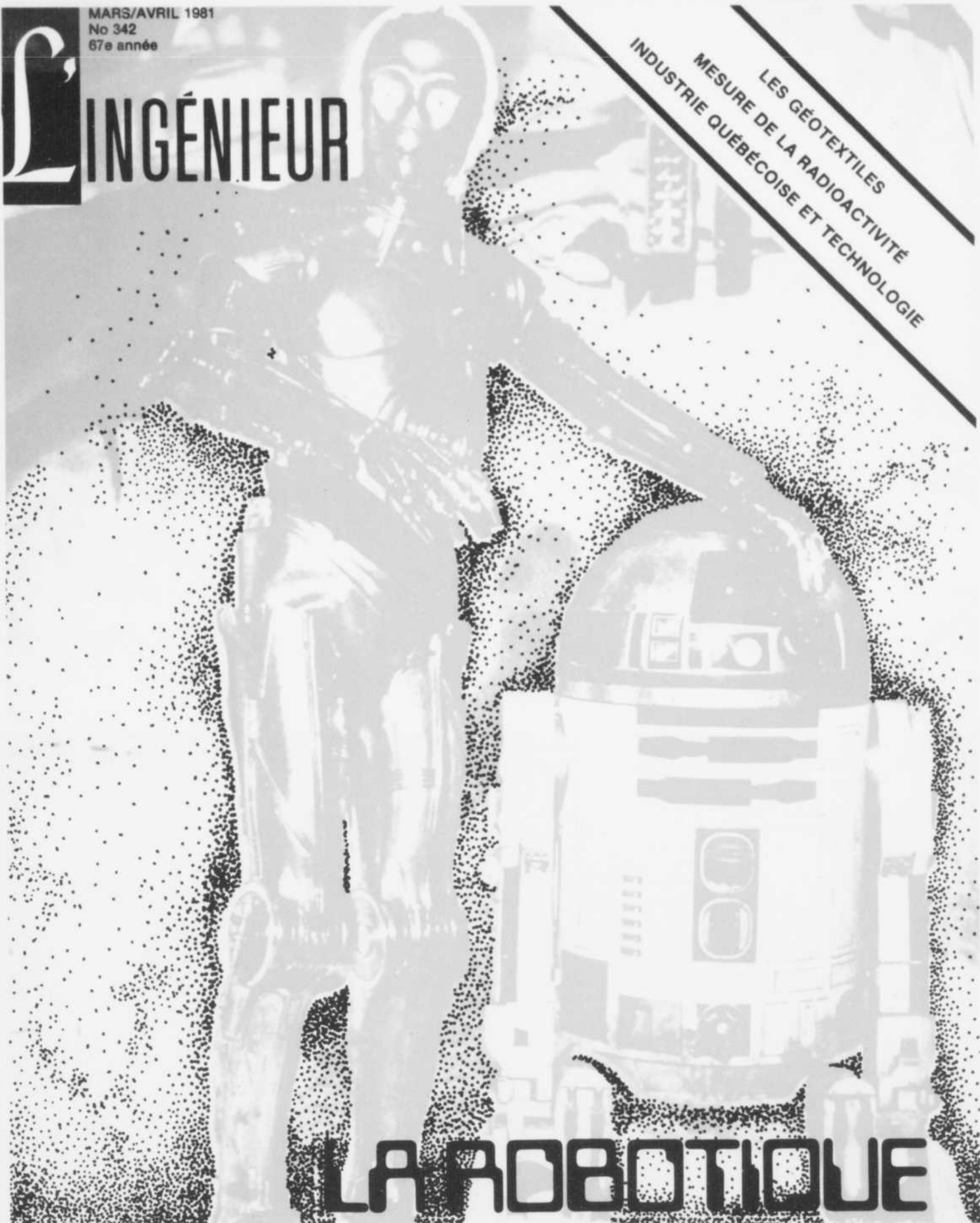


MARS/AVRIL 1981
No 342
67e année

L

INGÉNIEUR


LES GÉOTEXTILES
MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ
INDUSTRIE QUÉBÉCOISE ET TECHNOLOGIE



LA ROBOTIQUE

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
1700 RUE ST-DENIS
MONTRÉAL
H2X 3X6

C.P. 6079, Succ. A,
Montréal, Québec H3C 3A7

	Canada Post Postage paid	Postes Canada Port payé
Bulk third class		En nombre troisième classe
Retour garanti		F-353 Montréal



À tout seigneur, tout honneur.

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

REMY MARTIN



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

**ADMINISTRATION
ET RÉDACTION**

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

COMITÉ ADMINISTRATIF

André BAZERGUI, ing.
André BROSSARD, ing.
Jean-Pierre CHAMPAGNE, ing.
Gilles DELISLE, ing.
Guy DROUIN, ing.
Marc DROUIN, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Roger FYEN, ing.
Roger P. LANGLOIS, ing.
Emeric G. LÉONARD, ing.
Gérald-N. MARTIN, ing.
Carol WAGNER, ing.

SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION

Marc DROUIN, ing.
directeur
Thomas AQUIN, ing.
Bernard BÉLAND, ing.
Gérald BÉLANGER, ing.
Michel BILODEAU, ing.
Réal BOUCHER, ing.
Yvon M. DUBOIS, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Claude GUERNIER, ing.
Norman McNEIL, ing.
Marc TRUDEAU, ing.
Charles VILLEMAIRE, ing.

RÉDACTEUR

Charles ALLAIN

PUBLICITÉ

JEAN SÉGUIN & ASSOCIÉS INC.
Courtiers en publicité

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

ÉDITEURS

Association des Diplômés de Polytechnique

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

ABONNEMENTS

Canada	10 \$	par année
Etranger	15 \$	SCAN par année
A l'unité	2 \$	

DROITS D'AUTEURS: Les auteurs des articles publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. Reproduction permise, avec mention de source: on voudra bien cependant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication dans laquelle paraîtront ces articles. — Engineering Index, Biol., Chem., Sci., Abstracts, Periodex et Radar signalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR — ISSN — 0020-1138 — Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec.

Tirage certifié: membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau



L'INGÉNIEUR

5 LES GÉOTEXTILES

André L. Rollin, ing.

L'utilisation des membranes synthétiques tissées et non-tissées dans les travaux de géotechnique est maintenant reconnue. Leur emploi dans une multitude de travaux, routiers, de terrassement, de drainage, de barrages, fait appel aux propriétés mécaniques et hydrauliques des ensembles sol/membranes. Une description sommaire des différents géotextiles utilisés et de leurs applications est présentée dans cet article. De plus, les propriétés pertinentes à leur utilisation sont énumérées. Enfin, les travaux en cours à l'École Polytechnique sont présentés.

15 DE LA ROBOTIQUE AUX ATELIERS FLEXIBLES

Claude Laugeau

À peine existante il y a une dizaine d'années, la robotique se développe dans les grands pays industrialisés et accapare l'attention des chercheurs et des industriels. Une importante révolution dans l'automatisation de la production se développe sans doute sous le courant porteur de la robotique. Cet article didactique se propose de définir les concepts de base de la robotique tels que manipulateurs, automates, robots et inscrit la robotique comme composante majeure dans l'automatisation flexible.

25 MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE ET ANTHROPOGÉNIQUE DANS LES EAUX DE SURFACE

Jacques Turcotte, chim.

L'utilisation de la boue d'alun prélevée aux usines municipales d'épuration des eaux de consommation s'avère très prometteuse pour la mesure de la radioactivité dans les cours d'eau. L'étonnant pouvoir de fixation que possède l'hydroxyde d'aluminium et l'imposant volume d'eau traité quotidiennement dans une usine permettent à la boue d'alun de concentrer à un niveau tel les traces de radioisotopes naturels et de radioisotopes artificiels, qu'il est possible dorénavant d'observer les retombées atmosphériques d'essais nucléaires de très faible intensité ou encore de suivre à la trace sur des centaines de kilomètres les rejets des centrales nucléaires, si faible qu'en soit la teneur en radioactivité.

35 LE SECTEUR INDUSTRIEL QUÉBÉCOIS ET LA TECHNOLOGIE

Raymond Primeau, B.A., B.Sc.A., LL.L., D.B.A., D.E.S.

L'accélération du développement technologique et la concurrence accrue en provenance des pays du Tiers-Monde sont en voie de modifier en profondeur l'économie des pays industrialisés qui entrent rapidement dans l'ère post-industrielle. Les nouvelles industries de pointe seront surtout centrées sur l'électronique, l'informatique et le traitement de l'information. Cet article fait ressortir les caractéristiques technologiques des diverses catégories d'entreprises du secteur industriel québécois ainsi que leurs forces, leurs faiblesses et leur évolution prévisible au cours des prochaines années. La restructuration industrielle du Québec doit être accélérée et une politique technologique appropriée adoptée pour assurer l'évolution rationnelle de l'économie québécoise.

RUBRIQUES

- 3 ABSTRACTS
- 43 OFFRES D'EMPLOI
- 46 ÉVÉNEMENTS À VENIR
- 47 COMMUNIQUÉS
- 48 RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

PAGE COUVERTURE

L'humanité associe depuis toujours les robots à des humanoïdes métalliques, alors que les progrès de la science nous prouvent de plus en plus que les robots ressemblent beaucoup plus à des ordinateurs qu'à des êtres humains: c'est le propos de M. Claude Laugeau dans son article sur la robotique. Mais le mythe est tenace: les deux véritables héros de *La Guerre des étoiles* furent C-3-PO et R2D2, les deux gentilles machines qui illustrent notre couverture... (Photo: gracieuSeté de la Twentieth Century Fox Corp.)

L'INGÉNIEUR MARITIME DES FORCES CANADIENNES



VOGUE SUR TOUTES LES MERS DU MONDE.

Tu peux te forger une carrière intéressante au sein du Commandement maritime des Forces canadiennes. Le Commandement maritime est présentement à la recherche de diplômés en génie, en science et en technologie du génie.

Les ingénieurs maritimes travaillent au Canada et outre-mer, sur terre et sur mer. Ils relèvent les défis technologiques du présent et de l'avenir. Il y a un grand choix de carrières: officier des exploitations de terre, officier de génie sur un navire, officier de génie des systèmes de combat ou du développement des projets, conférencier en génie dans des écoles de génie canadiennes et étrangères, gestion des établissements d'essais de génie du Commandement maritime, et beaucoup d'autres. De plus, les ingénieurs maritimes ont l'occasion de poursuivre des études post-universitaires en génie au Canada ou à l'étranger.

Le génie maritime est une carrière intéressante et captivante qui relève les défis du génie moderne, qui t'offre l'occasion de parcourir le monde et qui te permet de servir ton pays avec fierté.

Pour en savoir plus long, communique avec un conseiller du Centre de recrutement local des

Forces canadiennes inscrit dans les pages jaunes sous la rubrique 'Recrutement' ou remplis le coupon et fais-le parvenir à l'adresse indiquée.

Directeur du recrutement et de la sélection
Quartier général de la Défense nationale
Ottawa, Ontario K1A 0K2

J'aimerais en savoir plus long au sujet d'une carrière d'ingénieur maritime dans les Forces canadiennes.

Nom _____

Adresse _____

Ville _____ Prov. _____ Code Postal _____

Diplôme détenu _____

2006F

LES FORCES
ARMÉES
CANADIENNES



SI LA VIE
T'INTÉRESSE

ABSTRACTS

GEOTEXTILES

by André L. Rollin, eng.

Woven and non-woven geotextiles are extensively used at present. Hydraulic behaviors and mechanical properties of the soil/fabric complexes are very important to design most of the geotechnical applications as road construction, ground drainage, dams, stabilisation of soils, and many others. In this article, a brief description of commercial geotextiles as well as of the many applications already known are presented. Pertinent properties associated with their utilisation are also described. Finally, the last section deals with research works being performed at Ecole Polytechnique in the field of geotextiles.

INDUSTRIAL ROBOTIC

by Claude Laurgeau

This paper is a didactic survey of industrial robotic. We attempt to formulate clearly the major concepts of this up to date discipline such as manipulators, industrial automates and robots. We then show how robotic appears as a fundamental feature of flexible automation.

VERY SENSITIVE METHOD FOR SAMPLING SOFT WATERS FOR RADIOACTIVITY

by Jacques Turcotte, chem.

Alum sludge from municipal plants for wastewater treatment can be advantageously used to measure radioactivity in rivers. The high fixing capacity of aluminum hydroxide and the enormous volume of water treated daily give alum sludge the property of concentrating natural and artificial radioisotope traces. This concentration reaches such a level that it is now possible to detect nuclear atmospheric fallouts of very weak intensity or to follow over hundreds of kilometers the effluents of nuclear power plants however low their radioactivity.

THE INPUT OF TECHNOLOGY IN QUEBEC INDUSTRY

by Raymond Primeau, B.A., S.Sc.A., LL.L., D.B.A., D.E.S.

This article attempts to establish the technological characteristics of the different categories of Quebec industries, including their strength their weak points and their probable evolution in the foreseeable futur. The industrial reshaping must be speeded up and an appropriate technological policy adopted in order to enhance the Quebec economy.

PROGRAMME DE MAÎTRISE EN RESSOURCES ET SYSTÈMES

Ce programme veut développer la conception technique et la recherche en ingénierie appliquée aux ressources et aux systèmes dans un cadre pluri-disciplinaire.

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme de maîtrise en ressources et systèmes a pour objet le développement des ressources et vise essentiellement à former des spécialistes capables d'une vision systémique dans le domaine du génie appliqué aux ressources en vue de leur utilisation optimale. Suivant la nature des problèmes à traiter, la théorie des systèmes constitue un outil méthodologique important. Le programme offre à l'étudiant à temps complet ou à temps partiel une séquence d'activités de 45 crédits comprenant un tronc commun, une spécialisation dans un champ d'études avec la rédaction d'un mémoire de recherche.

CONDITIONS D'ADMISSION

- Détenir un baccalauréat en sciences pures, en sciences appliquées ou en ingénierie, ou l'équivalent, avec une moyenne cumulative d'au moins 3 ou l'équivalent.
- Posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente.
- Connaissance de la langue française.

GRADE: Maître ès sciences appliquées (M. Sc. A.)

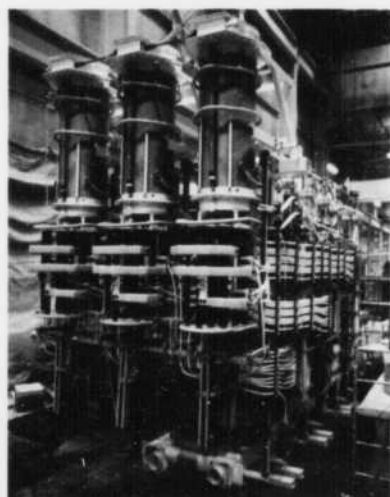
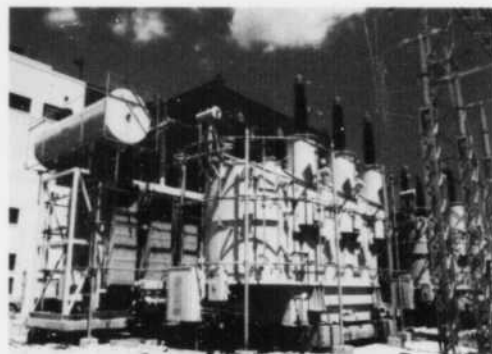
INFORMATIONS GÉNÉRALES

On fait parvenir sa demande d'admission avant le 1er juin 1981 au: Bureau du registraire, 930, rue Jacques-Cartier est, Chicoutimi (Québec) G7H 2B1.

Pour tout renseignement supplémentaire, on s'adresse au: Responsable du programme de maîtrise en ressources et systèmes, Université du Québec à Chicoutimi, 930, rue Jacques-Cartier est, Chicoutimi (Québec) G7H 2B1. Téléphone (418) 545-5403.

 Université du Québec à Chicoutimi

FIABILITÉ par la QUALITÉ de la MAIN D'OEUVRE-



des mots qui prennent vraiment leur signification lorsqu'on parle des transformateurs fabriqués par Federal Pioneer.

Le terme FIABILITÉ est presque devenu un cliché tellement il a été mal utilisé. Il a souvent servi à décrire des produits qui n'ont jamais été mis à l'épreuve ou dont la conception et la fabrication n'ont pas pris l'expérience de plusieurs années de progrès attentifs. Les transformateurs de qualité sont encore produits par une main-d'oeuvre attentive et une adresse acquise de longue date. Cette attention toute particulière est utilisée dans la construction des bobines formant les transformateurs Federal Pioneer, car elles constituent le coeur du transformateur.

La disposition précise des bobines et la position exacte des transpositions, permettant de rencontrer les normes d'excellence tant électrique que mécanique, nécessitent un travail d'équipe de la part de l'ingénieur et du préposé au bobinage. Le passage d'un concept mathématique à une quincaillerie de précision, nécessite une main d'oeuvre spécialisée responsable de la qualité de ses produits. Les vérifications faites par le service d'assurance de la qualité de Federal

Pioneer et les essais exigeants à haute tension vous assurent que cette mentalité est respectée dans toutes les étapes de la fabrication.

Chez Federal Pioneer, nous sommes fiers de la qualité du bobinage comme de toutes les autres étapes de la fabrication et de la conception. Nous insistons pour que notre travail rencontre les plus hautes normes de qualité et de précision, établies par notre compagnie et par vous—l'utilisateur.

À la Cie Federal Pioneer Limitée FIABILITÉ n'est pas un vain mot—c'est une pratique courante.

La Cie Federal Pioneer Limitée met à la disposition de ses clients 11 usines et 20 bureaux de vente à travers le Canada, pouvant tous vous offrir rapidement leur aide technique. Pour de plus amples renseignements communiquez avec le bureau régional des ventes de la Cie Federal Pioneer Limitée.



LA CIE FEDERAL PIONEER LTÉE

Plus de 300 magasins de distribution d'un océan à l'autre.

LES GÉOTEXTILES

André L. Rollin, ing.
Louis Estaque, chim.
et Jacques Masounave, ing. *

Résumé

L'utilisation des membranes synthétiques tissées et non-tissées dans les travaux de géotechnique est maintenant reconnue. Leur emploi dans une multitude de travaux, routiers, de terrassement, de drainage, de barrages, fait appel aux propriétés mécaniques et hydrauliques des ensembles sol/membranes. Une description sommaire des différents géotextiles utilisés et de leurs applications est présentée dans cet article. De plus, les propriétés pertinentes à leur utilisation sont énumérées. Enfin, les travaux en cours à l'École Polytechnique sont présentés.

Introduction

Ces quelques dix dernières années ont vu le développement de nouveaux produits synthétiques utilisés principalement en génie civil mais également dans d'autres domaines comme le génie chimique : les membranes filtrantes et les géotextiles.

Cette appellation (géotextile) désigne des produits de l'industrie textile dont les applications concernent la géotechnique. Cependant, le fait que ces membranes ou tissus aient été développés par l'industrie textile plutôt que par l'une des industries de matériaux de

construction plus conventionnels, a ajouté une confusion supplémentaire car la plupart des termes et des tests utilisés pour les caractériser ne sont pas familiers à la majeure partie des ingénieurs.

Le but de cet article n'est pas toutefois de clarifier tous ces points, car il existe maintenant des ouvrages de référence [1, 2], mais plutôt de présenter les différentes possibilités que peuvent offrir ces produits ainsi que l'intérêt qui leur est porté à l'École Polytechnique.

Classification

Ces membranes sont fabriquées à partir de fibres synthétiques :

- polypropylène
- polyester
- nylon
- polyéthylène
- chlorure de polyvinylidène

mais leurs propriétés sont surtout fonction de leur mode de fabrication et non uniquement de la nature du polymère constituant les fibres.

* **M. André Léo Rollin** est diplômé en génie chimique de l'École Polytechnique de Montréal. Il a obtenu son M.Sc.A. à l'École Polytechnique et son Ph. D. de l'Université d'Alberta, au Chemical & Petroleum Engineering Department. En 1971, il s'est joint à l'École Polytechnique de Montréal ; il y a axé sa recherche dans le domaine des écoulements dans les milieux poreux et dans l'étude du comportement hydraulique des réacteurs de polymérisation en continu. Depuis 1976, il dirige une équipe de recherche étudiant les propriétés hydrauliques des géotextiles. Le groupe, composé principalement du Dr J. Masounave, directeur du laboratoire de caractérisation microscopique des matériaux (LCM²) et du Dr L. Estaque, associé de recherche, a été très actif en développant plusieurs méthodes d'essais et en mettant au point une méthode d'analyse des structures internes des géotextiles. Le docteur Rollin est présentement président du comité des normes canadiennes pour les géotextiles, président du comité de la caractérisation des pores des géotextiles de ASTM (ASTM-D-13-61-30), et président du comité d'évaluation des bourses de la Fondation des diplômés de Polytechnique.

M. Louis Estaque est diplômé de l'Université de Toulouse (France) où il a obtenu une maîtrise, un diplôme d'études approfondies et un doctorat en chimie physique. Après une année de recherche sur l'oxydation photocatalytique au département de génie chimique de l'Université Laval (Québec) comme boursier post-doctoral, il travaille pendant deux ans comme attaché de recherche du Centre National de la Recherche Scientifique (France) et étudie les oxydations d'hydrocarbures en milieu de sels fondus. Actuellement associé de recherche au département de génie chimique de l'École Polytechnique, son activité se partage entre les géotextiles, le recyclage des huiles usées et la polymérisation en continu du styrène.

M. Jacques Masounave a obtenu à l'Université de Paris une licence ès sciences en physique, un diplôme d'études approfondies en chimie-physique et un doctorat de 3^e cycle en chimie-physique ; il a aussi obtenu récemment un doctorat en génie métallurgique à l'École Polytechnique. Après avoir travaillé pendant trois ans au Commissariat de l'Énergie Atomique (France), puis deux ans à l'Université de Sherbrooke à titre de chargé d'enseignement au département de physique, il est actuellement le directeur du laboratoire de caractérisation microscopique des matériaux à l'École Polytechnique.

Ainsi nous ferons la distinction entre les membranes :

- tissées
- tricotées
- non tissées
- aiguillettées
- liées thermiquement
- liées chimiquement

Chaque méthode de fabrication a ses avantages et ses inconvénients, mais malheureusement il n'y en a pas une qui se distingue des autres comme la plus indiquée pour tout usage.

Il faut noter également qu'un avantage pour une application donnée peut se révéler un inconvénient pour une autre utilisation de la membrane.

Examinons maintenant les différences existant entre ces catégories de membranes :

1) Les membranes tissées :

Les membranes tissées sont constituées de fibres, orientées en deux directions perpendiculaires, et qui s'entrecroisent mutuellement (voir figures 1 et 2).^{*} Comparativement aux autres méthodes de fabrication, le tissage représente la méthode plus coûteuse, mais il a l'avantage de conduire à un produit ayant une structure simple : la distribution de la taille des pores est jusqu'à un certain point uniforme, simple et facile à déterminer. D'autre part, la géométrie relativement simple des membranes tissées permet de relier directement leurs propriétés mécaniques à celles des fibres.

Il faut noter cependant que les caractéristiques de contrainte des membranes tissées sont presque toujours présentées en termes de direction de chaîne ou de trame, mais si les membranes sont soumises à un effort dans une autre direction (diagonale) leurs propriétés sont considérablement modifiées.

Dans l'ensemble les membranes tissées offrent quand même des résistances moyennement fortes à très fortes et possèdent aussi une structure de pores simples.

2) Les membranes tricotées :

Alors que pour les membranes tissées les brins sont essentiellement rectilignes, les membranes tricotées sont constituées par des boucles de fibres reliées par des segments linéaires. Ainsi, de par cette structure, les membranes tricotées peuvent être soumises à des tensions dans une ou plusieurs directions sans augmenter de façon significative l'effort sur les fibres.

