommunication. Le centre est ainsi en mesure d'offrir des services très variés et facile d'accès tant de l'intérieur que de l'extérieur de l'École.

Miroir et baromètre de l'École, porte toute grande ouverte à la société québécoise, le Centre de Calcul se voit non seulement comme un service essentiel pour l'École Polytechnique mais aussi comme un agent de dynamisme et de croissance, tant en quantité qu'en qualité. À la veille du centenaire de l'École, le centre a déjà dépassé le stade de la prise de conscience de son rôle et est fermement engagé dans la prise de ses responsabilités et l'exécution des missions qui lui ont été confiées.

L'ordinateur IBM 360/50

Figure 2





## Nous pouvons vous aider à continuer vos études supérieures.

Les Forces canadiennes sont prêtes à miser beaucoup sur les jeunes qui ont du talent. Si vous désirez devenir officier, nous sommes prêts à payer toutes vos études à partir du CEGEP général jusqu'à votre diplôme universitaire et à vous donner une allocation mensuelle de \$240.00 pour vous nourrir, vous loger et vous habiller. Si vous êtes prêts à travailler, nous, nous sommes prêts à payer!

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

<b>MONTREAL :</b> 1254, BISHOP — 283-6518	<b>TROIS-RIVIERES :</b> 1285, NOTRE-DAME — 374-3510
<b>QUEBEC :</b> 1048, ST-JEAN — 694-3636	<b>CHICOUTIMI :</b> 200 EST, RACINE — 543-1880
<b>SHERBROOKE :</b> 50, COUTURE — 565-4949	<b>RIMOUSKI :</b> 5, EST, ST-GERMAIN — 723-5271



### Les Forces armées canadiennes

Il faut être quelqu'un pour en être.

DR9-72-1F

### COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC. (1937)

615, rue Belmont, Montréal 101

**Spécialistes en Géotechnique**

Sondages et forages ;

Essais en laboratoire ;

Rapports complets et  
recommandations.



Tél. : 871-1117



### DIVISION DES SERVICES PROFESSIONNELS WARNOCK HERSEY INTERNATIONAL LIMITED

*Services de consultation*

Technique des sols • Expertises

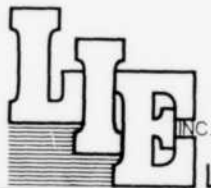
Métallurgie et analyses minéralogiques

Essais chimiques et physiques

Études économiques et des marchés

Vancouver • Calgary • Edmonton • Regina • Winnipeg  
Hamilton • Toronto • Montréal • Saint John • Halifax

Bureaux à l'étranger: Antilles, Amérique central et Amérique du Sud



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

8594 LAFRENAIE  
MONTREAL 458  
TEL (514) 325 3040

2680 CHEMIN STE FOY  
CP 9220 QUEBEC 10  
TEL (418) 653 8704

335 ST HUBERT  
JONQUIERE  
TEL (418) 547 5719

LABORATOIRE D'INSPECTION ET D'ESSAIS INC.

# Le point de vue de la 97<sup>e</sup> promotion

par Jean-Marcel Denis et Pierre De Grand'Maison \*

L'École Polytechnique a un siècle d'existence et se flatte d'être la plus grande école française de génie en Amérique. Avec la faculté de génie de l'Université de Toronto, qui fête aussi son centenaire cette année, elle a formé plus de la moitié des ingénieurs canadiens durant ce siècle. Plus de 5 000 ingénieurs sont diplômés de l'École depuis sa fondation ; de 5 diplômés en 1877, le nombre dépassera 350 en 1973.

Un siècle d'évolution, de transformation, telle est l'histoire de Polytechnique. L'École a beaucoup changé depuis sa fondation : les diplômés d'aujourd'hui sont différents de ceux d'hier. Cependant, un fait demeure, ils sont toujours des spécialistes des sciences appliquées. De plus, Polytechnique a su, par son enseignement adéquat, répondre aux exigences des progrès technologiques en formant des hommes d'avant-garde. Grâce à une coopération constante avec l'industrie et maintenant par l'intermédiaire de son Centre de Développement technologique, l'École Polytechnique s'est maintenue, au cours des années, à la fine pointe du développement du génie. Les travaux de recherches et les réalisations qui y ont vu le jour sont le signe tangible que, du côté formation professionnelle, l'École a conservé un haut standard de qualité :

- la première poutre canadienne en béton précontraint a été réalisée à l'École Polytechnique ;
- l'École Polytechnique groupe la plus grande équipe universitaire de recherches en transport en commun au Canada ;
- le procédé de concentration du Columbian a été conçu à l'École Polytechnique en collaboration avec les industries minières.