Le procédé de tricotage a deux avantages sur le tissage : d'abord, il est moins cher et, ensuite, il offre la possibilité de fabriquer les tubes.

Une des applications de ces tubes est leur utilisation comme filtres autour des drains agricoles.

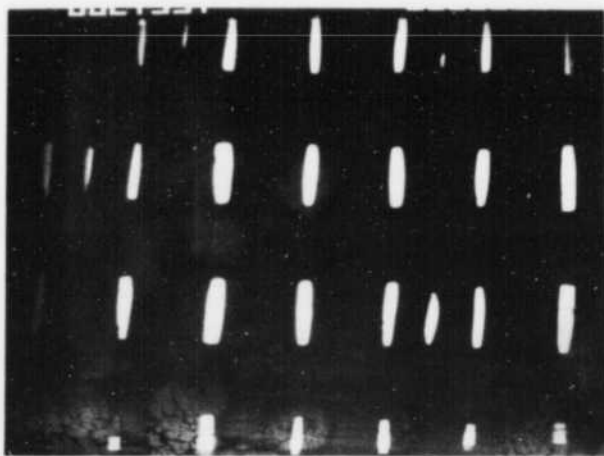


Figure 1 - Vue de dessus d'une membrane tissée

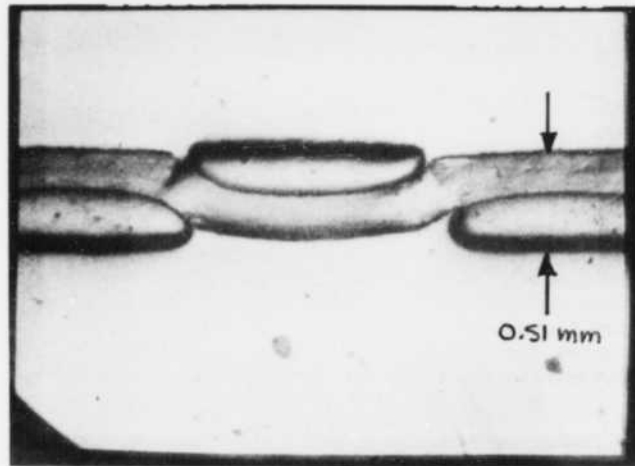


Figure 2 - Section d'une membrane tissée

3) Les membranes non tissées :

On inclut dans ce groupe toutes les membranes qui ne sont ni tissées ni tricotées. Elles sont constituées par des fibres reliées entre elles par différents procédés qui leur confèrent des propriétés particulières.

Dans l'ensemble, les membranes non tissées sont relativement bon marché et elles présentent des résistances à l'effort allant de faible à moyennement forte, elles ont également une très grande déformabilité. Elles sont largement utilisées comme filtres, comme drains, agent séparateur ou dans des travaux de renforcement léger.

4) Les membranes aiguillettées (voir figures 3, 5, 6, 7 et 10)

L'aiguilletage est un procédé mécanique qui consiste à entremêler les filaments au moyen d'aiguilles, ce qui confère une certaine résistance à la nappe obtenue. Pour obtenir une plus grande résistance, on peut aussi superposer plusieurs nappes qui seront aiguillettées ensemble.

Les membranes aiguillettées sont épaisses comparativement à leur poids (85 à 90% de vide) et la structure des pores est assez complexe (figures 6 et 7). Ceci peut représenter un avantage en filtration.

^{*} Ces photos ont été obtenues à l'aide de l'analyseur d'image Quantimet du laboratoire de caractérisation microscopique des matériaux de l'École Polytechnique.

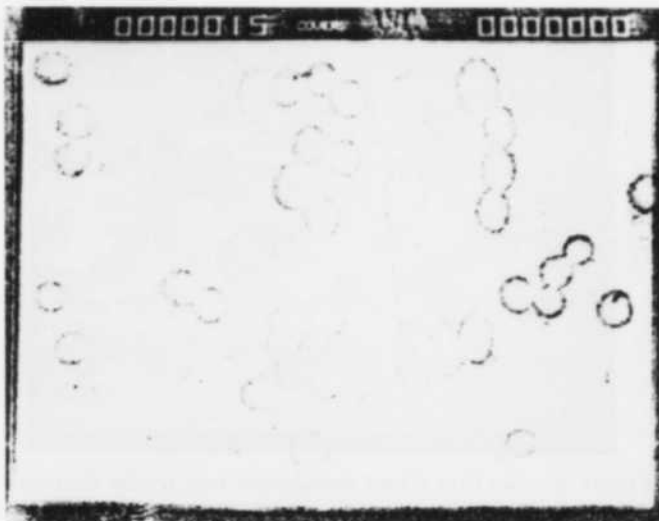


Figure 3 – Vue de dessus d'une membrane non-tissée (aiguilletée).

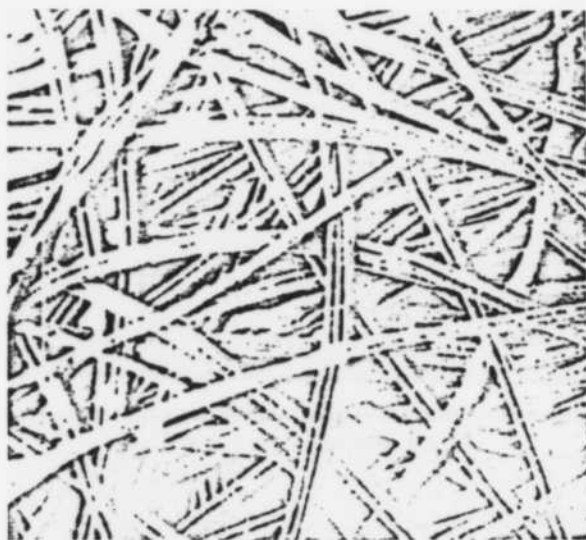


Figure 4 – Vue de dessus d'une membrane thermo-liée.



Figure 5 – Vue de dessus d'une membrane non-tissée.

5) Les membranes liées thermiquement (voir figures 4, 9)

Les fibres sont liées entre elles par passage entre deux cylindres chauffés et sous une importante pression. On obtient ainsi une soudure des filaments les uns aux autres aux points de contact. La membrane formée est relativement mince : la configuration et la dimension des pores sont indépendantes de la contrainte appliquée à la membrane. Cependant, il arrive souvent que si la nappe de fibres est chauffée suffisamment pour créer une liaison solide entre les fibres, il s'en suit une dégradation de leurs propriétés mécaniques ainsi qu'une réduction de leur orientation.

6) Les membranes liées chimiquement (voir figure 8)

Ces membranes sont produites par imprégnation de la nappe de fibres avec une résine qui sert à les lier ensemble. L'épaisseur et la structure de ces membranes sont intermédiaires entre les membranes aiguilletées et celles liées thermiquement.

Cette méthode est cependant la plus coûteuse et, toutes choses égales d'ailleurs, les membranes liées chimiquement ont moins de vide et une perméabilité plus faible.

On peut également trouver des membranes fabriquées à l'aide d'une combinaison de ces techniques de liaison. Ainsi, des membranes liées chimiquement sont souvent aiguilletées.

D'autre part, de nombreuses membranes sont produites en utilisant plus d'une technique de construction et de liaison : par exemple, il est courant d'aiguilletter des fibres sur un support tissé.

Il apparaît donc qu'il existe une grande variété de membranes et il est également évident qu'on peut en obtenir un éventail encore plus grand avec le développement de nouvelles techniques et de nouveaux matériaux. Le domaine des caractéristiques de ces membranes est très étendu aussi bien du point de vue des caractéristiques des pores que des propriétés mécaniques. Leur durée de vie peut également être très différente. L'ingénieur devra donc reconnaître ces différences et choisir les membranes qui conviennent le mieux pour chaque application particulière.

Utilisations

Les principales utilisations de ces membranes se répartissent dans les domaines suivants :

- séparation
- renforcement
- drainage
- filtration
- contrôle de l'érosion
- conteneur
- membranes imperméables

1) Séparation :

Ce procédé a pour but d'empêcher le mélange de deux matériaux différents. Le rôle que joue la membrane est d'accomplir cette tâche de façon plus économique et/ou mieux que les autres méthodes courantes.

On trouve de nombreuses applications en construction où ceci est très important par exemple (voir figure 11) [8]:

- dans la séparation de sections de matériaux différents dans les jetées, les barrages en terre ou en pierre...
- séparation du sol (sous couche) et des pierres de base en construction de route, d'aéroports...
- séparation du ballast et du sol (sous couche) dans les voies ferrées...



Figure 6 - Section d'une membrane non-tissée :

- A - vide
- B - fibre

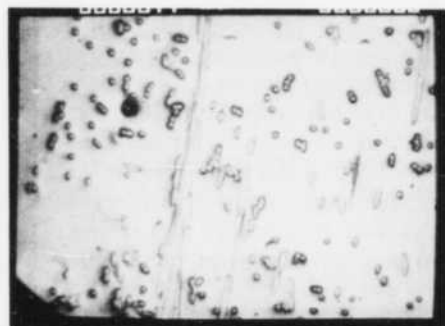


Figure 7 - Section d'une membrane non-tissée (fibres dans les deux directions)

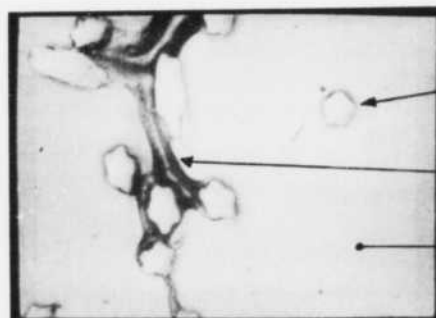


Figure 8 - Section d'une membrane non-tissée dont les fibres sont liées chimiquement

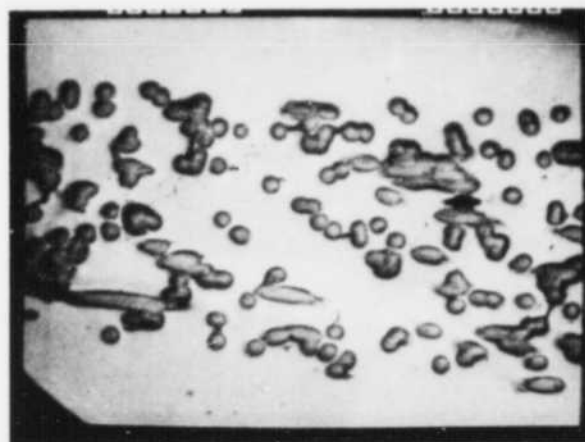


Figure 9 - Section d'une membrane non-tissée thermo-liée

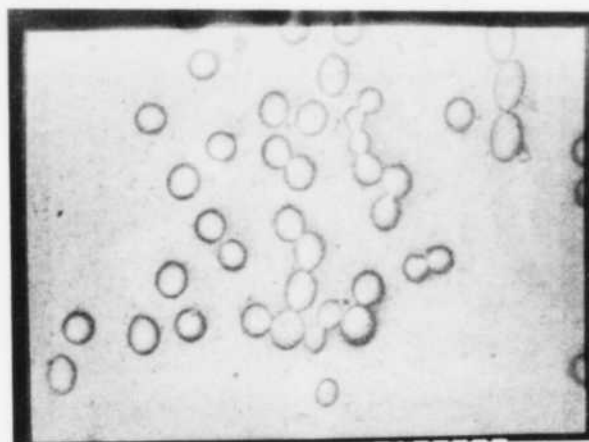


Figure 10 - Section d'une membrane non-tissée (répartition non homogène des fibres)

2) Renforcement

Les problèmes de renforcement de la sous couche conviennent particulièrement bien à l'utilisation des membranes et la plupart sont utilisées dans ce type d'applications. La membrane sert alors à répartir les contraintes sur une plus grande surface.

Quelques exemples de ce genre d'utilisation (voir figure 12) :

- construction de routes temporaires sur des marécages ou des sols compressibles constitués de fines particules.
- construction de cours de stockage ou de stationnement avec de mauvaises conditions de sol.
- constructions diverses sur le permafrost dans les régions froides.
- augmentation de la stabilité dans les barrages.

3) Drainage

Il s'agit certainement ici du deuxième plus important champ d'utilisation des membranes car leur perméabilité peut être aisément fixée, permettant ainsi de résoudre à moindre frais les problèmes de drainage. La membrane sert de collecteur d'eau et la transporte dans son plan jusqu'à l'exutoire. Des exemples sont présentés à la figure 13.

Figure 11 – Séparation de deux matériaux

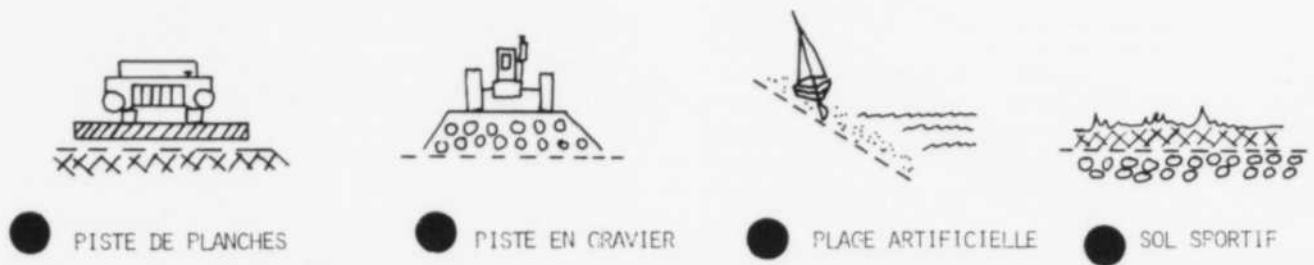
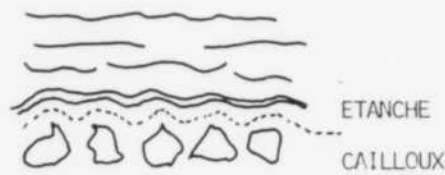
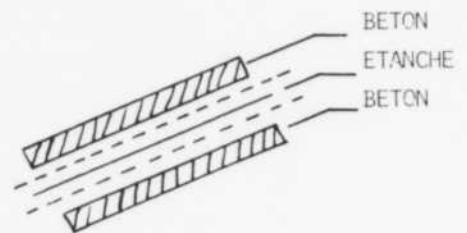


Figure 12 – Support



- PROTECTION D'UNE MEMBRANE ETANCHE

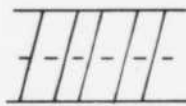
Isolant



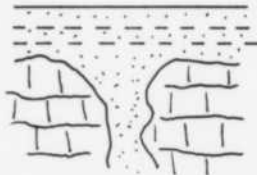
- ASSURE L'ETANCHEITE
PERMET LE DEPLACEMENT DES COUCHES

Armature

(SUPPORTE LES EFFORTS DE TRACTION)



- REVETEMENT
ROUTIER



- FRANCHISSEMENT DE ZONE
FAIBLE DE SOL (KARSTIQUE)

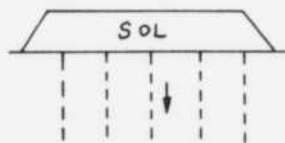


- REVETEMENT ROUTIER POUR EVITER LA
PROPAGATION DE LA FISSURE

Figure 13 – Drainage



- DRAINAGE DE LA PARTIE AVANT D'UN
BARRAGE EN TERRE POUR ASSURER
LA STABILITE EN CAS DE VIDANGE
RAPIDE



- DRAINAGE PAR NECHES VERTI-
CALES POUR ACCELERER LA
CONSOLIDATION DU SOL



- TAPIS DRAINANT POUR TRANSPORTER
L'EAU DU BETON LORS DE SA MISE
EN PLACE ET L'EAU PERCOLANT AU
TRAVERS DU BETON PAR LA SUITE

Figure 14 – Filtration

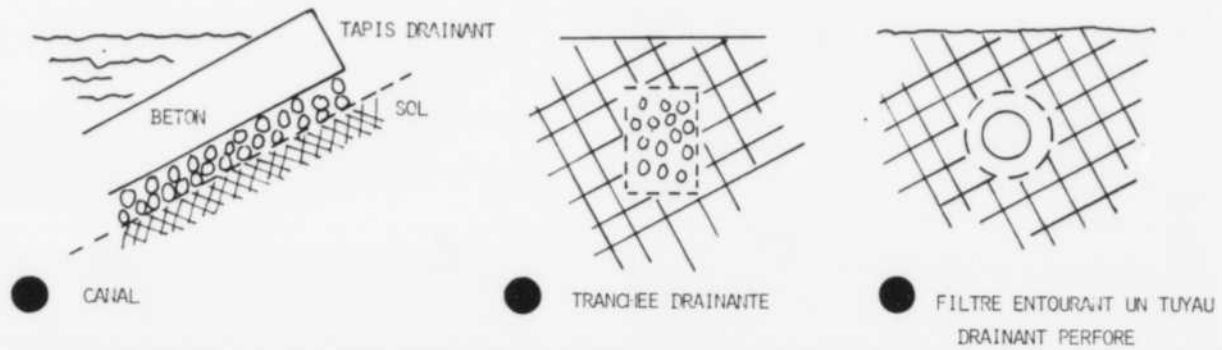


Figure 15 – Filtration (suite)

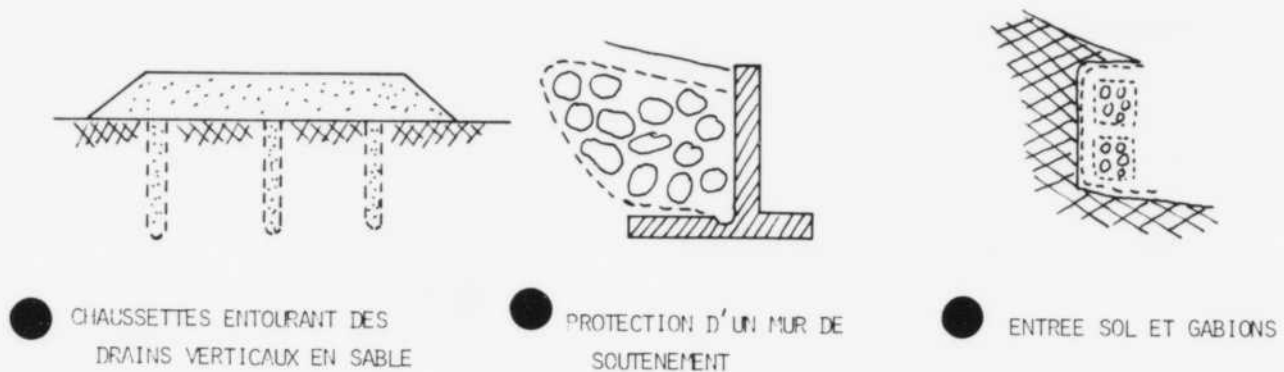


Figure 16 – Conteneur

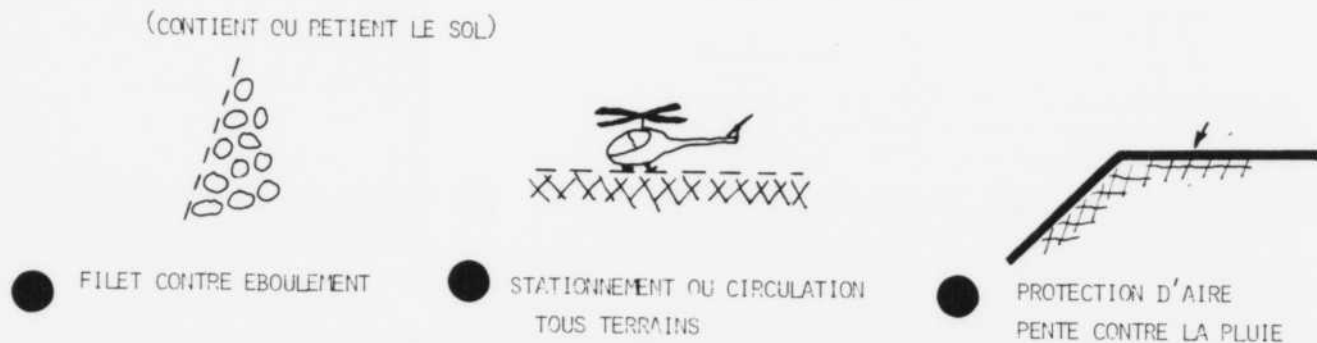


Figure 17 – Étanchéité



4) Filtration

La membrane permet à l'eau de s'écouler d'un sol tout en retenant les particules en place. L'eau est évacuée par un autre drain (lit de rocher...). L'utilisation d'une membrane permet de se passer d'un filtre inversé. Quelques exemples sont schématisés aux figures 14 et 15.

5) Contrôle de l'érosion

Les membranes peuvent également être utilisées dans le domaine du contrôle de l'érosion des sols :

- protection des zones côtières ou des rivages : la membrane permet de maintenir le sol en place tout en permettant à l'herbe de pousser et à la végétation de se développer.
- utilisation comme écran pour empêcher la migration des fines particules de sol entraînées par l'eau ou le vent.

6) Conteneur :

On peut fabriquer des sacs de formes déterminées à l'aide de membranes et les remplir de matériaux divers. Ces sacs ou « formes » s'adaptent aux contours et à la topographie du terrain sur lequel ils sont construits. La perméabilité des membranes permettra aisément à l'eau ou à l'air de s'échapper mais le matériau contenu dans les sacs sera retenu. Ainsi, on pourra utiliser les membranes (voir figure 16) :

- comme « formes » à ciment dans la séparation de piles, colonnes, poutres...
- comme « formes » à sol pour construire des murs de soutènement, protection de rives...

7) Membranes imperméables :

Si on rend une membrane imperméable par imprégnation et/ou par recouvrement de vinyle, néoprène... on obtient ainsi un nouveau domaine d'application : la membrane, étant rendue non poreuse, peut être levée par de l'air pour former des structures flottantes ayant une vaste possibilité de variation de taille ou de forme. On peut aussi les remplir d'eau et former ainsi des réservoirs. Quelques exemples sont schématisés à la figure 17.

On voit donc qu'il existe non seulement une très grande variété de membranes mais également une multitude de possibilités d'utilisation.

Propriétés

Ainsi, devant un problème particulier, l'ingénieur aura à choisir une membrane dont les propriétés répondent à ses besoins.

On peut distinguer 4 groupes principaux de propriétés relatives aux membranes :

- Les propriétés générales
- Les propriétés mécaniques
- Les propriétés hydrauliques
- Les propriétés de durabilité

1) Les propriétés générales

- Le coût

- Densité du polymère
- Épaisseur de la membrane
- Propriétés de surface
- Uniformité
- Isotropie
- Longueur et largeur des rouleaux
- % surface libre
- Diamètre de la fibre
- Porosité
- Caractérisation des pores

2) Les propriétés mécaniques :

- Résistance à la rupture
- Élongation à la rupture
- Fluage
- Résistance à la traction
- Fatigue
- Résistance au déchirement
- Résistance au poinçonnage
- Résistance à l'éclatement
- Résistance à la compression
- Résistance à l'abrasion
- Friction
- Flexibilité

3) Les propriétés hydrauliques :

- Perméabilité transverse
- Perméabilité dans le plan
- Capacité de filtration
- Résistance au colmatage
- Siphonage par capillarité
- Retenue des particules de sol
- Stabilisation du sol retenu

4) Les propriétés de durabilité :

- Stabilité thermique
- Stabilité biologique
- Stabilité chimique
- Stabilité au rayonnement ultraviolet

Le choix optimum d'une membrane va donc s'avérer difficile car il existe encore peu de données sur des applications concrètes, et il faudra se fier aux seuls essais effectués en laboratoire. D'autre part, la majeure partie des tests effectués sur les membranes sont définis à partir de normes de l'industrie textile et ils ne correspondent pas toujours aux besoins d'un ingénieur en génie civil.