Les ingénieurs d'aujourd'hui diffèrent toutefois de ceux d'hier, du fait qu'ils doivent faire face à de nouveaux problèmes reliés à l'impact de la technologie sur la société : la pollution et

la conservation de l'environnement, l'épuisement graduel et alarmant des ressources. La philosophie d'exploitation, du rendement et du profit maximal qui anime le monde d'aujourd'hui est sur le point de ruiner notre environnement et si, par ignorance, négligence ou mauvaise volonté, une autodestruction du milieu est en voie de s'accomplir, qui, plus que l'ingénieur, doit réagir face à ces problèmes et en relever le défi ? Par ses nouvelles divisions de génie de l'environnement et de génie nucléaire et, de plus, par ses activités spéciales du centenaire tels le Festival International du film sur l'Environnement humain et la

**Vous trouvez toujours à boire à Hamilton!**  
**Les diesels Ruston assurent un approvisionnement d'eau constant.**



Advenant une panne de la source de pouvoir électrique produisant ainsi une baisse dans le réservoir d'eau; deux moteurs diesels Dorman de 910 BHP prennent automatiquement la relève des moteurs électriques et entraînent les pompes De Laval produisant chacune 13,000,000 de gallons par jour.

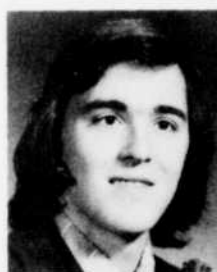
Diesels Ruston Limitée fournit des moteurs de 10 à 8,000 BHP. La gamme des moteurs *Ruston*, *Paxman* et *Dorman* vous offre le choix le plus vaste au monde. Pour un équipement sûr; des pièces disponibles immédiatement et pour service technique. . . Appelez Ruston.

SUITE 535, 3300 BOUL. CAVENDISH  
 N.D.G., MONTRÉAL 261, P.Q.  
 TÉL: (514)487-7920

St. John's • Halifax • Toronto • Vancouver

**Diesels Ruston** LIMITÉE

Représentants: MID CONTINENT SUPPLY CO. INC. Alberta, Sask. HENDERSON POWER EQUIPMENT LTD. Manitoba, Lakehead. DIESEL DU NORD ENRG., Québec nord.



**Monsieur Jean-Marcel Denis**  
 Président de la 97<sup>e</sup> promotion  
 École Polytechnique

**Monsieur Pierre De Grand'Maison**  
 Vice-président de la 97<sup>e</sup> promotion  
 École Polytechnique

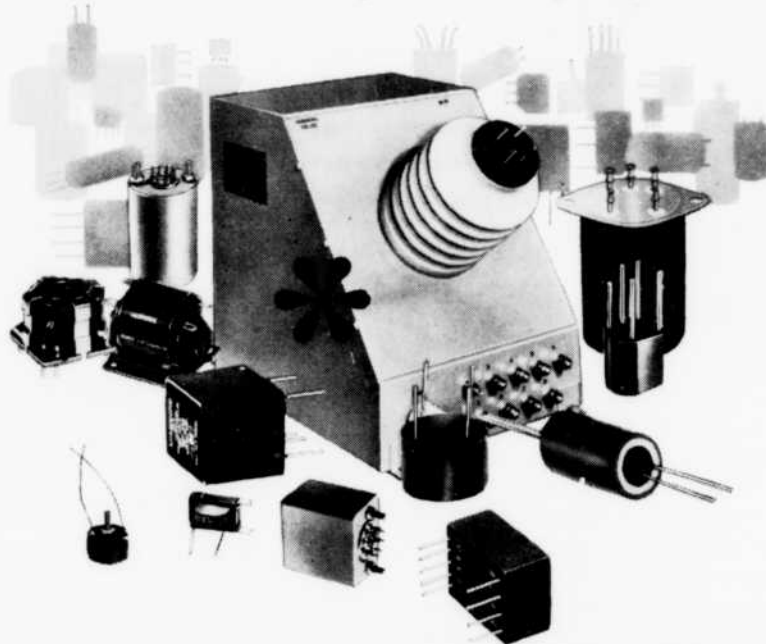


Semaine de l'énergie, l'École Polytechnique réagit devant ces faits alarmants et c'est tout à son honneur. L'École Polytechnique se doit d'orienter son enseignement dans le but de trouver des solutions à ces problèmes et fournir à la société québécoise des ingénieurs protecteurs du milieu, soucieux d'une utilisation rationnelle de ses ressources. Voilà sûrement le principal souhait que nous, de la 97<sup>e</sup> Promotion, pouvons présenter à notre École au moment où nous la quittons.