Recherche à Polytechnique

Ce problème a donc suscité l'intérêt de chercheurs de l'École Polytechnique. Ainsi une équipe du département de génie civil dirigée par le dr J. Lafleur étudie le comportement de membranes dans la construction de barrages. Une deuxième équipe, dirigée par le dr Soulié, étudie la friction des géotextiles lorsque ceux-ci sont placés entre deux sols différents, entre sable et gravier, etc. Enfin, une autre équipe dirigée par le dr Rollin et composée de chercheurs des départements de génie chimique et métallurgique, étudie la relation entre la structure de ces membranes et leurs propriétés hydrauliques.

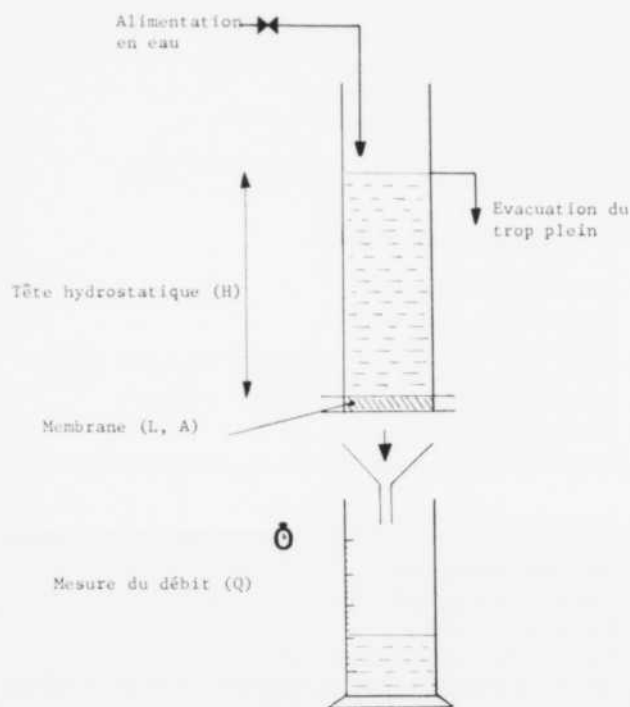
Propriétés hydrauliques

Le débit Q passant à travers une membrane de surface d'écoulement A (cm^2) et d'épaisseur L (cm) sous l'action d'une pression hydrostatique H ($\text{cm H}_2\text{O}$), peut s'exprimer par la relation :

$$Q = K \times \frac{AH}{L} \quad (\text{forme simplifiée de la loi de DARCY pour de l'eau à } 20^\circ\text{C})$$

où K (cm/S) représente la perméabilité de la membrane

Ce paramètre est une caractéristique importante des membranes et on peut le déterminer à l'aide d'un appareillage représenté par le schéma suivant :



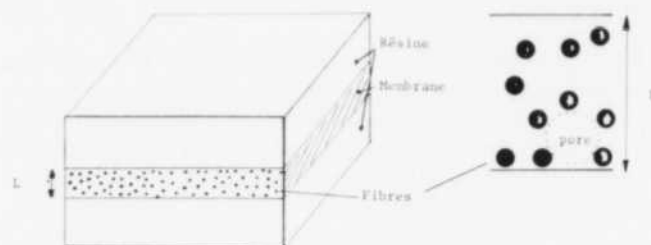
Sur ce principe, nous avons mis au point un « perméamètre » qui nous permet d'obtenir les données suivantes :

- débit d'eau à travers une membrane vierge permettant la détermination de K .
- niveau de colmatage d'un échantillon après un certain temps de filtration en présence d'un sol.
- débit d'eau à travers une membrane partiellement colmatée permettant le tracé de courbes de variation de la perméabilité en fonction du temps de filtration en présence d'un sol.

Structure interne des membranes

Afin de déterminer leur structure, les membranes sont encapsulées dans une résine pour éviter le déplacement des fibres et des particules piégées au cours de leur observation.

L'échantillon est ensuite placé sous un microscope et l'image obtenue est traitée par un analyseur d'image (Quantimet construit par Imanco).



Cette technique développée à l'EPM permet, à partir d'échantillons petits et dans un temps très court, d'obtenir les données suivantes :

- diamètre des fibres, densité de fibres
- diamètre des pores
- histogramme des fibres et des pores
- localisation et densité de particules emprisonnées dans les membranes après filtration.

Ainsi nous avons pu observer que le coefficient de perméabilité à l'eau des membranes non tissées, épaisses, varie de façon exponentielle avec leur densité de fibres [3, 9]

Des essais de filtration ont permis de déterminer le niveau de colmatage de plusieurs membranes et l'analyse de ces membranes à l'aide du « Quantimet » a permis de vérifier qu'on pouvait prévoir le niveau de colmatage en connaissant la granulométrie du sol utilisé ainsi que la distribution des pores de la membrane.

D'autre part, il s'avère que l'analyse des membranes à l'aide du Quantimet fournit une quantité d'informations que l'on ne peut obtenir par d'autres méthodes classiques telles que le tamisage ou la détermination du « bubble point » qui sont des tests encore utilisés faute de mieux.

Au cours de ces dernières années, notre activité dans ce domaine a été assez intense et le bilan est le suivant :

- publication de plusieurs articles sur cette méthode d'analyse développée à l'EPM [3, 4, 5, 6, 7, 9].
- participation aux comités ASTM et CGSB sur la définition de nouveaux tests depuis 1978.
- nombreux contrats de recherche pour l'industrie des géotextiles, le ministère des transports du Québec, ou des utilisateurs de ces produits.
- développement de nouveaux produits
- participation à des congrès internationaux [3, 6, 9]

Conclusion

Cependant, il reste encore beaucoup à faire dans la définition des tests permettant de caractériser le système sol/membrane car, si les géotextiles sont utilisés presque toujours en présence d'un autre matériau, les seules données disponibles actuellement sont toujours des données relatives aux membranes seules. ■

RÉFÉRENCES

1. BELL, J.R. & al, *Evaluation of Test Methods and Use Criteria for Geotechnical Fabrics in Highway Applications*, Rapport pour U.S. Dept. of Transportation, (1979)
2. KOERNER, R.M. & WELSH, J.P., *Construction and Geotechnical Engineering Using Synthetic Fabrics*, John Wiley & Sons, Wiley Series of Practical Construction Guides, (1980)

3. MASOUNAVE, J., ROLLIN, A.L. & DENIS, R., *Prediction of Permeability of Non-Woven Geotextiles from Morphometric Analysis*, Journal of Microscopy, Int. Society for Stereology, Cambridge, England vol. 121, Pt 1, Jan. 1981.
4. ROLLIN, A.L., DENIS, R., ESTAQUE, L. & MASOUNAVE, J., *Hydraulic Behaviour of Synthetic Non-Woven Filter Fabrics*, article soumis au Can. J. of Chem. Eng., (1980)
5. ROLLIN, A.L., MASOUNAVE, J., DENIS, R. & ESTAQUE, L., *Études des propriétés hydrauliques des membranes synthétiques non-tissées utilisées en géotechnique*, rapport No. CDT-P-288, École Polytechnique de Montréal, pour le Ministère des Transports du Québec, (1978)
6. ROLLIN, A.L., MASOUNAVE, J. & DALLAIRE, G., *Études des propriétés hydrauliques des membranes non-tissées*, C.R. Coll. Int. Sols Textiles, Paris, (1977)
7. MASOUNAVE, J., DENIS, R., & ROLLIN, A.L., *Prediction of Hydraulic Properties of Synthetic Non-Woven Fabrics Used in Geotechnical Work*, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 17, No. 4 (1980)
8. GIROUD, J.P., *Les Géotextiles*, Extrait du Moniteur des Travaux Publics de France du 26 décembre (1977)
9. ROLLIN, A.L., MASOUNAVE, J., & ESTAQUE, L., *Hydraulic Properties of Synthetic Geotextiles*, Preprints of papers presented at the First Canadian Symposium on Geotextiles, Sept. 1980.

CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS, INC.
CONSULTANTS

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

Tél. : 274-5671


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



TECHNISOL INC.

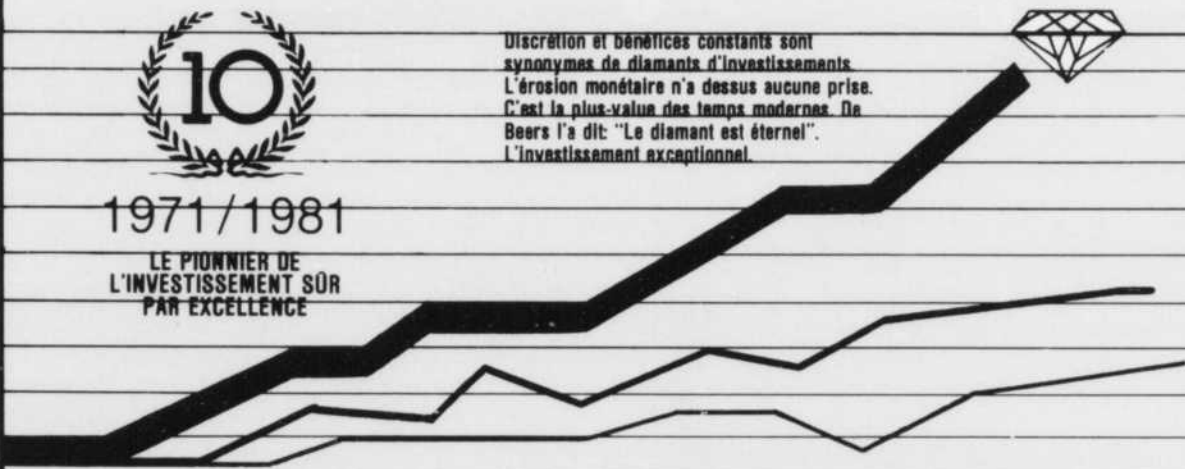
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
ET CONTRÔLE DES SOLS
BÉTON - ASPHALTE - ACIER


325, DE L'ESPINAY, QUÉBEC, P.Q. G1L 2J2 / 647-1402
244 DE LA CATHÉDRALE, RIMOUSKI G5L 5J4 / 723-1144



1971/1981
LE PIONNIER DE
L'INVESTISSEMENT SÛR
PAR EXCELLENCE

Discretion et bénéfices constants sont
synonymes de diamants d'investissement.
L'érosion monétaire n'a dessus aucune prise.
C'est la plus-value des temps modernes. De
Beers l'a dit: "Le diamant est éternel".
L'investissement exceptionnel.





**Diamants d'investissement
et Manufacturiers (Canada) Itée**

B.P. 250
BUREAU CÔTE ST-LUC
MONTREAL, QUÉ.
H4V 2Y4
(514) 481-6342

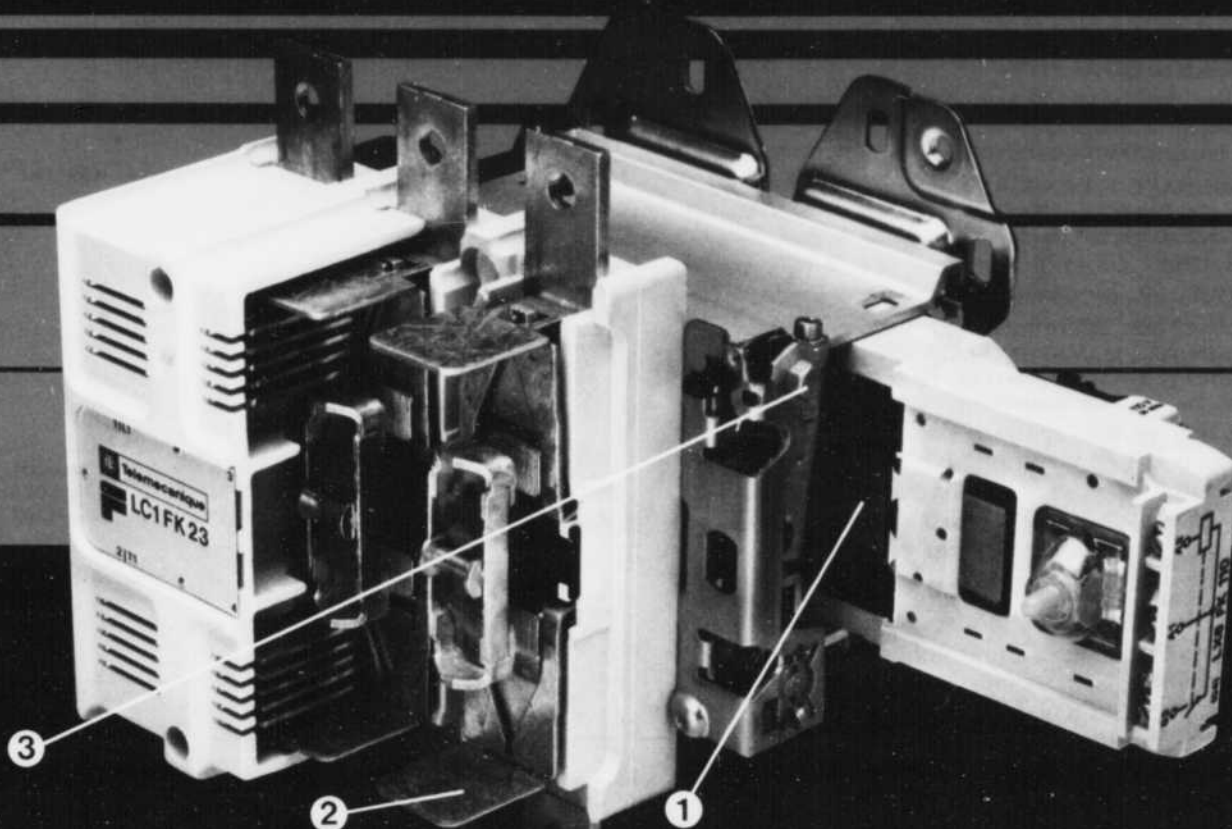
Veuillez m'envoyer sans aucun engagement de ma part la documentation
concernant le diamant d'investissement.

NOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ TÉL. _____

TRES VITE, TOUS LES AUTRES CONTACTEURS DEVIENNENT ENORMES ET TRES LOURDS



1. Conceptions nouvelles de l'électro-aimant et de la bobine (brevetées) permettant une faible consommation (1000VA à l'appel et 15VA au maintien) et une force de fermeture importante (40 kgf). Le même électro-aimant peut être alimenté sous tension alternative ou continue.

2. Guide d'arc et cornes du pont mobile en acier conçus pour limiter l'érosion des contacts et augmenter la durée de vie électrique (Brevet Télémeccanique).

3. Mouvement mécanique rotatif de l'électro-aimant, également breveté, conçu avec un nombre réduit de composants et un guidage sur des paliers autolubrifiants, pour augmenter la durée de vie mécanique.

La nouvelle série F de **TELEMECANIQUE**, (contacteurs blocs et démarreurs 600V), est si innovatrice qu'elle a dû être protégée par plus de 30 brevets internationaux.

Avec la série F vous économiserez 3 fois: économie de poids et d'encombrement dans les équipements, économie d'énergie grâce au courant de maintien qui n'est que le dixième de celui des contacteurs concurrents, économie de temps avec une livraison sur stock grâce au changement exceptionnellement simple et rapide de la bobine.

Lorsque vous achetez **TELEMECANIQUE** vous obtenez plus que des produits de haute qualité, en effet ils sont aussi conformes aux diverses normes internationales (CSA, UL, CEI, VDE, BS et 15 autres) et notre réseau commercial mondial vous assure de la proximité d'un agent, d'un distributeur ou d'une succursale.

Les nombreux avantages qu'offre cette nouvelle gamme de contacteurs sauront répondre aux exigences grandissantes des prescripteurs, concepteurs et utilisateurs dans tous les secteurs de l'industrie.

Ceci n'est que le commencement de l'histoire **TELEMECANIQUE**. Pour en savoir-plus sur la nouvelle Série F ou sur les nombreuses autres gammes de produits, écrivez ou téléphonez-nous dès aujourd'hui.

DES SOLUTIONS INNOVATRICES A VOS PROBLEMES DE CONTROLE



TELEMECANIQUE CANADA LTEE Montréal (514) 636-9560
Vancouver (604) 946-1271 Edmonton (403) 454-5277
Toronto (416) 492-7343 Québec (418) 688-0207
Halifax (902) 469-9916 St. John's (709) 368-2180

DE LA ROBOTIQUE AUX ATELIERS FLEXIBLES

Claude Laugeau*

Résumé

À peine existante il y a une dizaine d'années, la robotique se développe dans les grands pays industrialisés et accapare l'attention des chercheurs et des industriels. Une importante révolution dans l'automatisation de la production se développe sans doute sous le courant porteur de la robotique. Cet article didactique se propose de définir les concepts de base de la robotique tels que manipulateurs, automates, robots et inscrit la robotique comme composante majeure dans l'automatisation flexible.

Historique

Le terme automate est de racine grecque (*αὐτοματός*) et définit originellement une machine imitant les mouvements, les fonctions ou les actes d'un corps animé. Le terme robot au contraire est d'origine russe et il traduit la notion de travail.

Dès l'antiquité les hommes se sont efforcés de réaliser des structures mécaniques animées, par association de leviers, poulies, treuils, vis, coins, tuyaux, puis plus tard de ressorts, de cames et de dispositifs hydrauliques simple. Archimède (287-212 av./J.C.) découvre son fameux principe, calcule le nombre π , et invente aussi la came, le ressort et la vis d'Archimède. En 125 av./J.C., un premier « traité des pneumatiques » est écrit par Héron d'Alexandrie. Avec la Renaissance, des progrès technologiques, système bielle manivelle, mécanisme d'horlogerie, conduisent Léonard de Vinci à réaliser un lion animé. Puis apparaissent les automates

à jeux qui permettent le fonctionnement d'orgues hydrauliques ou de scènes d'oiseaux animés selon des programmes cycliques écrit sur des tambours à picots. Au 18^{ème} siècle, le français Vaucanson va s'illustrer avec ses biomécanismes, « Le joueur de flûte 1738 », « Le canard 1739 ». Les automates bénéficient des progrès de l'horlogerie suisse mais les sources d'énergie restent l'eau, les ressorts, les poids et la technologie résulte de l'association de mécanismes tels les roues dentées, roues à cliquet, barillet à picots, engrenage hypocloïdaux ou différentiels. Ces diverses réalisations fort ingénieuses, dont les succès étaient grands dans les cours royales et dans les foires, n'avaient comme finalité que le divertissement.

La découverte et la maîtrise des moteurs thermiques, électriques et les progrès des technologies pneumatiques et hydrauliques vont permettre la révolution industrielle, le développement du machinisme et de la mécanisation.

Cependant, il faudra attendre les années 60 pour voir l'utilisation industrielle des robots selon l'acceptation actuelle de la robotique industrielle. Les pays industrialisés les plus avancés dans le domaine de la robotique sont aujourd'hui le Japon, les USA puis l'Europe avec notamment la Suède.

Anatomie d'un robot industriel

L'intuition profane influencée par les médias, associe la notion de robot à des humanoïdes métalliques. La réalité est tout autre et les robots industriels n'ont aucun caractère anthropomorphique. Toutefois, on ne peut nier au niveau du langage descriptif l'adéquation des termes de l'anatomie humaine : squelette, muscles, sens, cerveau...

*
M. Claude Laugeau est professeur d'automatique industrielle à l'Université de Nantes. Il est l'auteur de deux ouvrages sur les automates programmables et les automatismes industriels. Il dirige un groupe de recherche en robotique, travaillant notamment sur la reconnaissance de pièces mécaniques. Dans le cadre de la collaboration franco québécoise, il a participé en 79 et 80 à l'organisation et à l'animation de colloques sur la commande numérique des machines et l'automatisation industrielle.

Structure mécanique polyarticulée : le squelette

Il n'existe pas de robot universel et on parlera tout au plus d'une machine polyfonctionnelle. La structure mécanique d'un robot résulte de l'association de liaisons mécaniques élémentaires, encore appelées degrés de liberté, qui peuvent être de translation (T) ou de rotation (R) dans l'espace tridimensionnel et six pour orienter un secteur. Si une machine possède six axes ou plus, elle n'est pas pour autant universelle, (comme le montre la figure 1), par contre si elle en possède moins, à coup sûr elle ne l'est pas.

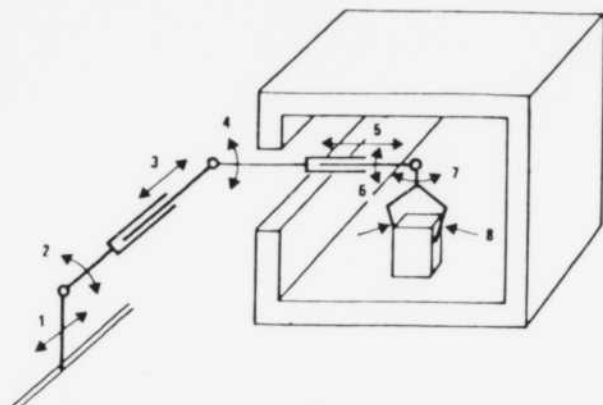


Figure 1 – Exemple d'un manipulateur à 8 degrés de liberté permettant de contourner les obstacles.

Les degrés de liberté peuvent être combinés de diverses manières. Par exemple pour six degrés on peut imaginer sept combinaisons :

(0T-6R) (1T-5R) (3T-3R) (6T-0R)

etc. : La figure 2 rassemble quelques exemples possibles.

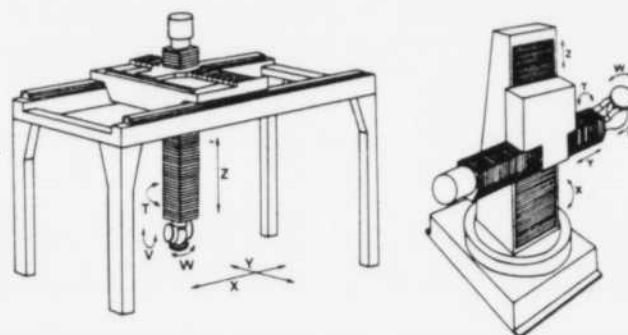
La machine est caractérisée par certains paramètres tels :

- charge utile M : C'est le poids maximum supporté par l'organe terminal.
- volume de travail V : C'est l'espace atteint par l'organe terminal. Il dépend des types de degrés de liberté et de la longueur des modules.
- précision absolue : C'est l'amplitude maximum des vibrations du bras.
- vitesse : M/s ou rad/s détermine la cadence de travail de la machine.

Un constructeur de robots peut approcher les notions d'universalité en développant une gamme de machines selon deux idées directrices : la modularité et le facteur d'échelle.

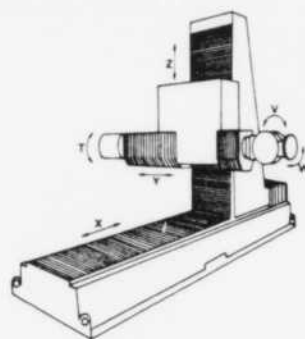
La modularité consiste à se doter de composants élémentaires comme par exemple :

- module de rotation (360° type coude).
- module de rotation (360° type base tournante).



Robot portique.

Robot pivotant.



Robot rectiligne.

Figure 2 – Diverses configurations de robots polyfonctionnels :

- A : robot portique (3T-3R)
- B : robot pivotant (2T-4R)
- C : robot rectiligne (3T-3R)

- module de translation (type table, portique).
- module tête à trois axes de rotation concourant (type de poignet).
- module « cylindres-rotules articulés » (type trompe d'éléphant).

Un robot pour la micromécanique ou l'horlogerie, un robot pour l'industrie automobile ou pour le génie civil correspondent à des facteurs d'échelle qui ne résultent pas de simples homothéties. Un ensemble de modules judicieusement pensés et réalisés en trois tailles différentes permettent de couvrir une grande diversité d'applications.

Un organe de préhension évolué : la main

Les organes de préhension qui équipent les robots actuels sont généralement spécifiques d'un type d'outil ou d'objet et ne présentent pas le caractère d'une main universelle. La figure 4 montre divers échantillons de pinces, ventouses, aimants, proposés par les constructeurs.

La saisie par un organe unique d'objets de formes diverses dans des positions et orientations précises, le respect des objets fragiles, la nécessité d'assurer divers types de préhension : pincement – empaument serrage – restent des problèmes non pleinement résolus. L'étude des modes de préhension conduit à proposer des équivalents mécaniques des modes de préhension de base (figure 5) tels que le pincement, le serrage concentrique à 3 doigts, le pincement avec serrage à 3 doigts opposants.

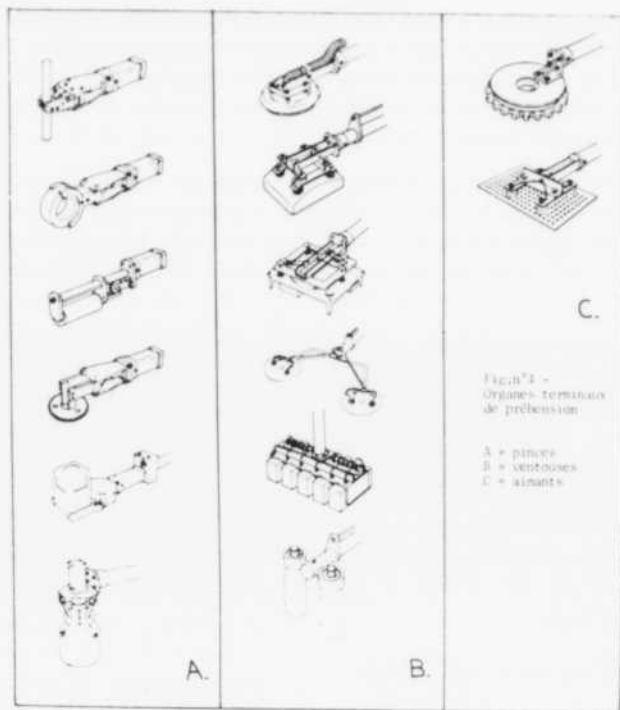


Figure 4 — Organes terminaux de préhension

- A = pincers
- B = ventouses
- C = aimants

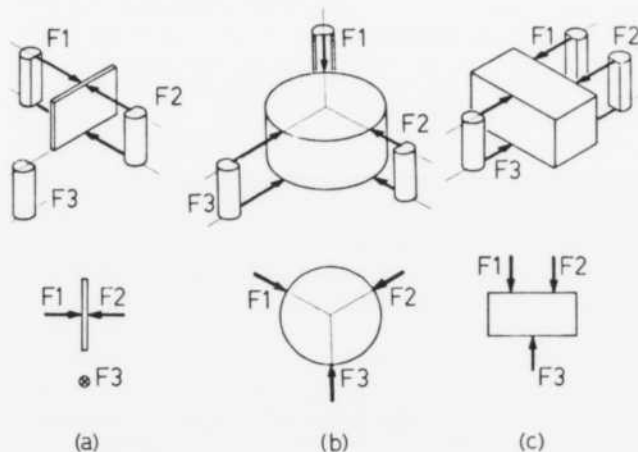


Figure 5 — Les équivalents mécaniques des modes de préhension de base

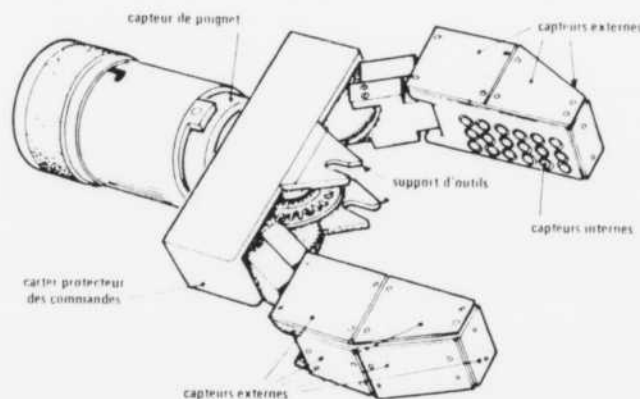


Figure 6 — Organe de préhension évoluée.

Une pince bidigitale ne permet pas d'assurer la saisie précise d'un cylindre par exemple. Trois doigts au moins sont nécessaires mais une difficulté majeure est de communiquer les forces et couples sur une petite structure mécanique polyarticulée. La mécanique de la préhension est liée aux capteurs tactiles (peau artificielle) aux capteurs d'approches (proximétrie) et à la reconstruction des formes tridimensionnelles (stéréovision).

La figure 6 montre une pince évoluée réalisée au Stanford Research Institute et intégrant des capteurs de force.

Organes actionneurs et transmetteurs : les muscles

Les actionneurs sont les générateurs de forces ou couples nécessaires pour animer la structure articulée alors que les transmetteurs constituent le moyen de transporter l'énergie de la source à l'organe receveur. Au niveau des concepts de base, on peut s'interroger sur l'opportunité de rassembler les divers moteurs en un lieu commun et de mettre en œuvre des transmissions pour animer les différents axes ou au contraire de rendre chaque axe indépendant du point de vue motorisation et capteur. Les deux solutions sont proposées par différents constructeurs. Un autre choix fondamental est de décider d'une mécanique rigide, précise avec des transmissions types engrenages, crémaillères ou au contraire des robots souples avec transmissions types, rubans, moufles.

Une dernière remarque générale est de souligner les différences importantes entre une machine outil et un robot du point de vue de la motorisation. Les robots sont caractérisés par des mouvements très rapides et des exigences de précision assez modestes alors que la machine outil est généralement très exigeante en précision mais à des vitesses de déplacement de l'outil plus faibles.

Les trois grandes technologies en motorisation, hydraulique, pneumatique et électrique, sont utilisées en robotique aussi bien pour les degrés de liberté de rotation que de translation. On mentionnera que le pneumatique n'autorise pratiquement que des actions en tout ou rien en raison de la compressibilité de l'air. Cette technologie est abondamment utilisée pour les bras d'alimentation de machines. Des progrès récents dans les distributeurs laissent présager des possibilités de commande en position avec toutefois une précision assez limitée (quelques millimètres). L'hydraulique est généralement utilisée dans les télémanipulateurs poids lourds en raison des puissances importantes qui peuvent être engendrées. L'hydraulique présente de nombreux points favorables à la robotique notamment le rapport puissance/volume, la précision, les temps de réponse, mais reste une technologie assez onéreuse en raison de certains composants nobles tels les servovalves. Les besoins de la robotique incitent les constructeurs à développer de nouveaux composants tels les microvérins hydrauliques, les vérins rotatifs, les moteurs hydrauliques miniaturisés, et les vérins pas à pas qui devraient, comme leurs homologues électriques, permettre la commande en boucle ouverte.

Les capteurs : organes de perception

L'automatique classique saisit sur les processus ou systèmes commandés des informations de type logique (fin de course — pressostat — thermostat...) de type analogique (température — pression — PH...) ou numérique (codeur de position). Dans le cas des processus mécaniques, ces capteurs définissent l'état de la structure et mesurent essentiellement des positions, des vitesses, des forces, des couples. Nous qualifions ces capteurs de proprioceptifs. La robotique avancée appréhende des informations externes à la structure mécanique de la machine, se saisit de l'environnement et du contexte. On qualifie les capteurs correspondants d'extéroceptifs. Les informations obtenues souvent denses et complexes, sont de nature vectorielle ou matricielle et leur utilisation, dans des systèmes bouclés, marque un pas en avant en automatique.

Les capteurs proprioceptifs

Ces capteurs délivrent des informations logiques, numériques ou analogiques. On retrouve ici les mêmes mesures que sur les machines outils à commande numérique, à savoir des capteurs de position, de vitesse, de force ou couple. On peut distinguer a priori les mouvements angulaires ou rectilignes mais le même principe physique s'applique généralement sous forme de réalisations technologiques différentes.

Si on examine les capteurs de position, il est possible de trouver 6 types principaux :

- les capteurs potentiométriques
- les codeurs à balais
- les capteurs optiques absolus
- les capteurs optiques incrémentaux
- les résolveurs
- les inductosyns

Les capteurs potentiométriques, peu onéreux, ont une précision limitée à 10 ou 12 bits ; ils introduisent une charge statique et dynamique sur le système mesuré, nécessitent une référence en tension très stable et un convertisseur A/D pour interfacer avec une commande numérique.

Les codeurs à balais constituent des capteurs digitaux absolus, facilement interfaçables avec un calculateur, mais de précision limitée à 9 — 10 bits, de durée de vie faible (de l'ordre de 10^6 cycles) et ajoutant une charge élevée.

Les capteurs optiques absolus, sans contact mécanique, ont une longue durée de vie, une charge inertielle faible, une bonne résolution (16 bits) mais sont assez onéreux.

Les capteurs optiques incrémentaux, simples dans leur principe, utilisent pour interfaçage un compteur-décompteur. Ils nécessitent une initialisation, sont sensibles aux parasites et les modèles courants donnent des précisions de l'ordre de 14 bits. Observons ici que de nombreux constructeurs de robots qui utilisent comme actionneurs des moteurs pas à pas, travaillent en boucle ouverte et utilisent l'actionneur lui-même comme organe de mesure par comptage-décomptage des impulsions de commande.

Les résolveurs sont des « trigonomètres électriques » très fiables et peu sensibles à l'environnement dont la sortie analogique est une fonction trigonométrique de la position qui nécessite une conversion numérique complexe et onéreuse.

Les inductosyns constituent la version technologique rectiligne du resolver. Le stator se présente comme une règle plate et le rotor comme un curseur. La précision, la fiabilité des inductosyns sont aussi élevées que leur prix.

Pour des raisons économiques les robots industriels actuels utilisent essentiellement des capteurs potentiométriques à piste plastique ou des capteurs incrémentaux. Pour ces mêmes raisons économiques, la grande majorité des machines ne possède pas de contrôle bouclé des vitesses. Les lois de vitesse pour les divers déplacements peuvent cependant être respectées approximativement en agissant par logiciel au niveau de la génération des points de consigne des asservissements de position.

Les capteurs extéroceptifs

Ces capteurs sont principalement utilisés aujourd'hui dans les laboratoires de recherche, mais déjà quelques applications industrielles existent. Ces capteurs tendent à donner aux robots les sens perceptifs les plus fondamentaux de l'homme : vision — ouïe — toucher. On peut souligner que, paradoxalement, l'homme est de son côté, assez démuné en capteurs classiques tels position, vitesse, température.

Les capteurs de vision et tactiles sont les plus susceptibles d'application en robotique. L'analyse et la synthèse sonore étant par contre susceptible d'applications au niveau de la programmation et du dialogue homme machine.

Le capteur de vision le plus classique est la caméra vidéo utilisant des tubes vidicon (ou plus spéciaux orthicon — vidicon pyroélectrique...).

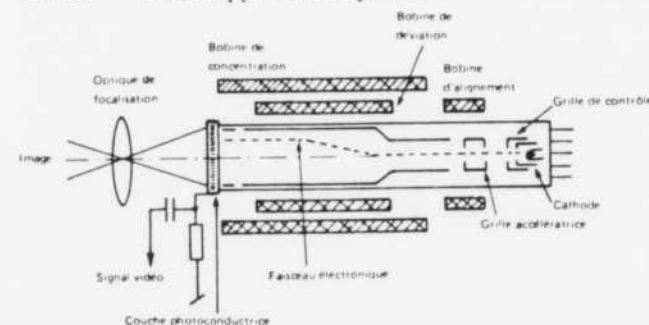


Figure 7 — Principe d'un tube vidicon

Ce capteur est peu coûteux, présente une bonne sensibilité et une bonne résolution mais une rémanence gênante pour l'observation des phénomènes rapides. Son principe est simple (Figure 7) : l'image est projetée sur une électrode plane, recouverte d'une couche photoconductrice. L'intensité lumineuse incidente en chaque point provoque la création d'une charge ponctuelle qui s'accumule entre deux balayages. L'image optique est ainsi transcrite en une image électrique, lue séquentiellement par un faisceau électronique à balayage commandé, analysant l'image ligne par ligne, en délivrant le signal vidéo.

Le signal vidéo d'un vidicon doit être échantillonné puis numérisé. Au contraire, dans les capteurs à circuits intégrés, l'échantillonnage est réalisé par la géométrie des réseaux de photodiodes ou d'éléments à transfert de charge (C.C.D. : Charge Coupled Devices)

Les réseaux à photodiodes sont formés par un ensemble de jonctions p-n réalisées sur la même plaquette de silicium. Chaque diode est couplée en parallèle à une capacité qui sert à accumuler les charges créées au niveau de la jonction p-n sous l'effet de la lumière incidente et à un circuit de multiplexage assurant la lecture séquentielle de l'image. Les diodes sont organisées selon une géométrie en ligne (caméra barrette) ou en matrice. La fréquence de lecture est limitée par le temps d'intégration. On trouve des barrettes de 64 à 2048 photodiodes et des matrices 100×100 . Les avantages sont l'absence de distorsion et la miniaturisation, mais les inconvénients sont le coût et la faible résolution. Les réseaux à transfert de charge (barrette et matrice C.C.D.), sont constitués par des réseaux de minuscules condensateurs fabriqués en technologie M.O.S. Les avantages et inconvénients sont les mêmes que pour les photodiodes avec cependant un taux d'intégration plus élevé (exemples matrices 512×512).

Ces capteurs sont inutilisables seuls en robotique. Leur utilisation pour reconnaître des objets, les localiser... suppose la mise en œuvre d'un traitement informatique relevant des méthodes de reconnaissance des formes.

Les capteurs tactiles ont commencé à être étudiés vers 1970 avec une double finalité qui est de reconnaître des formes tridimensionnelles ou de maîtriser des forces dans les opérations de préhension. Plusieurs principes physiques sont utilisés. Au Japon, une matrice d'éléments piezoélectriques est enrobée dans un matériau semi élastique ; en Grande Bretagne Hegimbotham a proposé des matrices d'aiguilles liées à des potentiomètres. La « peau artificielle », développée en France, est constituée par un élastomère conducteur placé entre 2 électrodes. Une pression exercée sur l'élastomère, rapproche les particules conductrices et diminue la résistance entre électrodes. La figure 8 rassemble quelques principes de capteurs tactiles.

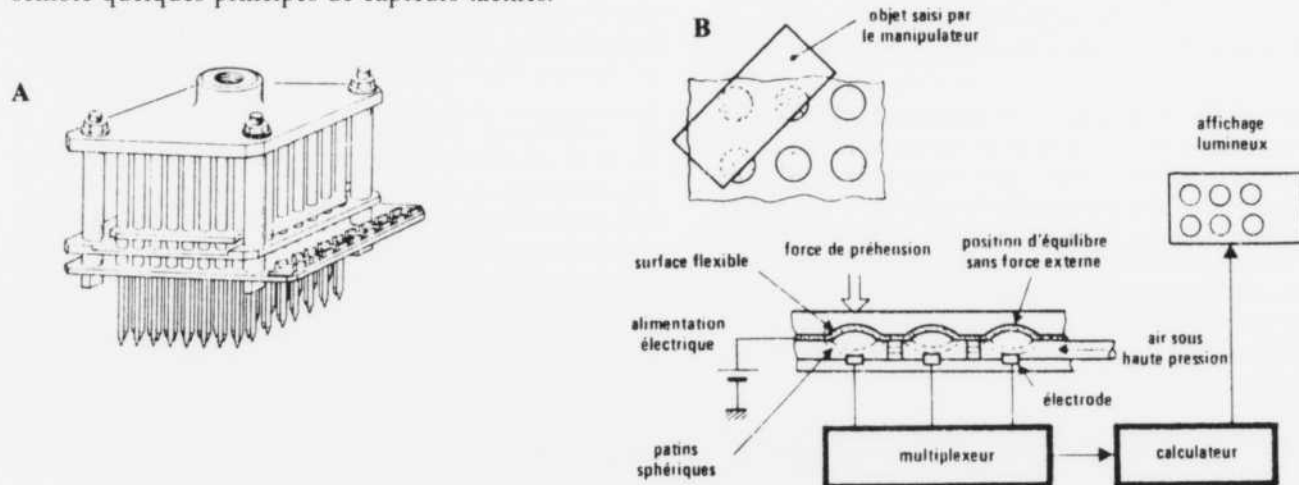


Figure 8 – Divers types de capteurs tactiles.
A –matrice de 64 aiguilles retractables reliés à des transformateurs à reluctance variable.
B –capteur pneumatique matriciel en tout ou rien.

Les capteurs de proximité, placés sur les organes terminaux des robots, sont utilisés lors de l'approche finale dans les opérations de préhension.

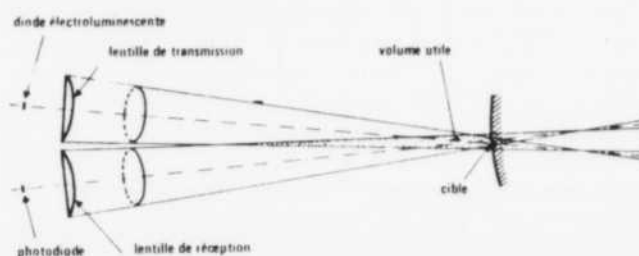


Figure 9 – Principe d'un capteur de proximité électrooptique.
Émission et réception sont assurées par fibres optiques.

La vision tridimensionnelle constitue un passage obligé dans l'avancement de la robotique pour assurer notamment l'analyse de scènes, la reconnaissance d'objets en vrac, la préhension intelligente. Des capteurs de stéréovision utilisant deux caméras et un balayage de la scène par un rayon laser sont déjà opérationnels dans certains laboratoires de recherche.

L'unité de contrôle : le cerveau

La technologie actuelle propose de nombreux outils pour résoudre un problème d'automatisme donné comme le montre la figure 10.

L'unité de contrôle dépendra du degré d'évolution du robot et permettra de préciser les différences entre les télémanipulateurs, les automates et les robots. Pour les bras de manutention en technologie pneumatique, l'unité de commande pourra être un relai électromécanique classique, une logique statique ou pour des raisons d'homogénéité, un séquenceur pneumatique. Le cycle de fonctionnement est alors figé, ou présente quelques variantes sélectionnées par un commutateur. Si le cycle est complexe ou s'il présente de nombreuses variantes, on pourra utiliser un automate programmable

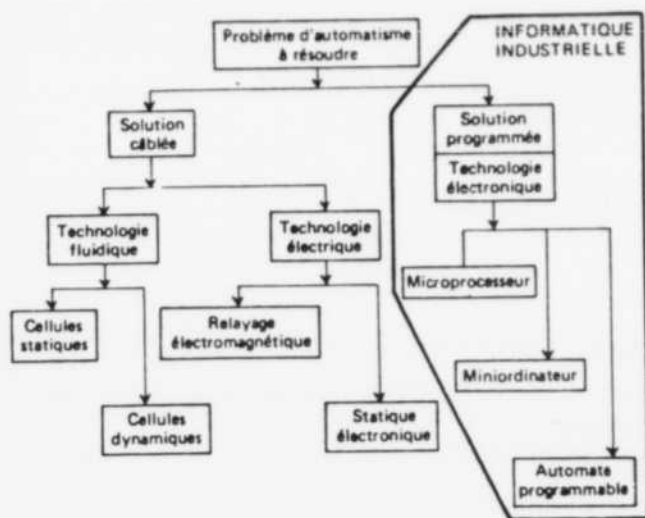


Figure 10 – Les diverses solutions technologiques à un problème d'automatisme.

de bas de gamme. La programmation de telles machines utilisera avantagusement la méthode du Grafset.

Pour les actionneurs hydrauliques ou électriques à positionnement continu, l'asservissement de position est propre à chaque axe et l'unité de contrôle agit au niveau des points de consigne des asservissements. Une structure de commande que l'on rencontre fréquemment sur les machines industrielles de type « pick and place » est l'association d'une matrice de programmation à diodes et d'une matrice de potentiomètres permettant de décrire les points de passage obligés à chaque pas de programme. À chaque pas, une diode et un potentiomètre associées à chaque axe, permettent de changer la consigne des asservissements de position. La commande est ainsi ramenée de manière simple à un problème de logique séquentielle, avec des fins de course réglables par potentiomètres. La programmation de ces machines est simple et un premier cycle complet doit être fait pas à pas pour générer la suite des points de passage de l'organe de préhension. Une telle commande s'apparente à la commande point à point en C.N.M.O. mais le nombre de pas, donc de points décrivant la trajectoire est nécessairement limité.

L'utilisation d'un micro ou minicalculateur permet la mémorisation d'un nombre de points beaucoup plus importants, mais on conçoit que l'apprentissage d'une telle trajectoire complexe sera fastidieuse. On réalise alors une structure mécanique légère appelée « pantin », sosie du véritable robot et disposant des mêmes capteurs. Un opérateur humain effectuera un cycle de travail complet avec le pantin et le calculateur, placé en mode apprentissage, enregistre la suite des points de consigne pour le véritable robot.

Si les capteurs du « pantin » sont utilisés directement comme points de consigne des asservissements du robot, l'ensemble pantin-robot constitue un télémanipulateur. On utilise souvent les termes de maître et d'esclave pour exprimer cette dépendance. Cette association maître-esclave permet d'intervenir dans des milieux hostiles à l'homme (nucléaire – espace – milieu

sous-marin). Le pantin nécessaire pour traduire des gestes évolués (manipulations d'objets – trajectoires en peinture...) peut être réduit à des versions plus élémentaires baptisées manche à balai ou « syntaxeur ».

En télémanipulation, il n'y a pas à proprement parler de langage sinon gestuel et l'esclave singe le maître qui doit cependant être toujours présent.

Par contre après le cycle d'apprentissage, le maître peut se retirer et la trajectoire mémorisée par le calculateur, sera rejouée indéfiniment, sans la présence de l'homme. Ce type de machine qualifiée parfois de robot « play back », définit ce que nous appelons automate industriel et représente les machines les plus évoluées que l'on rencontre actuellement dans l'industrie. D'autres fonctions, telles des interpolations, la synchronisation avec d'autres machines, des changements d'outils, des programmes de sécurité, peuvent être confiées au calculateur. Si les tâches confiées à ces automates industriels sont parfois très spectaculaires, leur fonctionnement est parfaitement déterministe. On observe que la programmation se fait par apprentissage et recopie, et qu'il n'y a pas de langage informatique spécifique aux robots, alors qu'il en existe pour les machines outils. On pourrait décrire les trajectoires et les gestes à priori et les traduire dans un langage, mais il apparaît plus simple d'un point de vue pratique d'utiliser le langage « gestuel » implicite.

Les langages informatiques spécifiques de la robotique vont apparaître et prendre leur intérêt avec la robotique intelligente. L'unité de commande est ici nécessairement un calculateur (ou même plusieurs) mettant en œuvre des tâches de reconnaissances de formes, de localisation d'objets, de génération de plans d'action. Le robot n'a plus un fonctionnement déterministe et les trajectoires n'apparaissent plus comme une suite de points de consigne pour des asservissements, mais comme une fonction $f(x, y, z)$ que l'unité de commande devra exprimer dans le repère de coordonnées du robot. Cette robotique avancée qui motive aujourd'hui de nombreuses recherches, commence à trouver dans les industries de pointe ses premières applications.

Les ateliers flexibles

La production automatisée :

On peut classer les unités de production en deux grandes catégories :

- Les unités qui produisent un nombre limité d'objets en séries très importantes
- Les unités qui fabriquent une gamme diversifiée d'objets en petite et moyenne série.

Le premier type d'unités utilise généralement des structures de fabrication de type « chaîne » présentant une automatisation poussée (postes automatisés – transferts automatisés) et un taux élevé d'utilisation des moyens.