Depuis cent ans, Polytechnique a formé des ingénieurs qui ont su développer une technologie compétitive et forte; maintenant, elle doit former des hommes non seulement capables de bâtir mais des hommes capables d'adapter l'évolution technologique à la société québécoise, *tout en la protégeant des effets néfastes du progrès.*



## Tout le monde ayant sa propre idée



## Hammond a réalisé plus de 100,000 modèles de transformateurs

Hammond est outillé pour fabriquer des transformateurs spéciaux en prototype, aussi bien en commande unitaire qu'en grande quantité. Notre expérience riche de plus de 100,000 modèles différents de transformateurs nous permet de vous fournir rapidement et économiquement le modèle qu'il vous faut.

Notre gamme de fabrications va du transformateur miniature à feuille de circuit imprimé miniature pesant moins d'une fraction d'once au transformateur distributeur à sec de 500 KVA.

Vous trouverez des modèles, de quelques milliwatts à 225 KVA, en vente dans les magasins de nos distributeurs homologués à travers tout le Canada.

Canada.

Mais si vous avez un problème particulier nous serons heureux de l'étudier.

**\*Notre 100,000<sup>ème</sup> modèle a été réalisé pour la Commission à L'Energie Atomique Ltée.**

**HAMMOND**

HAMMOND MANUFACTURING CO. LTD.  
GUELPH, ONTARIO

ET/72/66F

---

Le nouvel organigramme du ministère des Terres et Forêts a doté la direction générale du Domaine territorial de trois directions qui intéressent particulièrement l'ingénieur.

La direction de la Gestion du territoire comprend trois services : aménagement des terres, concession des terres et intégrité du territoire. Elle est responsable des transactions impliquant les terres publiques et de la compilation d'informations concernant l'intégrité du territoire.

La direction des Relevés techniques regroupe les services de la géodésie et de la cartographie. Elle a pour fonction de produire des éléments techniques de base pour la connaissance du territoire et de mettre ces éléments à la disposition des intéressés.

La direction des Levés légaux comprend les services de l'arpentage et du cadastre. Elle a pour fonction de produire, de vérifier et de conserver les éléments techniques de base nécessaires pour les transactions légales de terrains.

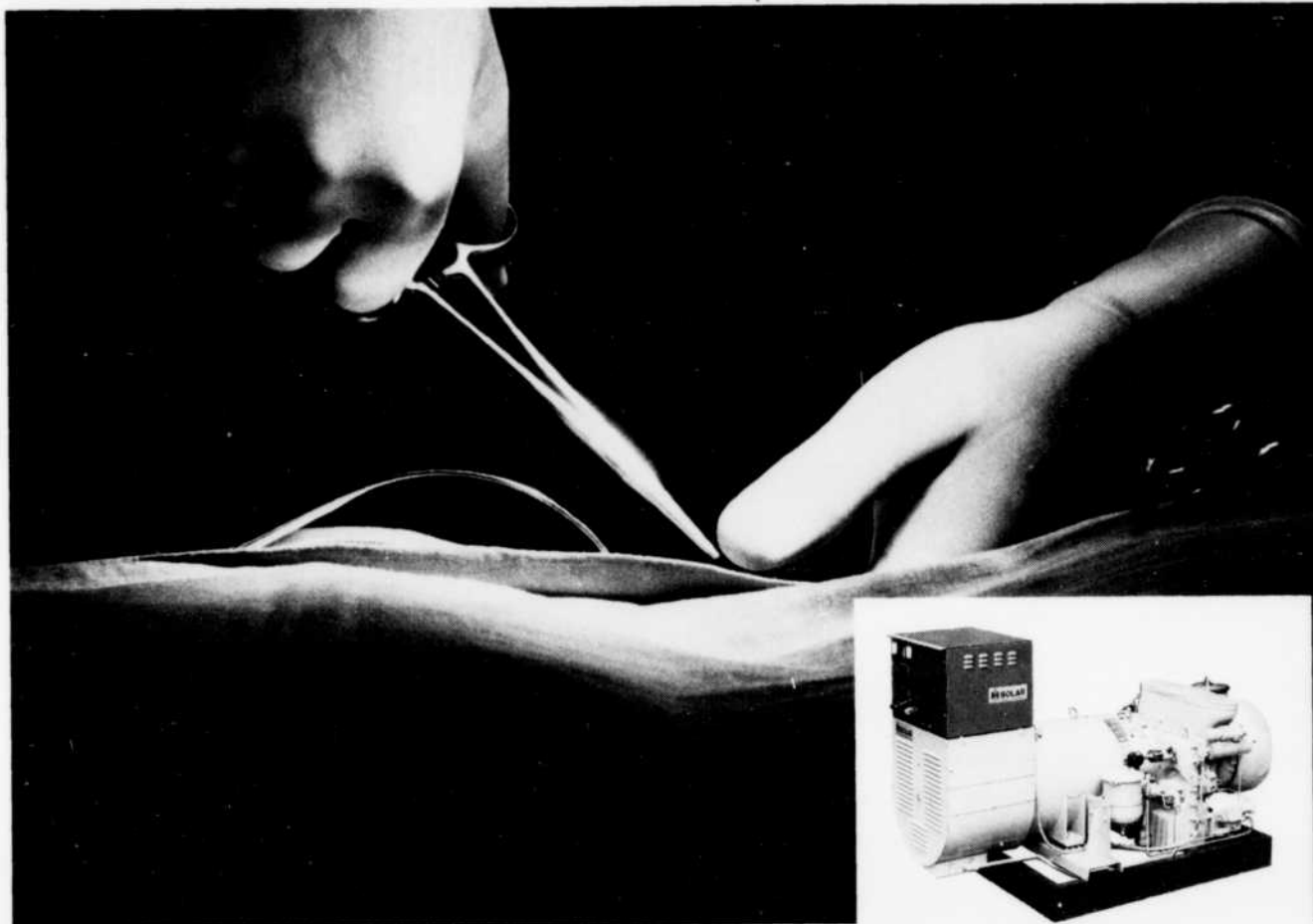
À ces trois directions s'ajoute enfin un groupe qui a pour fonction principale la recherche et la planification générale relatives au domaine territorial.