Le deuxième type présente une automatisation plus faible et un taux d'utilisation des moyens moins élevé en raison de la grande diversité des objets fabriqués et des difficultés de planification et d'ordonnancement. Si on analyse un processus de production, on trouve pres-

que toujours les mêmes opérations : études et conceptions, préparations et méthodes, fabrication, mesures et contrôles, conditionnement, stockage, manutention et vente.

Jusqu'au stade de la mécanisation, la machine s'était substituée à l'homme dans les tâches manuelles. Les opérations effectuées par le machinisme ont été principalement la fabrication et la manutention.

La réunion de la mécanisation et de l'informatisation marque un nouveau degré dans l'automatisation de la production. Cette ère de la robotique est caractérisée par la mise en œuvre de systèmes mécaniques, informatiques ou sensoriels et intellectuels.

Le bureau d'étude et la conception des produits sont affectés par la conception assistée par ordinateur (C.A.O.). Les méthodes, l'approvisionnement sont réformés par l'avènement des logiciels de gestion de production, de gestion de stocks. Même dans la création artistique, l'homme utilise les machines (sculpture de visage par cartographie laser...)

Le concept d'automatisation flexible

Pour obtenir une production de masse le travail à la chaîne consiste à faire l'analyse logique des tâches conduisant à la réalisation d'un produit, à parcelliser de manière cohérente le travail de préparation, d'exécution, de montage, de conditionnement. L'opérateur humain sur un poste de travail ne contribue que pour une part limitée à la réalisation d'un produit et la segmentation du travail le fait agir de manière répétitive sur le flux d'objets en cours. L'automatisation dans la production de grande série, tend à créer un processus de fabrication continu par intégration de divers postes de travail classique dans une machine plus complexe. Ce degré d'automatisation a été marqué après guerre par la généralisation des machines transferts et des machines spéciales. Ce mode de production est caractérisé par l'importance des investissements exigeant des taux élevés d'utilisation et par la rigidité de l'outil de production associé à un type précis d'objet. Le concept d'atelier flexible au contraire est caractérisé par :

- Des groupes de postes de travail à fonctions multiples assurant la production (usinage, assemblage, contrôle...) d'objets de nature variable produit en quantités variables.
- Un réseau de transport mécanisé permettant des liaisons souples entre postes de travail.
- Une automatisation intégrée de l'ensemble (machines de production, transferts) et de gestion des produits (commandes, stocks, approvisionnement).

L'automatisation flexible est à la production automatisée actuelle ce que les logiques programmées sont aux logiques câblées.

Le robot : composant majeur de l'automatisation flexible

Dans le cycle de production, l'atelier de fabrication proprement dit rassemble les diverses opérations qui, partant des bruts, permettent la réalisation des pièces élémentaires dont l'assemblage conduit au produit final. Le travail de la matière utilise principalement les

machines d'usinage par enlèvement de copeaux (tournage, fraisage...) et les procédés de mise en forme sans enlèvement de matière (emboutissage, pliage, formage...). Ces opérations d'usinage classiques ont été automatisées de manière flexible par la généralisation des machines à commande numérique. Les robots ont permis d'automatiser des opérations telles que le soudage, la peinture, la manutention complexe de pièces. Les opérations qui restent essentiellement manuelles aujourd'hui mais qui font l'objet de travaux de recherche dans les grands pays industrialisés sont l'assemblage et le montage final.

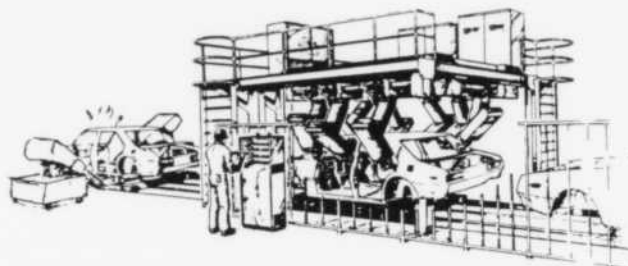



Figure 11 - Cellule de soudage robotisée dans l'industrie automobile.

Un exemple significatif permet de comprendre la place privilégiée des robots dans l'automatisation flexible. Une carrosserie d'automobile est obtenue en assemblant par soudage par points des pièces élémentaires préalablement embouties à la presse. Une carrosserie standard comprend entre 2500 et 3500 points de soudure. Une chaîne traditionnelle de soudage est formée d'un ensemble de machines spéciales comprenant chacune de 50 à 100 pinces à souder disposées sur chaque machine selon une configuration figée. Une telle chaîne est très onéreuse, elle permet à un instant donné la fabrication d'un seul type de carrosserie et nécessite une période de mise au point de près d'une année. Si on remplace les machines spéciales par des robots de soudage (figure 11), le nombre de pinces est bien moindre puisque le robot peut déplacer son outil. Il devient possible de faire défiler sur une chaîne unique divers types de carrosseries puisque la localisation des trajectoires de soudure peuvent être modifiées simplement par programme. On est bien passé d'une mécanique « câblée » à une mécanique « programmée ». Entre autres avantages d'une telle solution robotisée on peut citer l'économie de place par dégagement du sol, l'allègement des investissements, l'amélioration de la qualité et la réduction des rebuts, la versatilité de l'outil de production, la suppression des problèmes relatifs à la main-d'œuvre (pénurie, absentéisme, accidents, qualité du travail...).

Une conclusion optimiste

La robotique est une étape dans l'automatisation, que l'homme a engendré par la technique. Ses incidences sur l'économie, sur la vie des hommes sont nombreuses, très importantes parce que difficiles à cerner et parfois contradictoires. Les variables, nombreuses et le

plus souvent non mesurables agissent les unes sur les autres. Le phénomène s'observe et ne semble pas se commander tant le progrès apparait comme irréversible.

Cependant la conclusion est qu'il vaut mieux espérer que craindre. Si l'on observe de plus loin et sur plus longtemps, le progrès technique a au moins une direction constante : substituer la machine à l'homme dans toutes ses fonctions musculaires, sensorielles et intellectuelles. Que l'homme ne s'inquiète pas, il lui restera beaucoup de travail que ne savent pas faire les machines. Pour d'innombrables tâches, l'homme le plus ordinaire est infiniment supérieur aux robots les plus sophistiqués. Le travail de recherche et de créativité, jusqu'ici réservé à une élite, deviendra le lot d'un plus grand nombre délivré des tâches de routine. Et à l'extrême limite, s'il n'y a plus de travail et que la production est assurée par les robots, il restera aux hommes à apprendre à être heureux, ce qui devrait les occuper assez longtemps. 

RÉFÉRENCES

LE NOUVEL AUTOMATISME - N° 1 sept-oct. et N° 2 nov. 78 - M. FERRETI

Jean-Claude LATOMBE et Augustin LUX - *Intelligence artificielle et robotique industrielle* - LE NOUVEL AUTOMATISME N° 6 et 7 - 1979

Pierre Jean RICHARD - *Les Robots* - P.U.F. Que sais-je ? 1979

Claude LAURGEAU - G. MICHEL - B. ESPIAU - *Les automates programmables industriels*, DUNOD - 1979

- Congrès AFCET-IRIA - Recueil des communications
- Cours de robotique - Théorie et pratique des manipulateurs - Toulouse 1976
- Reconnaissance des formes et traitements des images - Chateaubry 1978
- Reconnaissance des formes et intelligence artificielle - Toulouse 1979

Documents des constructeurs

Comptes rendus des réunions de l'Association Française de Robotique Industrielle et du groupe de travail de l'Association Française de Cybernétique Economique et Technique.

Rapports de missions au Japon et aux U.S.A.

INSPEC-SOL INC.

Études de fondation
Contrôle de compaction
Géologie de l'ingénieur

Essais sur les matériaux
Laboratoire de sols
Contrôle de vibrations



MONTREAL, QUÉ
5762 Ave Royalmount
Tél: 514-731-7316

KINGSTON, ONT
745 Burnett St
Tel: 613-389-9812

LA COMPAGNIE MINIÈRE QUÉBEC CARTIER AVIS DE NOMINATIONS



NOMINATION

Monsieur Giorgio Massobrio, président directeur général, a le plaisir d'annoncer, au nom du Conseil d'administration de la Compagnie Minière Québec Cartier, la nomination de monsieur Lester S. Heyborne au poste d'adjoint au président directeur général tout en conservant le poste de Vice-président directeur, et la nomination de monsieur J.M. Réjean Gagnon, au poste de Vice-président à compter du 1 février 1981.

Monsieur Gagnon remplace monsieur L.S. Heyborne et il sera responsable de l'exploitation minière et des installations de concentration de Mont-Wright ainsi que des installations ferroviaires et portuaires. Il dirigera également le service d'ingénierie de la compagnie et la gérance de l'exploitation minière de Fire Lake que Québec Cartier assume pour le compte de Sidbec-Normines Inc.

Monsieur Gagnon est originaire de Lac Mégantic. Il est diplômé en génie des mines de l'École Polytechnique de l'université de Montréal et il est membre de l'Ordre des Ingénieurs du Québec. Il a joint les rangs de Québec Cartier en 1964 et occupa diverses fonctions aux services de l'exploitation et de l'ingénierie jusqu'à sa nomination en 1974, au poste de surintendant général de l'exploitation minière de Lac Jeannine.



En mars 1977, il fut nommé directeur - exploitation et en mars 1978 il assumait la responsabilité supplémentaire du service d'ingénierie à titre de vice-président - exploitation et ingénierie.

Monsieur Gagnon fut directeur de l'Association des Mines de Métaux du Québec et président en 1978-79. Il est membre de l'Institut Canadien des mines de Métaux et de l'American Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Engineers. À l'automne 1980, il participa à un programme de formation en gestion des affaires à l'Université de Columbia de New York, E.U.A.

Monsieur Lester S. Heyborne est originaire de Cedar City, Utah. En 1951, il obtient un diplôme en génie des mines de l'Université de cet État.

Il est entré au service de la United States Steel Corporation en 1947 et occupa diverses fonctions aux services d'ingénierie et d'exploitation minière jusqu'à sa nomination en mai 1971 au poste de surintendant général de l'exploitation, secteur ouest.

Il a joint, en septembre 1974, les rangs de Québec Cartier, filiale de ladite corporation à titre de Directeur général et fut nommé au poste de Vice-président en juin 1976.

Chiffrage facile



Les indicateurs de la série 600 CalComp sont précis à ± 0.1 mm avec une résolution de 0,025 mm. La version de base et la version plus perfectionnée (à menu à 54 blocs) sont toutes deux offertes en 6 formats de surface de travail pour matériaux réfléchissants, transparents et projetés. Grand choix d'interfaces et de dispositifs périphériques. Demandez les détails à: CalComp, 100, route Alexis-Nihon, Porte 875, Saint-Laurent, Québec H4M 2P4; (514)744-6455.

CALCOMP

0-8F-80

Traceurs de courbes électrostatiques



Les traceurs électrostatiques de la série 5000 CalComp produisent des graphiques sur papier rigide à partir de données traitées à l'ordinateur à très grandes vitesses. Leur capacité d'impression, jusqu'à 1625 lignes par minute, peut être ajoutée. Résolution de 100 ou 200 points par pouce, au choix. Ensembles d'interfaces considérables de programmation et de matériel. Demandez les détails à: CalComp, 100, route Alexis-Nihon, Porte 875, Saint-Laurent, Québec H4M 2P4; (514)744-6455.

CALCOMP

0-7F-80

Le traceur de votre choix!



Quels résultats attendez-vous de votre traceur à votre bureau? L'un de ces traceurs à tambour CalComp saura répondre à vos exigences.

Les appareils CalComp offrent tous des commandes à microprocesseur précises, un entraînement par moteur asservi de tension continue, la graduation par valeurs de 0002 po et un fonctionnement en toute douceur et propreté. Les différences:

1037	2 po/sec.	stylo unique
1038	4.5 po/sec.	stylo unique
1039	4.5 po/sec.	trois stylos

CalComp... la plus vaste gamme de traceurs numériques au monde. Pour plus de précisions, communiquer avec CalComp, 100 route Alexis-Nihon, Porte 875, Saint-Laurent, Québec H4M 2P4; (514) 744-6455.

CALCOMP

9-6F-80

Accélérez!

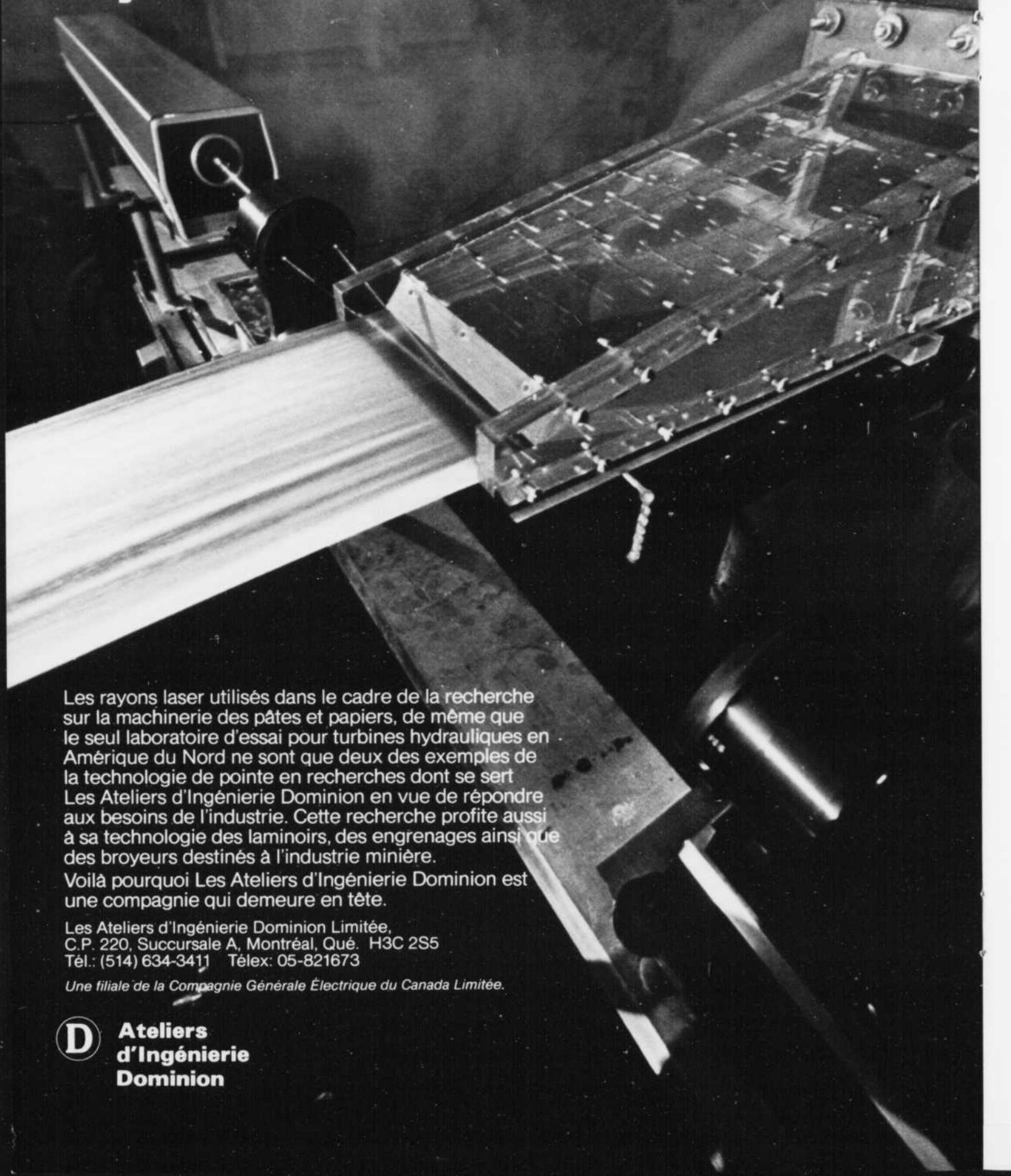


Si vous faut accélérer vitesse et rendement, le modèle 1055 CalComp vous offre 36" de large, une vitesse de 30 po/s, une accélération de 4G, un temps de descente de pointe de 10MS. Si c'est plus que ce dont vous avez besoin pour le moment, le modèle 1051 CalComp vous donne la même commodité de 4 pointes d'écriture et la qualité de production à 10 po/s, avec possibilité d'accélérer à 30 po/s si nécessaire. CalComp offre la plus grande gamme de traceurs de courbes numériques au monde. Demandez les détails à: CalComp, 100, route Alexis-Nihon, Porte 875, Saint-Laurent, Québec H4M 2P4; (514) 744-6455.

CALCOMP

0-7F-80

Ateliers d'Ingénierie Dominion toujours en tête avec la recherche.



Les rayons laser utilisés dans le cadre de la recherche sur la machinerie des pâtes et papiers, de même que le seul laboratoire d'essai pour turbines hydrauliques en Amérique du Nord ne sont que deux des exemples de la technologie de pointe en recherches dont se sert Les Ateliers d'Ingénierie Dominion en vue de répondre aux besoins de l'industrie. Cette recherche profite aussi à sa technologie des laminoirs, des engrenages ainsi que des broyeurs destinés à l'industrie minière.

Voilà pourquoi Les Ateliers d'Ingénierie Dominion est une compagnie qui demeure en tête.

Les Ateliers d'Ingénierie Dominion Limitée,
C.P. 220, Succursale A, Montréal, Qué. H3C 2S5
Tél.: (514) 634-3411 Téléc.: 05-821673

Une filiale de la Compagnie Générale Électrique du Canada Limitée.

D Ateliers
d'Ingénierie
Dominion



La Chambre de commerce
du district de Montréal

Premier colloque international
en langue française sur la

Gestion des grands projets

Le 13 mai 1981
Hôtel Méridien
Montréal (Québec)

Montréal: lieu privilégié de coopération pour la recherche en gestion de projet et la formation continue des ingénieurs-gestionnaires?

Grâce à sa position géographique, à ses compétences technologiques, et au dynamisme de ses entrepreneurs, Montréal est devenu au cours des 20 dernières années un important centre décisionnel en matière de conception et de réalisation des grands projets.

Il a par exemple réalisé sur son territoire le projet du Métro de Montréal, l'Exposition de 1967. Il abrite le siège social d'Hydro-Québec, le maître d'œuvre des plus grands aménagements hydro-électriques au monde. Cette société d'État est en outre à l'avant-garde dans l'utilisation de plusieurs technologies de pointe; elle s'apprête par exemple à concevoir la plus puissante éolienne du monde.

La plupart des grandes sociétés canadiennes d'ingénierie et de haute technologie ont leur siège social à Montréal et, à l'instar d'Hydro-Québec, elles exportent partout dans le monde, avec grand succès, leur savoir-faire en matière de technologie de gestion de projets.

Montréal a donc réussi à devenir en plusieurs domaines un chef de file mondial de l'innovation technologique et à se doter d'une solide réputation d'excellence dans la gestion des grands projets.

Les années 80 verront apparaître ce que certains ont déjà appelé un nouveau « Défi Mondial » et ces modifications importantes de l'environnement technologique, social et économique auront de profondes répercussions sur la gestion des grands projets et la nécessité de former des ingénieurs-gestionnaires d'expression française.

Montréal est-il bien préparé à relever ces nouveaux défis et à maintenir ou même accroître son leadership sur le plan international?

Quels seront les nouveaux besoins en savoir-faire et en ressources? Quels seront les rôles de l'industrie et de l'université? De quelle façon l'industrie et l'université peuvent-elles le mieux collaborer à ce projet?

Dans une perspective d'interdépendance accrue et d'optimisation dans l'utilisation de ressources qui se font rares, quels genres de mécanismes de coopération pouvons-nous établir avec nos homologues français qui, de façon parallèle et avec non moins de succès, ont su démontrer un leadership technologique et de gestion dans des domaines souvent complémentaires aux nôtres?

La Chambre de commerce du district de Montréal considère opportun en ce début de nouvelle décennie, de convier les représentants de l'industrie et de l'université québécoises et françaises à un exercice de réflexion sur ces questions cruciales. Elle espère qu'il résultera de cette rencontre des initiatives concrètes qui permettront à Montréal de

«devenir le lieu privilégié de coopération franco-québécoise, entreprise-université, pour la recherche en gestion de projet et la formation continue des ingénieurs-gestionnaires».

Programme

Avant-midi

- 8h30 Inscription
- 9h00 Ouverture du colloque
- Monsieur Pierre Lortie
Président de la Chambre de commerce du district de Montréal
Associé sénior, Sécour Inc.

Animateur

- Monsieur Jacques Lefebvre
Vice-président aux Affaires publiques
Le Groupe SNC

Conférences

- 9h15 Le nouveau contexte et la gestion des grands projets
- Honorable Jean-Pierre Goyer
- 9h45 Le bilan de nos réalisations et les perspectives d'avenir
- Monsieur Paul Amyot
- 10h15 Pause-café
- 10h30 **Panel** — Le rôle des firmes d'ingénierie et de l'entreprise face au défi des années 80: 5 domaines d'application, (pétrochimie, aéronautique, nucléaire, hydroélectrique, génie civil)
- Monsieur Armand Couture
Vice-président
Lavalin Inc.
 - Monsieur Jacques E. Ouellet
Premier vice-président
Canadair
 - Monsieur Alfred Laurendeau
Vice-président et directeur — Approvisionnement et contrats
Canatom Inc.
 - Monsieur Guy Monty
Président et directeur général
Hydro-Québec International
 - Monsieur Claude Laliberté
Président et directeur général
Société d'énergie de la Baie James
- 11h30 Période de questions

Après-midi

12h00

à

14h00

Déjeuner-conférence

L'expérience française de la coopération université-industrie: la formation continue des ingénieurs

Présentateur

- Monsieur Jean-Claude Huot
Vice-président
Cincom (1980) Inc.

Conférencier

- Le Commandant Claude Laurent

Conférences

Animateur

- Monsieur Pierre LeBeault
Directeur des programmes de francisation
Office de la langue française

14h15 L'expérience française de la technologie de gestion des grands projets

- Monsieur Daniel Roux

14h45 La coopération franco-qubécoise: réalisations passées et possibilités d'avenir

- Monsieur Jacques Gagnon

15h15 Pause-café

15h30 **Panel** — Les besoins en formation continue dans la gestion des grands projets, clarification du rôle de l'industrie et de l'université et la coopération franco-qubécoise: possibilités et moyens d'action

- Monsieur Daniel Roux
- Le Commandant Claude Laurent
- Monsieur Pierre M. Ménard
Directeur du programme de maîtrise en gestion de projet
Université du Québec à Montréal
- Monsieur Serge Pressoir
Président AACE, Chapitre de Montréal
Société d'ingénierie Montréal Ltée

Période de questions

17h15 Synthèse

- Monsieur Jean-Claude Huot

17h30 Clôture du colloque
Cocktail



Honorable Jean-Pierre Goyer

Membre du conseil de Canadair
Co-président du sous-comité de l'Aérospatiale du COPEM, comité conjoint de la Chambre de commerce du district de Montréal et du Montreal Board of Trade
Avocat associé — Courtois, Clarkson, Parsons et Tétreault



Monsieur Paul Amyot

Vice-président,
Programme d'équipement
Hydro-Québec



Le Commandant Claude Laurent

Directeur des stages
Société des amis de l'École nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace et de l'École nationale supérieure de techniques avancées.



Monsieur Jacques Gagnon

Chef de la coopération économique et technique
Direction des affaires françaises
Ministère des Affaires intergouvernementales du Québec



Monsieur Daniel Roux

Directeur de la gestion du programme ARIANE
Société Nationale Industrielle Aérospatiale, France

Comité d'organisation

Membres



Président

M. Jean-Claude Huot
Vice-président
Cincom (1980) Inc.

M. Pierre D'Aragon
Vice doyen
Famille des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal

M. Jacques Giguère
Conseiller principal — Planification
Services des systèmes
Canadien Pacifique Ltée

Honorable Jean-Pierre Goyer
Avocat
Courtois, Clarkson, Parsons & Tétrault

M. Pierre LeBeault
Directeur
Office de la langue française

M. Pierre M. Ménard
Directeur — Programme de maîtrise
en gestion de projet
Université du Québec à Montréal

M. Serge Pressoir
Président AACE, chapitre de Montréal
Société d'ingénierie Montréal Ltée

M. Thierry Audric
Attaché scientifique et de coopération
technique
Consulat général de France

M. Jacques Belleau
Directeur des Affaires françaises
Ministère des Affaires inter-
gouvernementales
Direction générale des Affaires
internationales

M. Jacques Cléroux
Professeur
École Polytechnique

M. Benoit Michel
Directeur — Gentilly II
Hydro-Québec

Ce colloque a été organisé
avec la collaboration des
organismes suivants :

- Canatom Inc.
- Hydro-Québec
- Janin Construction Ltée
- Lavalin International Inc.
- Le Groupe ABBDL — TECSULT

- Le Groupe de consultants PGL Inc.
- Ministère des Affaires
intergouvernementales du Québec
- Shawinigan — LGL Inc.

Retourner avant le 4 mai à la Chambre de commerce du
district de Montréal, 1080 côte du Beaver Hall, Montréal
H2Z 1T1.

Renseignements :
Carole Brunet 866-2861

Je désire m'inscrire au colloque sur la
gestion des grands projets qui se tiendra à
l'hôtel Méridien, le 13 mai 1981.

réunion: Grand salon A
déjeuner: Grand salon C
au Basilaire I

- membre \$85.
- non-membre \$100.
- paiement inclus

Nom _____

Fonction _____

Entreprise _____

Adresse _____

Numéro de téléphone _____

Signature _____



MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE ET ANTHROPOGÉNIQUE DANS LES EAUX DE SURFACE

Jacques Turcotte, chim. *

Résumé

L'utilisation de la boue d'alun prélevée aux usines municipales d'épuration des eaux de consommation s'avère très prometteuse pour la mesure de la radioactivité dans les cours d'eau. L'étonnant pouvoir de fixation que possède l'hydroxyde d'aluminium et l'imposant volume d'eau traité quotidiennement dans une usine permettent à la boue d'alun de concentrer à un niveau tel les traces de radioisotopes naturels et de radioisotopes artificiels, qu'il est possible dorénavant d'observer les retombées atmosphériques d'essais nucléaires de très faible intensité ou encore de suivre à la trace sur des centaines de kilomètres les rejets des centrales nucléaires si faible qu'en soit la teneur en radioactivité.

Introduction

L'implantation inévitable d'un plus grand nombre d'installations nucléaires le long du fleuve St-Laurent ou de ses affluents devrait nous inciter dès maintenant à mettre au point des moyens d'évaluation des effets qu'auront de telles installations sur la qualité des eaux. Un de ces effets est le déversement de radioisotopes dans ces cours d'eau. Il est donc important d'être en mesure d'échantillonner adéquatement certains bassins hydrologiques en vue d'effectuer des relevés radiochimiques complets et fiables, et de pouvoir spécifier l'origine des radioisotopes répertoriés. Mais le problème principal pour la mise en évidence de la radioacti-

tivité dans les cours d'eau provient de l'échantillonnage, étant donné les concentrations extrêmement faibles qu'y présentent les radioisotopes.

La technique du prélèvement de grands volumes d'eau est en réalité la seule technique utilisée par les organismes engagés dans le monitoring de la radioactivité des cours d'eau. On retrouve dans la littérature quelques tentatives de mise au point de techniques qui utilisent soit l'oxyde de manganèse, soit l'oxyde de titane ou encore le sable comme support pour retenir les radioisotopes. Mais encore une fois, la méthode exige le prélèvement d'importants volumes d'eau et un long traitement en laboratoire.

Normalement un volume d'eau considérable doit être prélevé et traité au laboratoire pour obtenir un niveau détectable de radioactivité. [1-3] Nous avons mis au point une méthode qui est plus simple que cette dernière, très efficace, reproductible et surtout peu coûteuse pour échantillonner les eaux douces. La technique que nous proposons permet d'échantillonner en tout temps l'équivalent de 1 000 à 10 000 litres d'eau pratiquement sans se déplacer. Le prélèvement se fait dans les usines municipales de traitement d'eau qui utilisent la floculation à l'alun pour purifier l'eau de consommation. Cette technique d'échantillonnage que nous avons mise à l'épreuve permet d'effectuer facilement un inventaire radiochimique des cours d'eau. Les données auxquelles elle donne accès pourraient tout aussi bien servir de guide au spécialiste dans la conception de projets d'aménagement le long des cours d'eau qu'aux organismes engagés dans le contrôle radiochimique. D'ailleurs cette technique a été récem-

*
M. Jacques Turcotte, chimiste, est professeur agrégé au département de chimie de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval; il est aussi un des membres du bureau de direction du centre de recherches sur l'eau (CENTREAU) de l'Université Laval.

ment adoptée par les chercheurs du Centre canadien de recherche sur les eaux intérieures [4] pour déterminer la concentration des radioisotopes dans le lac Ontario.

Technique d'échantillonnage

Le schéma de la fig. 1 montre les grandes étapes de la purification de l'eau dans une usine classique avec ses principales variantes quant aux réactifs chimiques ajoutés ou encore quant au type de décanteur utilisé.[5-6] L'hydroxyde d'aluminium qui se forme au contact de l'alun avec l'eau prend l'aspect de particules floconneuses qui ont tendance à s'agglutiner pour former ce qu'il est convenu d'appeler le floc d'alun. La formation du floc d'alun et sa sédimentation sont donc responsables de l'efficacité de la technique d'échantillonnage puisque lors de la floculation et de la sédimentation, il y a entraînement de la matière inorganiqu e ou organique en suspension, entraînement d'une grande partie des composés organiques solubles, entraînement par co-précipitation d'un grand nombre de métaux et enfin l'entraînement par des mécanismes d'absorption ou d'adsorption. Il n'est donc pas étonnant de retrouver dans les boues d'alun à peu près toutes les espèces chimiques présentes dans l'eau brute, dont les radioisotopes, peu importe l'état physicochimique sous lequel ils s'y trouvent : soit à l'état d'ions aqueux complexés ou non, d'ions absorbés sur la matière organique et inorganique, piégés par des molécules organiques comme les humates ou les fulvates responsables de la couleur de l'eau, ou encore soit à l'état de colloïdes. Il va sans dire que le traitement quotidien de quelques millions de gallons d'eau en usine permet un enrichissement considérable dans le floc d'alun de toute espèce soluble ou en suspension dans l'eau brute et permet subséquemment son identification et la déter-

mination de sa teneur. Il est donc possible de mettre ainsi en évidence à peu près toute la gamme des radioisotopes présents dans les eaux échantillonnées [7].

L'échantillonnage en soi est fort simple comme le sont d'ailleurs les manipulations qui suivent au laboratoire. Il suffit de prélever de 5 à 10 litres d'une suspension de floc d'alun à l'usine de traitement d'eau, de laisser décanter au laboratoire la boue d'alun recueillie, de sécher le résidu et de désagréger le solide au mortier avant de la placer dans le système de détection. On peut ainsi recueillir et analyser des centaines de gammes de floc solide sans efforts particuliers. Des quantités d'environ 50 à 200 g de solide sont utilisées pour effectuer les mesures mais des mesures fiables sont également possibles avec 25 g de solide.

La mesure de la radioactivité se fait à l'aide d'un spectromètre gamma qui est formé d'un détecteur au germanium compensé au lithium, lequel est associé à un analyseur multicanaux[8]. Le spectre gamma ainsi obtenu permet facilement d'identifier et de déterminer la teneur d'un grand nombre de radioisotopes présents dans l'échantillon. Le tableau 1 présente une liste des principaux radioisotopes identifiables sur les spectres gamma. Comme le montre la figure 2, les spectres gamma obtenus à partir de la boue d'alun sont très riches en informations, contrairement à ceux obtenus par suite d'un échantillonnage conventionnel qui consiste à prélever un volume d'eau relativement important et à la réduire à quelques ml pour en mesurer la radioactivité. Les données tirées de l'enregistrement de tels spectres peuvent être traitées seulement à des fins d'identification des radioisotopes observés ou encore dans le but d'établir leur teneur dans les eaux de surface, teneur qui peut être exprimée en becquerel* par gramme

* système SI - 1 becquerel équivaut à 1 désintégration par seconde.

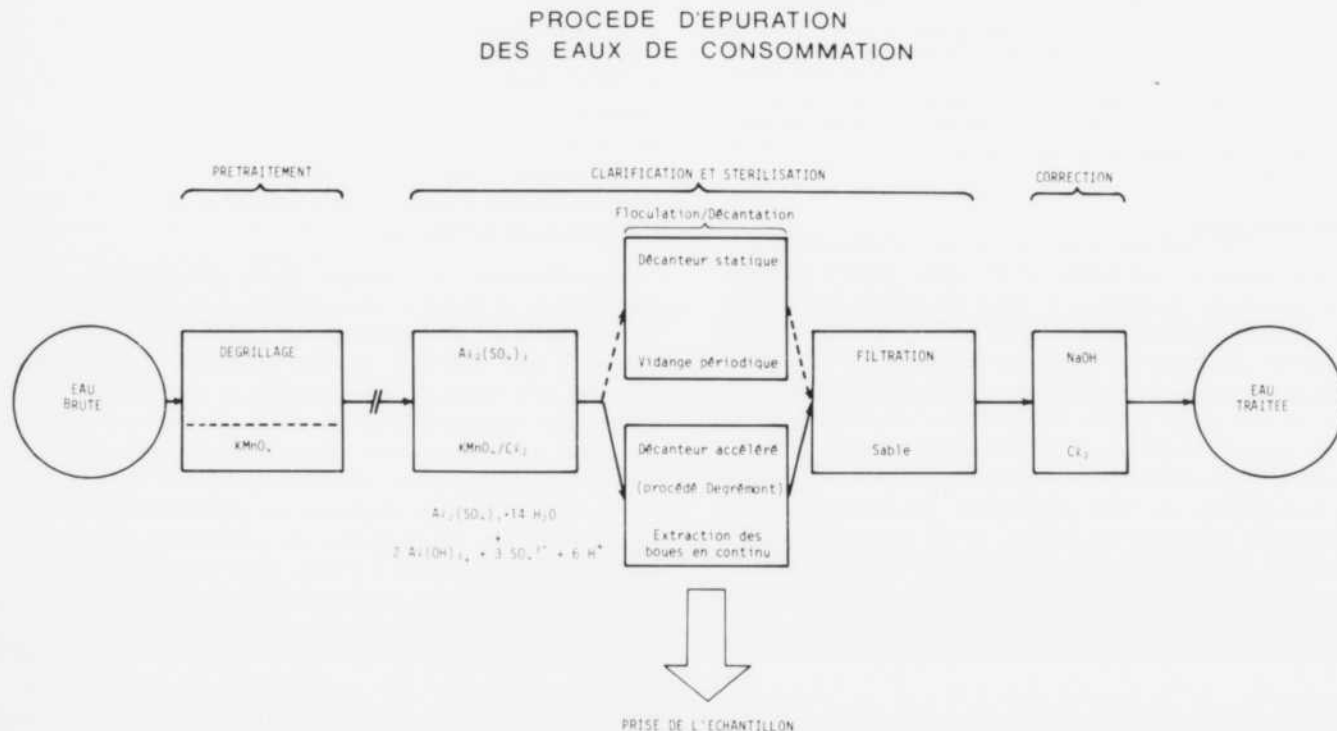


Figure 1 - Schéma montrant les principales étapes de la purification de l'eau en usine. Au contact de l'eau, l'alun - $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ - se transforme en particules floconneuses d'hydroxyde d'aluminium - $Al(OH)_3$ - qui retiennent les espèces solubles et la matière en suspension de l'eau brute. La boue d'alun qui sert à mesurer la radioactivité est prélevée à la base du décanteur.

TABLEAU I

Principaux radioisotopes observables en première analyse dans les boues d'alun	
RADIOISOTOPES	DEMIE-VIE
Produits de fission	
Zr-95	64 J
Nb-95	35 J
Ru-103	49,4 J
Ru-106	367 J
Sb-125	23 J
I-131	8,1 J
Te-132	78,2 H
Cs-137	30,2 A
Ba-140	12,8 J
La-140	40,3 H
Ce-141	32,5 J
Ce-144	284 J
Produits d'activation	
Sc-46	84 J
Mn-54	312 J
Co-58	71 J
Fe-59	45 J
Co-60	5,72A
Zn-65	244 J
Autres	
Be-7	53,3 J
Tl-208	3,1 M
Pb-212	10,6 H
Pb-214	27 M
Bi-214	20 M
Ra-226	1622 A
Ra-228	5,77 A
Ac-228	6,7 H
Th-228	9,1 A
U-235	7,1x10 ⁸ A

TABLEAU II

Pourcentage de rétention de quelques radioisotopes par le floc d'alun		
RADIO-ISOTOPES	RETENTION %	ORIGINE
Be-7	>97	Rayons cosmiques
Zr-95	>97	Essais nucléaires
Nb-95	>97	Essais nucléaires
Ru-103	73 ± 5	Essais nucléaires
Ru-106	70 ± 5	Essais nucléaires
Cs-137	>97	Essais nucléaires
Ce-141	90 ± 5	Essais nucléaires
Ce-144	74 ± 5	Essais nucléaires
Ra-226	95 ± 5	Radioactivité naturelle
Th-232	77 ± 5	Radioactivité naturelle
U-235	90 ± 5	Radioactivité naturelle

de boue sèche ou mieux encore en becquerel par litre d'eau. La transformation des unités Bq/g en Bq/l n'est possible que si l'on connaît l'équivalence entre le poids de la boue sèche et le volume d'eau brute auquel il correspond. Cette équivalence s'établit en calculant le rapport entre la teneur d'un élément caractéristique, par exemple le potassium ou le magnésium contenu d'une part dans la matière en suspension dans l'eau brute et d'autre part dans la boue d'alun. L'équivalence se détermine à l'aide des relations suivantes :

$$A = \text{mg de K}^+ \text{ dans un gramme de boue d'alun} \quad (1)$$

$$B = \text{mg de K}^+ \text{ dans la matière en suspension recueillie dans un litre d'eau brute} \quad (2)$$

$$A/B = \text{litres d'eau brute/gramme de boue} \quad (3)$$

Un gramme de boue sèche peut correspondre à l'équivalent de 25 à 100 litres d'eau brute selon la teneur de matière en suspension charriée par le cours d'eau. C'est donc dire que l'échantillon de boue utilisé pour l'enregistrement du spectre γ contient toute la radioactivité contenue dans un volume d'eau équivalent de 625 à 20 000 litres selon que l'on utilise 25 ou 200 g de solide.

Puisque habituellement la quantité d'alun ajoutée en usine dépend de la turbidité de l'eau à traiter, donc approximativement proportionnelle à la quantité de matière en suspension dans l'eau brute, le résultat exprimé en Bq/g de boue traduit assez fidèlement l'activité radioactive du cours d'eau étant donné que la boue d'alun contient à peu près toujours les mêmes proportions d'hydroxyde d'aluminium et de matière solide soit environ 60% et 40% respectivement. Le résultat exprimé en Bq/l offre par contre l'avantage d'établir la véritable concentration des divers radioisotopes dans l'eau. Pour s'assurer maintenant que les données sont des résultats quantitatifs, il est essentiel de préciser le taux de rétention par le floc de chacun des radioisotopes. Des essais préliminaires pour tenter de préciser ce taux illustrent assez bien, comme on peut le constater d'après les valeurs non définitives du tableau II, que la rétention est très efficace. Il semble de fait que le pourcentage de fixation se situe vers 95-97% pour la majorité des radioisotopes qui précipitent sous la forme d'hydroxydes (Be-7, Zr-95, Nb-95) ou encore pour ceux qui sont fortement retenus sur la matière organique et les sédiments (Cs-137), alors que la rétention est un peu moins efficace dans le cas du ruthénium, du cérium et du thorium. Ces résultats indiquent bien que le procédé d'épuration des eaux de consommation où l'on utilise l'alun comme agent coagulant s'avère un procédé très efficace pour retenir les radioisotopes contenus dans les eaux de surface peu importe leur état physico-chimique [9] et peu importe leur origine, à savoir les retombées atmosphériques, les rejets par les centrales nucléaires ou par les usines de traitement de matériaux radioactifs ou encore la lixiviation des minéraux.

Échantillonnage de bassins hydrologiques

À la lumière des possibilités qu'offrait cette technique d'échantillonnage, une cueillette périodique et systématique dans quelques bassins hydrologiques a été en-

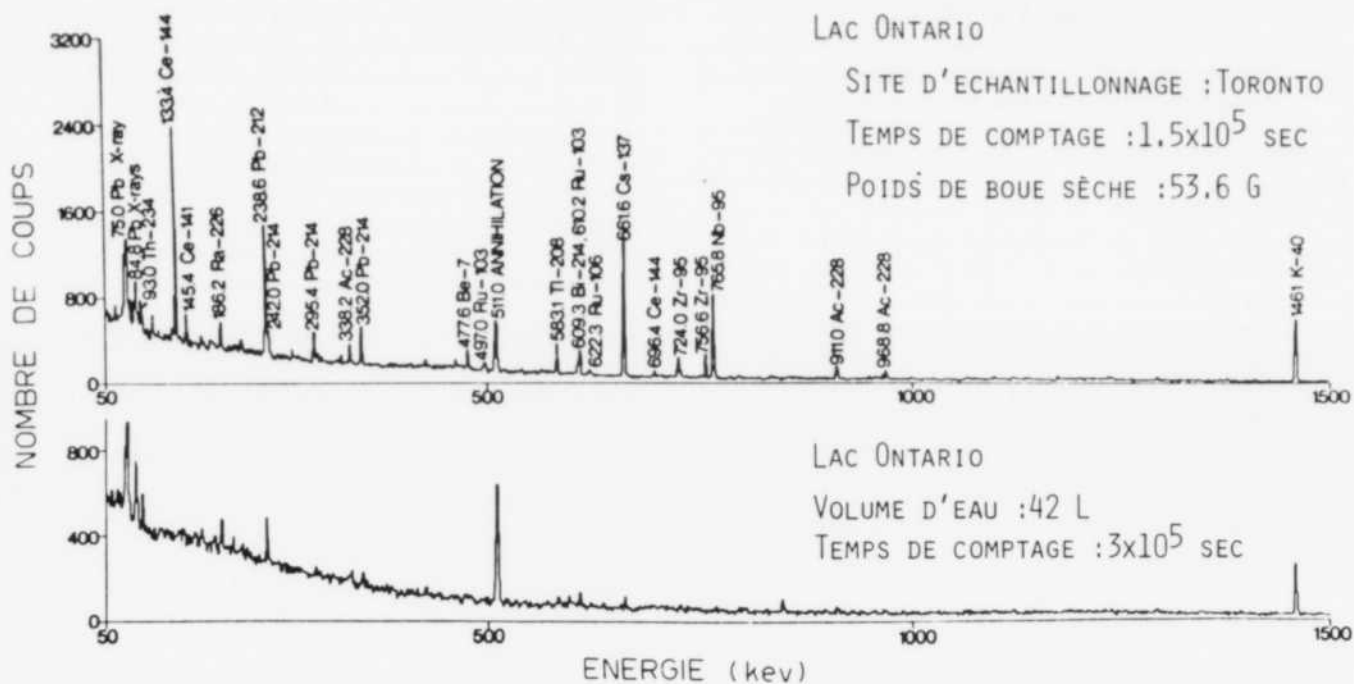


Figure 2 — Comparaison entre la qualité de l'information tirée d'un spectre gamma obtenu à la suite d'un échantillonnage conventionnel et l'information obtenue suite à un échantillonnage de boue d'alun 4. Le prélèvement et le traitement d'un grand volume d'eau en vue d'y mesurer la radioactivité n'apportent que très peu d'informations si ce n'est l'observation de quelques radionucléides naturels plus abondants comme le potassium-40 (K-40) ou le plomb-212 (Pb-212). Les pics supplémentaires sont attribués au bruit de fond et à l'émission de rayons-X produits par la radioactivité naturelle.