# Ministère des Terres et Forêts



GOUVERNEMENT DU QUÉBEC  
MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS

# Comment les hôpitaux se protègent-ils des pannes de courant..?



## Ils se procurent nos groupes électrogènes de secours à turbine à gaz.

Panne totale. Panne momentanée.

Les lumières s'éteignent. Les ascenseurs s'arrêtent. Tentes d'oxygène et incubateurs ne fonctionnent plus. Les réfrigérateurs abritant les approvisionnements sanguins ne marchent plus. Pas question, évidemment, que cela se produise dans un hôpital moderne.

Voilà pourquoi les lois fédérales et provinciales obligent à posséder une puissance de réserve... pourquoi aussi nos groupes générateurs deviennent de plus en plus populaires non seulement dans les hôpitaux mais partout où est requise une alimentation d'appoint.

SOLAR fabrique des groupes électrogènes de 225, 900 ou 2 500 kilowatts d'énergie. Ces appareils d'un fonctionnement de tout repos ont été installés, ou le seront sous peu, à Détroit, Québec, Wallingford (Conn.), Iron Mountain (Mich.), Los Angeles (Calif.) et en bien d'autres endroits. Un hôpital de \$91 millions, nouvellement construit à

# Répertoire des annonceurs

- 4 Beauchemin — Beaton — Lapointe  
66 Bouthillette & Parizeau  
•  
74 Cie Nationale de Forage et Sondage Inc.  
6 Ciments Canada Lafarge Ltée  
•  
80 Dual-Lite Products Limited  
•  
— Emco Limited  
•  
76 Hammond Manufacturing Co. Ltd.  
16 Hewitt Équipement Limitée  
C III Hydro-Québec  
•  
78-79 International Harvester Co. of Canada Ltd.  
•  
69 Jenkins Bros. Limited  
•  
70 Laboratoire Bétonsol Inc.  
80 Laboratoire d'Asphalte Ltée  
70 Laboratoire de Béton Ltée  
74 Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.  
66 Laboratoires Ville-Marie Inc., Les  
20 La Ligue électrique du Québec  
4 Lalonde, Girouard, Letendre & Associés  
4 Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés  
74 Les Forces armées canadiennes  
4 Les Laboratoires Shermont Inc.  
70 Lumec Inc.  
•  
5 Ministère des Communications du Québec  
26 Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec  
77 Ministère des Terres et Forêts du Québec  
C II Ministère des Transports du Québec  
25 Montel Inc.  
•  
4 Northern Electric Co. Ltd.  
•  
70 Racey, Mac Callum & Bluteau Ltd.  
80 Rockwell Canada Ltd.  
75 Ruston Diesels Limited  
8 Surveyer, Nenniger & Chênevert Inc.  
•  
70 Techmont Inc.  
80 Terratech Ltée  
2-3 Trane Company of Canada, Limited  
66 Trudeau, Gascon, Lalancette & Associés  
•  
74 Warnock Hersey International Limited  
•  
80 X-Per-X Limitée

Buffalo, N.Y., a fait l'acquisition de six de nos groupes générateurs de 900 kW et quatre de 225 kW. Le choix se justifiait par le bas coût d'installation... le faible encombrement et le poids minime... le peu de bruit, de vibration et de pollution atmosphérique, ce qui a permis l'installation au niveau de la mezzanine... un pouvoir de démarrage infailible pour les groupes raccordés à la charge critique.