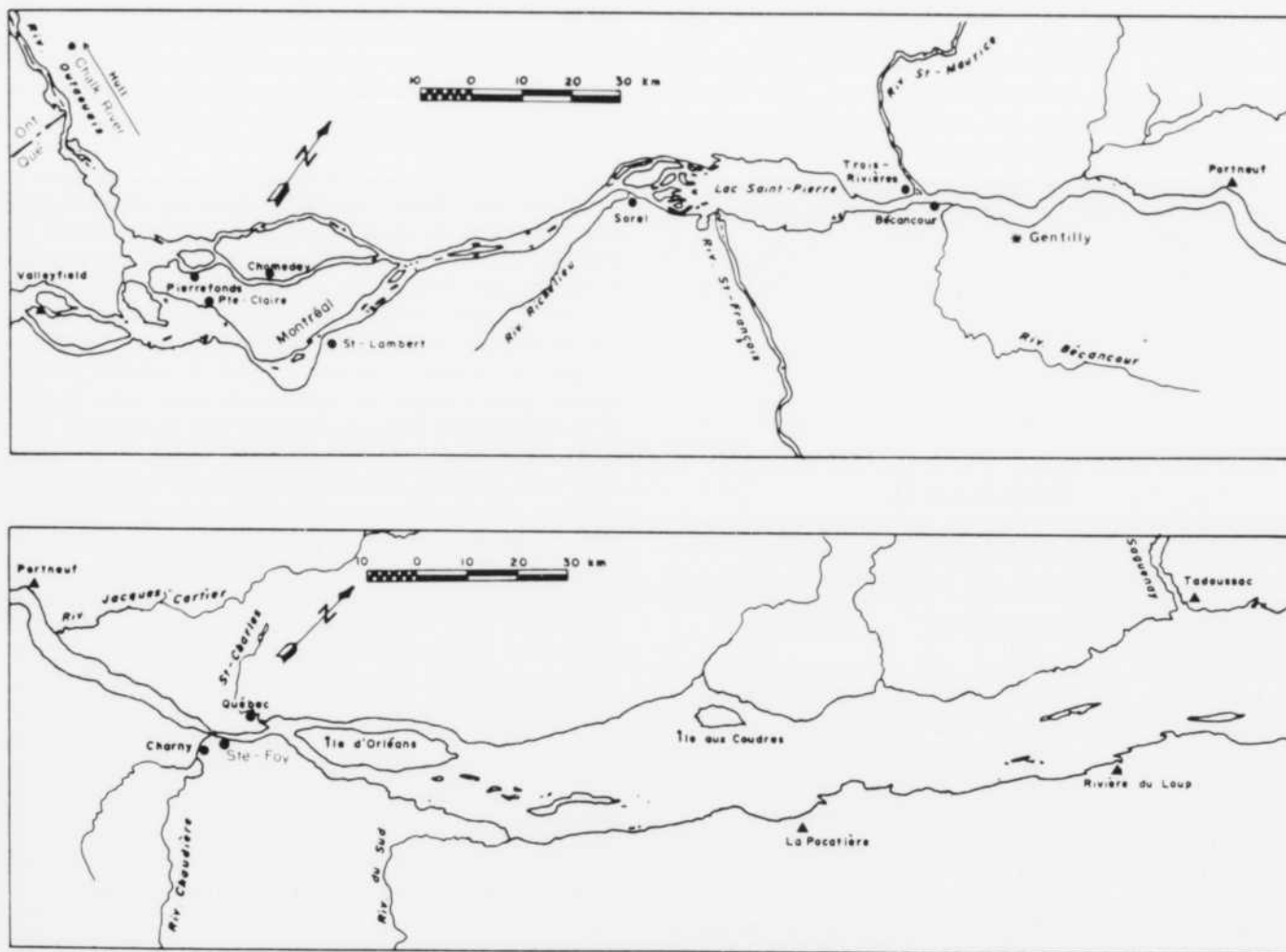
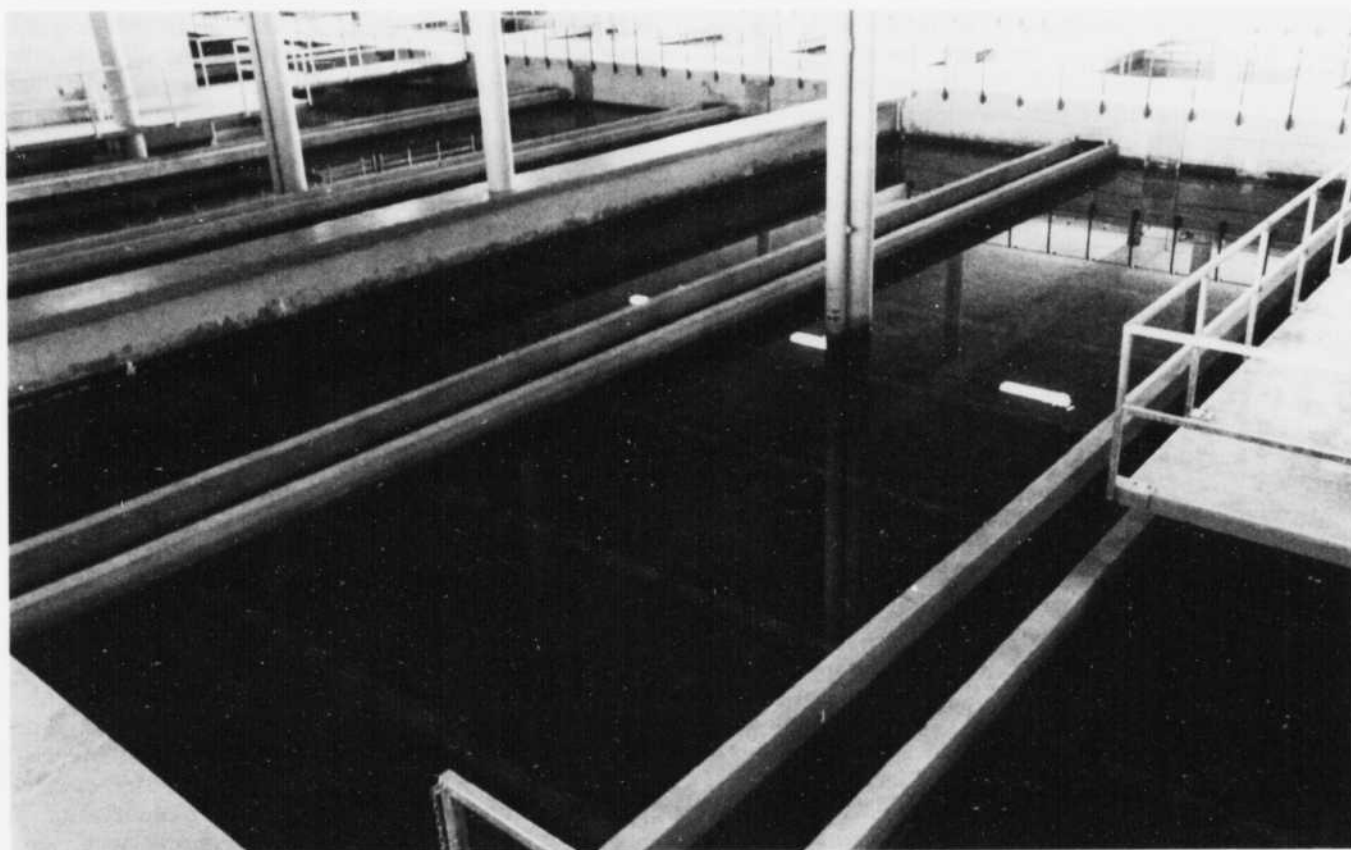


Figure 3 — Territoire couvert dans le cadre du programme d'échantillonnage. Les points noirs identifient les sites d'échantillonnage. La centrale nucléaire de Chalk River est située à quelques 150 km au nord-ouest de la frontière Québec-Ontario.

treprise à l'automne 1977. L'échantillonnage se poursuit depuis près de trois ans maintenant et le territoire couvert dans le cadre de cette étude (fig. 3) comprend un tronçon du fleuve St-Laurent qui va de l'embouchure de la rivière des Outaouais à la ville de Québec et quelques bassins hydrologiques situés pour la plupart dans la province de Québec. Ces bassins versants sont ceux de rivières Richelieu, St-Maurice, Chaudière, St-Charles et des Outaouais, cette dernière coulant en partie sur les territoires de l'Ontario et du Québec. Les bassins retenus pour l'étude ont été choisis en raison des caractéristiques différentes des régions qu'ils drainent soit les Appalaches, les Laurentides et les Basses-terres du St-Laurent. Les sites le long du fleuve St-Laurent ont été choisis quant à eux en tenant compte des masses d'eau distinctes qui longent la rive sud et la rive nord du fleuve [10,11].

Quelles informations peut-on espérer tirer de ces mesures de la radioactivité dans les boues d'alun? Elles sont nombreuses si l'on considère l'efficacité et la sensibilité de la méthode d'échantillonnage qui permet d'observer aisément une trentaine d'émetteurs gamma reliés aux différentes formes de la radioactivité. L'accumulation de données depuis plus de deux ans, quoique loin d'être totalement interprétées, nous a tout de même permis de mettre en relief certains faits. Sur la base des données acquises, il nous semble en effet possible de caractériser un bassin hydrologique ou encore un tronçon d'un cours d'eau en considérant son profil « radioactivité ». La caractérisation peut s'établir en considérant la radioactivité naturelle qui origine des formations géologiques lixiviées par les eaux, ou encore s'établir en considérant la présence ou l'absence de

radioisotopes spécifiques à des installations nucléaires particulières. Par exemple on n'observe la présence de scandium-46 que dans la rivière des Outaouais et dans le fleuve St-Laurent, et sa teneur décroissante dans la direction de Hull à Ste-Foy nous permet de remonter à sa source, soit le réacteur NRX situé à Chalk River sur la rivière des Outaouais. Dans ce cas particulier on sait que les gaines d'aluminium recouvrant le combustible nucléaire se dissolvent lentement dans les eaux de refroidissement qui sont retournées directement à la rivière. Or le scandium qui se trouve à l'état de traces dans l'aluminium est transformé en scandium radioactif par activation neutronique et passe en solution en même temps que l'aluminium. Il est intéressant de constater que ces rejets, si minimes soient-ils, peuvent être maintenant suivis à la trace sur des distances de plusieurs centaines de kilomètres. Un certain nombre d'autres caractéristiques des bassins versants ou des cours d'eau à l'étude ont pu être mises en évidence et montrent également la puissance de la technique d'échantillonnage. Entre autres, nous notons que la plus faible teneur de Cs-137 est observée dans le bassin de la rivière Chaudière alors que dans le bassin du St-Maurice les teneurs de Ru-106 et de Sb-125 sont plus élevées que partout ailleurs. Ces trois radioisotopes étant des produits de fission issus d'essais nucléaires en atmosphère, on devrait s'attendre à ce que leur retombée se fasse de façon à peu près uniforme sur nos régions. Ces toutes premières observations sur la radioactivité dans les cours d'eau permettraient-elles de mieux comprendre la question complexe du transport des solides? Difficile à dire pour l'instant mais les fluctuations observées seraient attribuables, nous semble-



Un des décanteurs dynamiques qui fait partie des installations de l'usine de traitement d'eau de la ville de Ste-Foy, Qué. Lors de la décantation dans ces bassins, l'hydroxyde d'aluminium entraîne la matière en suspension et forme la boue d'alun qui servira à la mesure de la radioactivité contenue dans l'eau brute.

RIVIERE CHAUDIERE

SITE D'ECHANTILLONNAGE : CHARNY
 DATE DU PRELEVEMENT : 11.1.79
 DATE DU COMPTAGE : 27.1.79
 TEMPS DE COMPTAGE : $5,2 \times 10^5$ SEC
 POIDS DE BOUE SECHE : 73 G

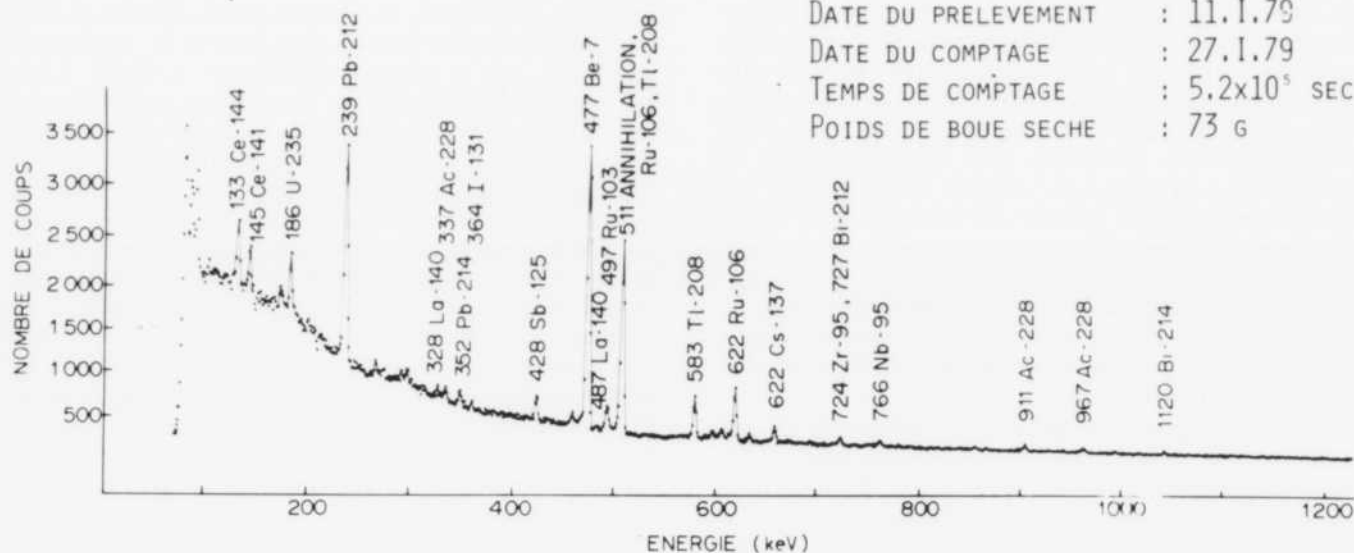


Figure 4 - Le spectre gamma d'un échantillon de boue d'alun prélevée au mois de janvier 1979 à Charny fait voir parmi les radioisotopes observés le cérium-141, le lanthane-140, le ruthénium-103 et le niobium-95 provenant du 21e essai nucléaire chinois. On observe également certains radioisotopes naturels comme l'uranium-235, le plomb-212, et les isotopes 212 et 214 du bismuth.

t-il, à des mécanismes de rétention et de transport différents d'un cours d'eau à l'autre, mécanismes reliés à la qualité de la matière en suspension, à l'étendue du bassin hydrologique, à son débit et à la présence ou non d'ouvrages de régularisation des eaux. En considérant cette fois l'activité naturelle (U-235, Th-228, Ra-228 et Ra-226) il est intéressant de noter que les sites de Pierrefonds et de Pointe-Claire dans la région de Montréal sont nettement caractéristiques de la rivière des Outaouais alors que les eaux qui coulent à St-Lambert sur la rive sud du St-Laurent présentent un intérêt particulier en ce sens qu'elles sont typiques des eaux du chenal principal du fleuve et de sa source, les Grands Lacs. [12] Quant au profil « radioactivité » observé à Ste-Foy, il donne une image assez réaliste de l'alimentation de l'estuaire du fleuve.

Un autre aspect de la question qui préoccupe le spécialiste des problèmes d'environnement et qui pourrait être mis en évidence à partir des données auxquelles donne accès la technique d'échantillonnage et la mesure de la radioactivité tel que nous le proposons, c'est l'influence de certains paramètres variables et incontrôlables tels la température, la présence du couvert de glace en hiver, le débit du cours d'eau et la qualité tout comme la quantité de la matière solide véhiculée par le cours d'eau : sur la distribution et le transport des radioisotopes dans l'espace et dans le temps. Nous n'en sommes encore une fois qu'à noter des tendances mais il semble que l'hiver serait probablement la saison la plus propice pour l'obtention de résultats les plus faciles à interpréter en ce sens, puisque c'est là une saison d'accalmie pour les cours d'eau étant donné que l'érosion est à son minimum et qu'il n'y a à peu près pas de remise en suspension des sédiments due à l'agitation excessive en période de vent ou d'intempérie. Cette remise en suspension de vieux sédiments perturbe l'équilibre du transport des particules solides récemment injectées en les diluant dans une masse solide plus importante ou encore en réintroduisant des ra-

dioisotopes âgés dans le circuit. C'est d'ailleurs en hiver que l'on a pu observer à Hull une activité maximale due aux produits radioactifs provenant de la centrale nucléaire de Chalk River. Une autre tendance qui se dégage de l'ensemble des données est celle qui montre que les radioisotopes issus de retombées atmosphériques semblent mieux retenus par le floc d'alun que ne le sont les radionucléides produits dans le milieu même, comme le sont les produits radioactifs rejetés avec les eaux de refroidissement des installations nucléaires. Les premiers étant fort probablement déjà associés à des particules solides lorsqu'ils retombent dans les eaux de surface alors que les autres, selon toute vraisemblance, demeurent un certain temps sous des formes plus solubles et peuvent ainsi échapper en partie à l'action de rétention de l'alun.

Essais nucléaires en atmosphère

Un avantage qui s'est révélé des plus intéressants et que permet cet inventaire radiochimique périodique, c'est l'observation d'événements nucléaires tels que des essais d'armes atomiques en atmosphère. Chacun de ces essais, par exemple ceux effectués par la République Populaire de Chine, si faibles soient-ils, se manifeste par l'apparition quelques jours plus tard d'une augmentation notable de produits de fission caractéristiques tels que le Ba-140, le Ce-141 et le Ru-103. À ce sujet, il peut être intéressant de noter par exemple que le 21^e essai chinois, qui a été réalisé le 14 décembre 1978, n'a pu être détecté par les organismes nationaux de surveillance [13] vu la faible intensité de la bombe étudiée que l'on évalue à moins de 20 kilotonnes de TNT. Par ailleurs une technique aussi sensible que celle que nous préconisons nous a permis d'observer aisément les retombées suite à cet essai. L'observation a pu être faite dans les eaux du St-Laurent tout aussi bien que dans les eaux de la rivière Chaudière dont la superficie du bassin versant est tout de même restreinte avec ses 6 000 km² et d'aucune façon relié aux rejets

de réacteurs nucléaires canadiens. La fig. 4 donne un aperçu de la qualité du spectre qui a permis de mettre en évidence les retombées dues à cet essai nucléaire et où l'on observe les pics à 145, 328, 487 et 497 keV qui témoignent justement de la présence de Ba-140, de Ce-141, du Ru-103 et de La-140. La comparaison des données obtenues par mesure de la radioactivité contenue dans les boues d'alun recueillies depuis plus de deux ans nous permet même d'établir que les retombées suite aux essais chinois de septembre 1977, de mars 1978 et de décembre 1978 sont dans le rapport 1.5:1:0.1. Il nous a également été possible d'étudier l'impact d'événements majeurs comme cet essai d'une bombe H effectué par la République Populaire de Chine, le 17 novembre 1976 et dont l'intensité est évaluée à 4 000 kt. Les empreintes caractéristiques que laissent cette fois de tels essais nucléaires sont entre autres des produits d'activation qui se forment à la suite de réactions nucléaires entre les matériaux de l'enveloppe de la bombe elle-même et les neutrons rapides libérés dans les tous premiers instants qui suivent l'explosion thermonucléaire. Le spectre gamma (fig. 5) des boues d'alun provenant de l'usine de filtration des eaux de la municipalité de Québec située sur les rives de la rivière St-Charles, dont le bassin de drainage est seulement de 357 km², témoigne toujours de cet essai nucléaire même après deux ans. Les radioisotopes qui ont servi de guides ou d'indicateurs dans cette étude particulière sont le Mn-54, le Co-58, le Co-60 et le Zn-65. La comparaison des données a permis d'estimer que la composition de l'enveloppe de la bombe était un acier à forte teneur en nickel. La proportion relative de chacun des produits d'activation permet de plus d'évaluer qu'ils ont été produits par interaction avec des neutrons d'une énergie de 14 MeV, ce qui est en accord avec ce type de bombe.[14]

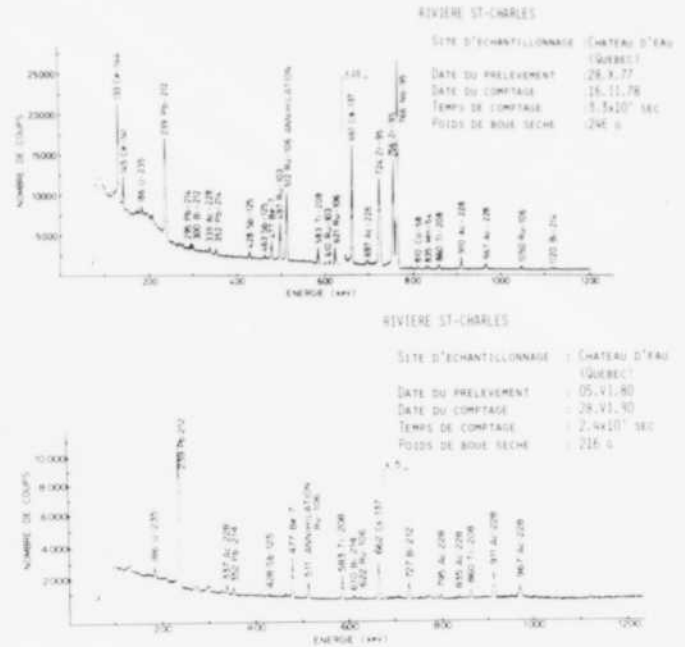


Figure 5 - Les spectres gamma d'échantillons de boue d'alun prélevés à l'usine d'épuration d'eau de la ville de Québec en septembre 1977 et en juin 1980 montrent l'évolution dans le temps de quelques radioisotopes issus de l'essai thermonucléaire réalisé par la Chine le 17 novembre 1977. Ces radioisotopes caractéristiques sont ceux du cobalt, du manganèse et du zinc. On y observe également le profil de la radioactivité naturelle de la rivière St-Charles de même que l'accumulation de quelques radioisotopes plus persistants comme par exemple le cérium-144, le ruthénium-106 et le césium-137 qui ont été produits lors des essais d'armes atomiques antérieurs.

Le 16 octobre 1980 la République Populaire de Chine procédait à son 22e essai nucléaire atmosphérique.

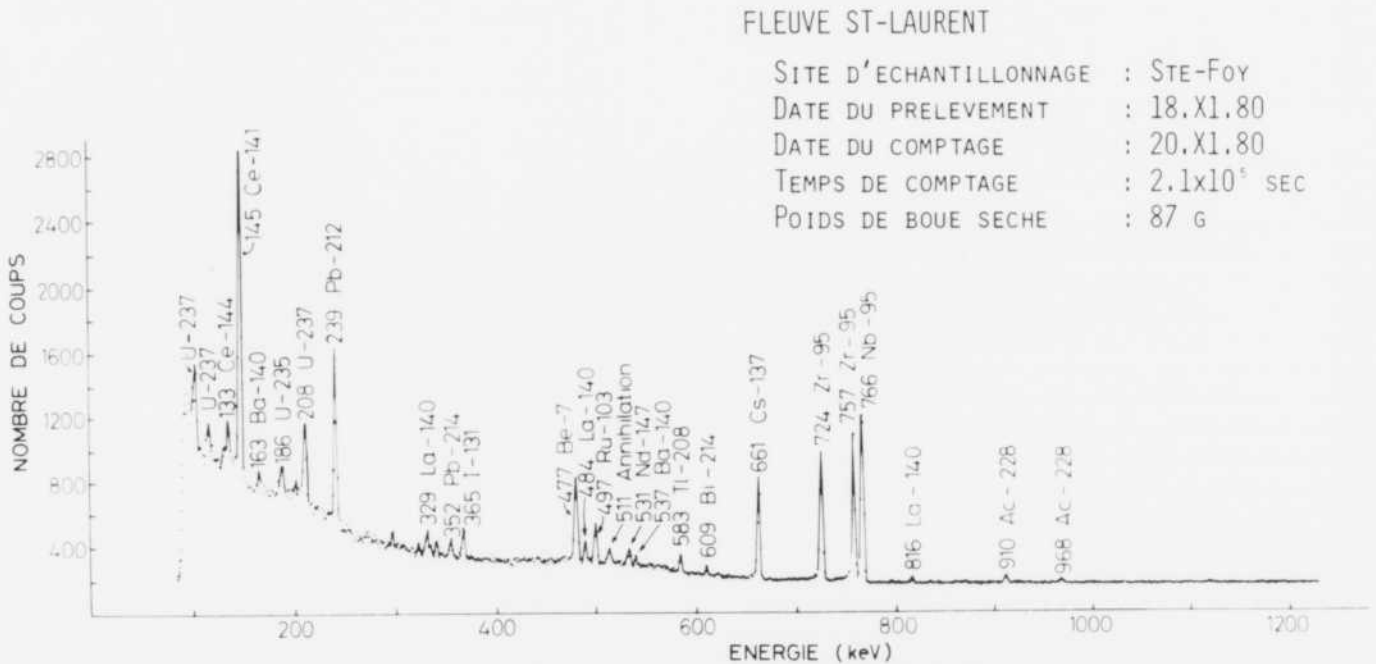


Figure 6 - Les spectres gamma d'échantillons prélevés dans le fleuve St-Laurent et dans la rivière Chaudière quelques semaines après le 22e essai nucléaire chinois montrent sans équivoque la présence de nouvelles retombées radioactives. On y observe en effet le cérium-141, l'iode-131, le ruthénium-103, le zirconium-95, le niobium-95 et surtout on y observe la présence d'uranium-237; un produit de fission caractéristique d'explosions nucléaires et dont la période de demie-vie n'est que de sept jours.

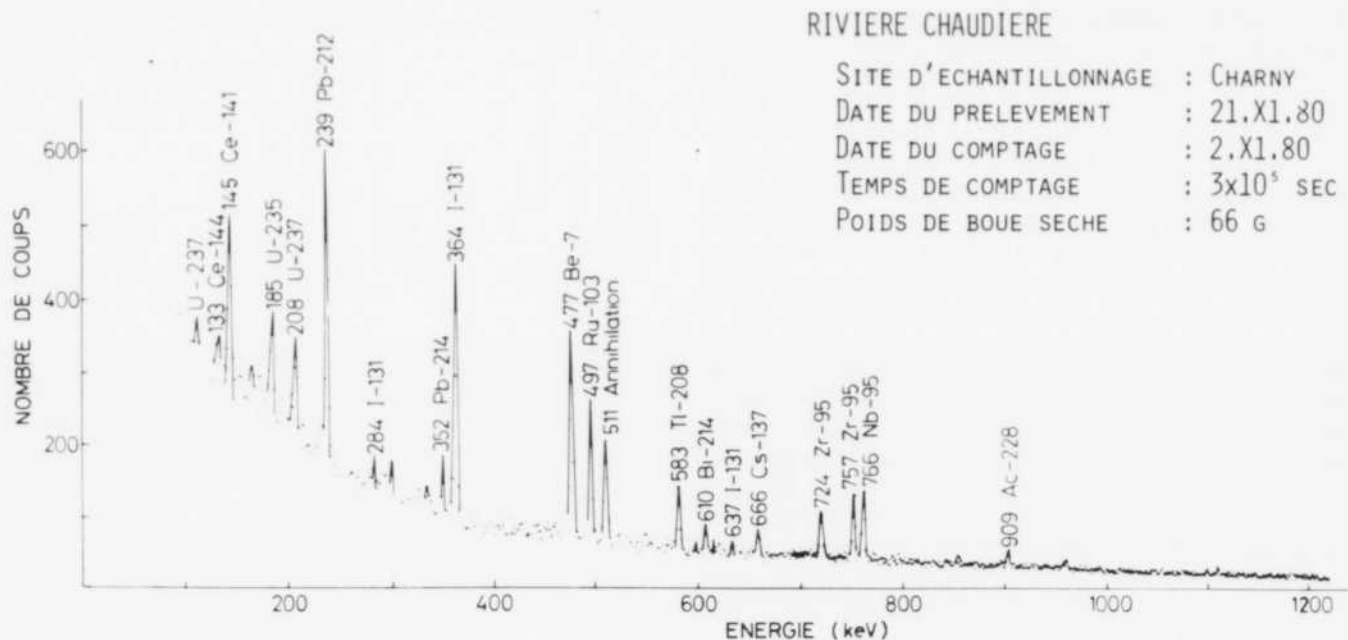


Figure 7 — Échantillon prélevé dans la rivière Chaudière (voir figure 6).