SOLAR fabrique aussi des groupes électrogènes pour service continu, des groupes capables d'alimenter des installations non critiques dans des conditions de charge normales, des groupes à qui on peut automatiquement — il suffit de millièmes de seconde — confier la charge de fonctions critiques.

Si vous recherchez une alimentation électrique de secours au coût de kilowatt le plus bas, laissez-nous vous prouver la supériorité de nos groupes générateurs à turbine à gaz.

Service des produits SOLAR  
International Harvester Co.  
of Canada, Ltd.  
Bureaux à Montréal et  
Calgary.



## SOLAR

leader international en matière de  
turbine à gaz.



LABORATOIRES D'ASPHALTE LTÉE  
ASPHALTE - BÉTON - SOL  
Essais et Inspection

JEAN HÉBERT, B.A. ING.  
PRÉSIDENT

TÉL. 688-3091  
2904 BOUL. ST-MARTIN  
VILLE DE LAVAL (CHOMEDEY)

Hommages de

**Rockwell**  
CANADA

ROBERT S. HANNA  
EASTERN AREA MANAGER VALVE DIVISION



161 STIRLING AVENUE  
LA SALLE, QUÉBEC

(514) 365-1400

**Terratech** LTÉE

275, Benjamin-Hudon, Montréal 379, Québec  
Téléphone 331-6910

ETUDES GEOTECHNIQUES



**x-per-x** LTÉE

INSPECTION DES MÉTAUX

463 DESLAURIERS - MONTRÉAL 379 / TEL. 332-4330

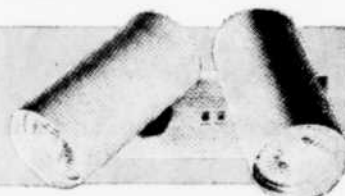
**DELITE** cylindres  
d'éclairage de secours



de  
**DUAL-LITE**

Le cylindre autonome d'éclairage  
de secours; un appareil efficace -  
un style d'avant-garde.

Cylindre simple ou  
jumelé pour tous les  
décor. Finis blanc, noir,  
aluminium ou toutes  
autres couleurs pour  
usage décoratif.



CLA-206 cylindres jumelés  
munis de 2 lampes de 18 watts.

Diminuez votre coût d'installation d'appareils d'éclairage de secours en spécifiant la série Delite.

Le cylindre autonome contenant un chargeur transistorisé et un accumulateur hermétiquement scellé s'installe facilement et rapidement directement au mur sur une boîte standard de raccordement.

Disponibles à 6, 12 et 24 volts cc, ils offrent une gamme de capacité atteignant 400 watt pour une durée d'une demie-heure d'éclairage de secours.

De nombreuses options sont disponibles pour répondre aux différents usages.

Des luminaires à 120 volts CA de même style sont disponibles pour fins de décoration homogène.

Obtenez les détails techniques du Delite de votre agent DUAL-LITE.



10635, BOUL. L'ARCHEVÊQUE,  
MONTÉAL-NORD 460, QUÉ.  
TÉLÉPHONE : (514) 325-4200  
TÉLEX : 05-268551

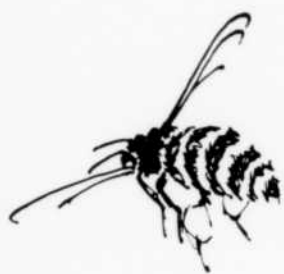


*L'École Polytechnique de Montréal allie depuis sa fondation les techniques traditionnelles de l'ingénieur aux formes les plus avancées du savoir et aux modes les plus raffinés du progrès.*

*Au cours des années, les hommes formés par l'École Polytechnique ont été associés étroitement à toutes les réalisations de l'Hydro-Québec. Les quatre cents diplômés de l'École que l'Hydro-Québec s'enorgueillit de compter aujourd'hui dans ses rangs continuent d'en faire une entreprise de pointe dans un secteur vital au Québec.*

*L'Hydro-Québec rend hommage à l'École Polytechnique, à ses professeurs et à ses diplômés qui, depuis 1873, ont laissé des empreintes si profondes dans tous les domaines de notre vie économique et culturelle.*





poly  
C



poly