Cette fois encore les organismes de surveillance américains n'ont pu suivre que la trajectoire approximative du nuage radioactif et il semble qu'aucune mesure en sol canadien n'ait donné d'informations concernant ces nouvelles retombées radioactives. Par contre les données que nous avons recueillies montrent clairement (fig. 6-7) la présence de produits de fission récents issus vraisemblablement de ce dernier essai nucléaire. Ces données nous permettent également d'affirmer que la trajectoire du nuage radioactif se situait beaucoup plus au nord que l'on a bien voulu le croire puisque les radioisotopes caractéristiques ont été observés dans tous les bassins versants que nous surveillons, notamment celui de la rivière St-Maurice qui s'étend bien au nord du fleuve St-Laurent.

Conclusion

L'échantillonnage des boues d'alun provenant des usines municipales d'épuration d'eau s'avère donc une méthode très sensible et très efficace pour l'observation des radioisotopes présents dans les eaux de surface à l'état d'ultra traces. Les données auxquelles cette technique donne accès permettent non seulement d'inventorier la radioactivité naturelle dans les cours d'eau mais elle permet aussi l'observation de retombées radioactives ou de rejets industriels très longtemps après leur introduction dans le milieu. L'analyse des corrélations entre la présence de radioisotopes, leur teneur et certains paramètres comme le débit d'un cours d'eau ou la concentration de matière en suspension permet de spéculer sur les mécanismes de transport des solides dans les cours d'eau. Par ailleurs, il est intéressant de pouvoir démontrer une fois de plus que l'excellente capacité de rétention que possède l'hydroxyde d'aluminium vis-à-vis à peu près toutes les espèces chimiques à l'état de traces en fait probablement un des meilleurs matériaux pour la fixation et la concentration des polluants dans les cours d'eau.

RÉFÉRENCES

- WOOD R. and BURDEN B.A. ; *Accumulation of radionuclides in water works filter bed material*. Nature (1967) 637-38.
- DOSHI G.R. and SASTRY V.N. ; *Hydrous titanium oxide as a concentrator for trace nuclides in seawater*. Ind. J. Chem. 15 (1977) 904-906.
- YAMAGATA N. and IWASHIMA K. ; *Monitoring of seawater for important released by nuclear reactors*. Nature 200 (1963) 52.
- DURHAM R.W. and JOSHI S.R. ; 15th Canadian Symposium on Water Pollution Research, Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario, Feb. 21, 1980.
- Ralph Stone and Co. Inc. (U.S. Department of commerce, National Technical Information Service — PB-258-271 Springfield, Va. 22161) ; *Treatment effectiveness for the removal of selected contaminants from drinking water*. Final report (1975).
- WEBBER Jr. W.J. ; *Physico chemical progress for water quality control*. Wiley Interscience, New-York (1972).
- ROY, J.C., BARBEAU C., CÔTÉ J.E. et TURCOTTE J. ; *A very sensitive sampling method for the measurement of radioactivity in waters from various sources*. Nucl. Instrum. Methods 160 (1979) 187-91.
- OVERMAN R.T. and CLARK H.M. ; *Radioisotopes techniques*. McGraw Hill, New York (1966).
- STROHAL P., MOLNAR K. and BACIC I. ; *Preconcentration of trace elements by aluminium hydroxide*. Mikrochim. Acta (1972) 586-90.
- VERRETTE J.L., AUBERT F. ; *Diffusion des affluents dans le fleuve St-Laurent*. Les cahiers de Centreau, Université Laval, vol. II, 5 (1977).
- CENTREAU, 1974. *Étude du fleuve St-Laurent-Tronçon Varennes-Montmagny, Aspects physiques et sédimentologiques*. Rapport général et annexes A et B, mars 1974.
- Great Lakes Water Quality Fifth Annual Report, Appendix D, Annual report of the Radioactivity Subcommittee to the Implementation Committee of the Great Lakes Water Quality Board, July 1977.
- Environmental Radioactivity in Canada, July-December 1978. Environmental Health Directorate Series 1979-EHD-38 Department of National Health and Welfare, Ottawa, Canada, 1979.
- United States Atomic Energy Commission ; HASL Procédures manual. Report HASL-300, 1972.

Maintenant disponible avec extrémités à braser

L'économie ne nous est pas étrangère



avec le nouveau
modèle compact de
**ROBINET À BILLE
EN BRONZE**

**...du tout-canadien
de qualité Jenkins**

Ce nouveau robinet avec extrémités à braser offre les mêmes qualités que le modèle à extrémités taraudées. Et les économies que vous réalisez sont tout aussi intéressantes. Vendue à un prix concurrentiel par rapport à l'importation, cette valve porte en outre la garantie de solidité, de fiabilité et de qualité des produits manufacturés au Canada par Jenkins.

JENKINS

Le spécialiste en valves



*Fig. 33 Extrémités taraudées
Fig. 34 Extrémités à braser
Grandeurs: 1/2" à 2"; 400 lb/po²,
huile, eau et gaz sans choc;
150 lb/po², vapeur saturée
(extrémités taraudées seulement);
sièges en TFE renforcés de verre.*

LES **SERVICES TECHNIQUES RMB** LTÉE



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



Laboratoire d'essais de béton certifié par

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

- **CONTRÔLE DES MATÉRIAUX**
- **ÉTUDES GÉOTECHNIQUES**
- **ANALYSES CHIMIQUES**

Tél.: 336-5650



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

fondée en 1928



Lalonde
Girouard
Letendre
& Associés Ltée

1400 rue Sauvé O., suite 214
Montréal, Québec
Canada H4N 1C5
Tél. : (514) 337-1030
Télex 05-825571

**Ingénierie,
études techniques
et gérance de projets**

**CLINIQUE DE MÉDECINE DU TRAVAIL
DE MONTRÉAL**

EXPERTS CONSULTANTS EN SANTÉ AU TRAVAIL

Tous genres d'expertises et d'exams médicaux

Consultation pour élaboration de programmes
de santé

Spécialistes en santé publique, médecine préventive
et toxicomanies

235 est, boul. Dorchester
Montréal, Québec H2X 1N8 tél. (514) 871-1386



QUÉFORMAT LTÉE

591 LE BRETON
LONGUEUIL, P.Q.
J4G 1R9
674-4901

FORAGES
ETUDES GÉOTECHNIQUES
CONTRÔLE DES MATÉRIAUX



mon-ter-val Inc.

société d'expertises

Géotechnique

Géologie

Mécanique des Roches

Contrôle des matériaux

Hydrogéologie

1470 rue mazurette, montréal, qué. H4N 1H2
442 ave Centrale, Val d'Or, Qué. J9P 1P5

Tél. (514) 382-5110
Tél. (819) 824-6894



**LUPIEN, ROSENBERG, JOURNEAUX
& ASSOCIÉS INC.**

études de sols et matériaux

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

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



**COMPAGNIE NATIONALE
DE FORAGE ET SONDAGE INC.**
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE
MONTRÉAL H3A 2R5
TÉL. : (514) 288-1177

Études géotechniques, géologiques, sismiques
Sondages et forages
Contrôle qualitatif : sols, béton, asphalte, métaux
Laboratoires : eaux, sols, matériaux
Assurance qualité, métallurgie, corrosion

Fondée en 1937

LE SECTEUR INDUSTRIEL QUÉBÉCOIS ET LA TECHNOLOGIE

Raymond Primeau, B.A., B.Sc.A., LL.L., D.B.A., D.E.S.*

Résumé

L'accélération du développement technologique et la concurrence accrue en provenance des pays du Tiers-Monde sont en voie de modifier en profondeur l'économie des pays industrialisés qui entrent rapidement dans l'ère post-industrielle. Les nouvelles industries de pointe seront surtout centrées sur l'électronique, l'informatique et le traitement de l'information. Cet article fait ressortir les caractéristiques technologiques des diverses catégories d'entreprises du secteur industriel québécois ainsi que leurs forces, leurs faiblesses et leur évolution prévisible au cours des prochaines années. La restructuration industrielle du Québec doit être accélérée et une politique technologique appropriée adoptée pour assurer l'évolution rationnelle de l'économie québécoise.

Introduction

La base de la structure industrielle du Québec remonte à la fin du 19^e siècle et au commencement du 20^e. En effet, dès le début de la Confédération, le Canada adopte une politique économique propice à assurer l'industrialisation rapide des provinces du pays. Grâce à une protection tarifaire efficace, les principales industries qui s'établissent au Québec sont le bois, les textiles, la chaussure et l'équipement ferroviaire. Aussi la production manufacturière entre les années 1900 et 1910 s'accroît-elle au Québec de 76%. [1]

*

M. Raymond Primeau, B.A., B.Sc.A., LL.L., D.B.A., D.E.S., a fait carrière dans le secteur de la finance et occupa les fonctions de vice-président du conseil d'administration et directeur général de la Banque Provinciale du Canada de 1967 à 1974. Depuis 1975, il est professeur agrégé au département de génie industriel de l'École Polytechnique. En plus de participer activement à de nombreux organismes socio-économiques, il a contribué à plusieurs publications et a présenté plusieurs conférences dans le domaine des affaires et de la banque. M. Primeau s'est vu décerner l'Attestation de Reconnaissance de l'École Polytechnique ainsi que la médaille d'argent de l'Université de Sherbrooke à l'occasion du 25^e anniversaire de sa fondation.

La reprise de la fin des années 30, la deuxième grande guerre mondiale et l'après-guerre expansionniste ont favorisé une diversification de l'industrie québécoise. Grâce à l'exploitation de nos ressources naturelles, l'industrie minière et celle des pâtes et papier ont alors progressé rapidement. Puis de nouvelles industries lourdes ont vu le jour dont l'aluminium, l'aéronautique et la transformation des métaux non ferreux. Durant les dernières décennies, le secteur tertiaire qui groupe tout le domaine des services a explosé à un rythme tel que notre société, à l'exemple de l'évolution survenue en Amérique du Nord, passait rapidement de la période industrielle à l'ère post-industrielle.

Avec le concours d'équipes de recherche de l'American Academy of Arts et de l'Hudson Institute, Herman Kahn et Anthony J. Wiener ont décrit cette société post-industrielle. Elle se définit par des revenus 50 fois supérieurs par personne à ceux de l'ère pré-industrielle, puis par des activités économiques le plus souvent tertiaires, et même quaternaires, axées sur les services, plutôt que secondaires axées sur la production. Cette société post-industrielle est aussi caractérisée par une technologie moderne de pointe où dominent l'électronique, les calculateurs, l'automatisation, la cybernétique et le traitement de l'information. [2] La situation de l'emploi dans le tertiaire au Québec semble confirmer l'évolution rapide de la société économique québécoise dans cette direction : en 1946, le tertiaire représentait 40,8% de l'emploi total tandis qu'en 1978, il accaparait déjà 67,1% de l'ensemble des emplois disponibles. [1]

À l'aube des années 80, le Québec n'a pas encore réalisé une restructuration et une consolidation de son secteur manufacturier traditionnel et l'entreprise québécoise est devenue plus vulnérable que jamais. En

effet, la concurrence des pays en développement les plus avancés tels que Taïwan, la Corée du Sud, Hong-Kong, Singapour et plusieurs autres, nuit tout particulièrement à nos industries du secteur mou. Ces pays ont acquis rapidement la technologie nécessaire et leurs coûts de production sont très inférieurs aux nôtres, surtout en ce qui concerne la rémunération du travail. Et cette situation prévaut alors que le Québec doit entreprendre une nouvelle poussée technologique qui modifiera en profondeur sa structure industrielle et impliquera des coûts substantiels. Alvin Toffler, l'auteur du Choc du Futur, le mentionne d'une façon très claire dans son volume l'Eco-Spasme : « Nous assistons à une crise générale de l'industrialisme (...) Ce qui arrive, c'est ni plus ni moins que l'effondrement de la civilisation industrielle sur la planète et la première percée, l'ébauche d'un ordre social totalement nouveau et radicalement différent : une civilisation super-industrielle qui sera technologique et non plus industrielle ».[3]

Cet article analyse la situation actuelle du Québec au plan technologique. Les principaux acteurs du secteur industriel québécois sont constitués par les grandes entreprises nationales et les sociétés multinationales d'une part, les petites et moyennes entreprises (les PME) d'autre part, et enfin les sociétés publiques québécoises. Il conviendra de faire ressortir les caractéristiques technologiques de chacune de ces catégories d'entreprises, leurs forces et leurs faiblesses, non seulement au plan de la vie même de ces entreprises, mais également dans l'optique de l'intérêt général de la société. Car le Québec devra se doter, dans un avenir prochain, d'une politique dynamique de renouveau industriel et d'une politique appropriée de développement technologique. Les principaux acteurs en seront évidemment les entreprises privées et publiques puisque nous avons l'avantage de vivre dans un environnement de liberté et d'économie mixte. Mais au préalable, il importe de produire certaines statistiques afin de bien situer l'économie québécoise, et en particulier le sec-

TABLEAU I

SECTEUR MANUFACTURIER DU QUÉBEC												
ÉVOLUTION D'APRÈS LA TAILLE DE L'ENTREPRISE												
Entreprises	1963				1973				1977			
	Établissements No	Établissements %	Main- d'œuvre %	Chiffres d'affaires %	Établissements No	Établissements %	Main- d'œuvre %	Chiffre d'affaires No	Établissements %	Établissements %	Main- d'œuvre %	Chiffre d'affaires %
Artisanales	4.041	36.8	1.2	1.7	2.864	28.8	0.9	1.1	1.912	22.6	0.9	0.8
PME	6.521	59.4	48.5	40.3	6.556	65.9	49.5	42.3	6.093	71.9	50.8	40.9
Grandes et très grandes	<u>418</u>	<u>3.8</u>	<u>50.3</u>	<u>58.0</u>	<u>527</u>	<u>5.3</u>	<u>49.6</u>	<u>56.6</u>	<u>470</u>	<u>5.5</u>	<u>48.3</u>	<u>58.3</u>
	<u>10.980</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>9.947</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>8.475</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>

TABLEAU II

SECTEUR MANUFACTURIER DE L'ONTARIO												
ÉVOLUTION D'APRÈS LA TAILLE DE L'ENTREPRISE												
Entreprises	1963				1973				1977			
	Établissements No	Établissements %	Main- d'œuvre %	Chiffre d'affaires %	Établissements No	Établissements %	Main- d'œuvre %	Chiffre d'affaires %	Établissements No	Établissements %	Main- d'œuvre %	Chiffre d'affaires %
Artisanales	3,908	31.3	0.7	0.8	3,261	26.3	0.7	0.6	2,428	21.3	0.7	0.5
PME	7,923	63.4	41.1	35.6	8,272	66.7	39.1	26.5	8,194	71.8	41.7	32.0
Grandes et très grandes	<u>658</u>	<u>5.3</u>	<u>58.2</u>	<u>63.6</u>	<u>864</u>	<u>7.0</u>	<u>60.2</u>	<u>72.9</u>	<u>792</u>	<u>6.9</u>	<u>57.6</u>	<u>67.5</u>
Total	<u>12.489</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>12.397</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>11.414</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>

teur manufacturier, dans le contexte canadien (voir les tableaux I et II).

Ces statistiques proviennent du Ministère de l'Industrie, du Commerce et du Tourisme du Québec. Si l'on étudie de près ces statistiques ainsi que les chiffres absolus qui ne sont pas indiqués dans les tableaux qui suivent, on constate qu'entre 1963 et 1977 (voir tableau I et II) :

- 1) Le nombre total d'établissements a baissé de 23% au Québec et seulement de 8.6% en Ontario.
- 2) Le nombre d'établissements chez les PME a diminué de 6.6% au Québec et augmenté de 3.4% en Ontario.
- 3) Le nombre d'établissements dans la grande entreprise a progressé de 12.4% au Québec et de 20.4% en Ontario.
- 4) La main-d'œuvre s'est accrue de 12% au Québec et de 27% en Ontario, ce qui indique que dans le secteur manufacturier le déficit du Québec entre 1963 et 1977 est passé de 150.000 à tout près de 240.000 travailleurs en faveur de l'Ontario.
- 5) La valeur des expéditions en provenance du secteur manufacturier a augmenté de 246% au Québec et de 290% en Ontario, alors que la différence en faveur de l'Ontario passait de \$6,2 à \$27,6 milliards.

Et selon les données du tableau III, on peut se rendre compte de l'évolution de l'économie québécoise au sein du Canada.

Comme l'économie du Québec et celle de l'Ontario forment le cœur industriel du Canada, aussi n'est-il pas surprenant que le profil conjectural du Québec suive assez fidèlement celui de l'Ontario. D'autre part, quoique la répartition sectorielle québécoise soit différente de celle de l'Ontario, l'économie du Québec a toujours démontré du retard par rapport à celle de l'Ontario. Ainsi de 1949 à 1977, la part de la valeur de la production du Québec a baissé de 25% du total du Canada à 23.4%. [1] Aussi est-il urgent que le Québec adopte une politique de redéploiement industriel et de promotion technologique afin que la province s'implante adéquatement dans l'ère post ou super-industrielle. Alors quelle est la situation présente du secteur industriel québécois au plan technologique ?

La grande entreprise et les multinationales

C'est par le biais de la grande entreprise nationale et étrangère que la technologie et le « know how » dans un grand nombre d'entreprises du secteur industriel ont pénétré au Québec. La grande entreprise, et en particulier plusieurs multinationales, ont servi de canal pour le transfert de la technologie et l'utilisation des techniques au Québec. Ainsi en est-il du complexe de raffinage de pétrole le plus important du pays établi à Montréal-Est, de l'industrie chimique à Varennes, de l'aluminerie dans le Saguenay et sur la Côte Nord, de l'industrie des télécommunications et de l'avionnerie à Montréal, etc. On pourrait également mentionner plusieurs implantations individuelles, comme par exemple la fabrication d'automobiles par General Motors à Ste-

TABLEAU III

TAUX ANNUEL DE CROISSANCE DE CERTAINS INDICATEURS PRICIPAUX*		
		1946-77
Produit national brut	Québec	9.6
	Ontario	10.3
	Canada	10.3
Population	Québec	1.8
	Ontario	2.3
	Canada	2.0
Emploi	Québec	2.3
	Ontario	2.9
	Canada	2.6
Revenu personnel disponible	Québec	9.7
	Ontario	10.0
	Canada	10.0
Investissement total	Québec	10.1
	Ontario	9.5
	Canada	10.3

*Source : *L'Économie du Québec* par P. Fréchette, R. Jourd'et-Bernadat et J.P. Vézina, [1].

Thérèse, les usines reliées au domaine de l'ordinateur de IBM à Bromont et de Control Data à Québec.

Il n'est pas surprenant que les divers gouvernements de la province de Québec aient suivi une politique d'ouverture au capital étranger. Au contraire l'Ontario, dont l'économie avait atteint un stage d'industrialisation plus avancée, s'est fait le promoteur depuis au moins deux décennies d'une politique de nationalisme économique dans le but de limiter la pénétration de nouveaux capitaux étrangers. La position des gouvernements québécois était fort logique : il fallait assurer une croissance accélérée pour une population plus nombreuse, plus instruite et mieux préparée et qui, de plus, pénétrait sur le marché du travail alors que le chômage au Québec dépassait la moyenne canadienne. Dans un tel contexte, les investissements réalisés au Québec par les grandes entreprises nationales et les sociétés multinationales, surtout en provenance des États-Unis, étaient favorisés et jouaient un rôle d'entraînement primordial.

Quels sont donc les facteurs qui expliquent cette prédominance des grandes entreprises dans le domaine technologique ? Le premier est, sans contredit, la puissance financière. Par suite d'une conjoncture économique mondiale des plus favorables depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, les grandes entreprises, et surtout les multinationales, ont réalisé une expansion remarquable de leurs affaires et ont acquis

une puissance financière telle que le chiffre d'affaires total de plusieurs d'entre elles dépasse même le produit national brut de plusieurs pays. Charles Levinson dans son volume : « L'inflation mondiale et les firmes multinationales » a colligé pour l'année 1969, d'après leur produit national brut ou leur chiffre d'affaires, les 100 plus importants pays et entreprises en dehors du monde communiste. Même si ces statistiques datent de 1969, il est intéressant de les citer : « Si l'on se base sur le volume de la production, on constate que sur les 100 pays et entreprises qui viennent en tête et qui ont un volume annuel dépassant 2 milliards de dollars américains, 54 sont des entreprises commerciales et seulement 46 sont des pays. Le chiffre d'affaires de la General Motors (plus de 24 milliards de dollars en 1969) fait de cette société la 15^e puissance économique du monde ; elle se classe donc tout juste après l'Espagne, la Suède et les Pays-Bas, mais avant la Belgique, l'Argentine et la Suisse »[4]

les sociétés multinationales disposent de budgets de recherche si importants qu'elles sont devenues les moteurs primordiaux des nouvelles découvertes technologiques

Un deuxième facteur de cet ascendant des grandes entreprises est tout simplement une conséquence de leur puissance financière. Leur expansion soutenue requiert des sommes imposantes pour augmenter leur capacité de production, moderniser leur équipement, mettre sur le marché des produits complexes ou tout simplement absorber des concurrents. Dans ce dernier cas, les offres publiques d'achat ont pris beaucoup d'ampleur depuis le milieu des années 70 aussi bien aux États-Unis d'Amérique qu'au Canada par suite de l'inflation persistante et des coûts accrus de construction. Ces opérations financières ont grandement accéléré et facilité l'extension horizontale et l'intégration verticale des grandes sociétés. Pour ces nombreux besoins d'expansion, les grandes entreprises et les multinationales d'une part obtiennent elles-mêmes une portion substantielle des sommes requises grâce à un « cash-flow » croissant, c'est-à-dire à même leurs profits et l'amortissement de leurs actifs matériels. D'autre part, elles ont accès très facilement à des sources extérieures de financement, en particulier aux prêts des banques commerciales et aux émissions d'actions et d'obligations sur les marchés financiers mondiaux.

La qualité de la direction est le troisième facteur. La grande société dispose d'équipes administratives compétentes et bien formées. Au cours des dernières décennies, le développement général de l'éducation dans les pays occidentaux, l'éclatement de la technologie et les nécessités de planification qui s'ensuivent, ont fait évoluer rapidement le système capitaliste traditionnel. Au sein des grandes entreprises, le pouvoir s'est déplacé rapidement du propriétaire du capital vers l'intelligence organisatrice, c'est-à-dire vers l'administrateur professionnel. Et plus l'entreprise croît, plus cette notion

d'administrateur s'élargit. Elle comprend aussi bien les principaux dirigeants que les chefs de services et de départements, les directeurs d'usines, les cadres intermédiaires et régionaux, les techniciens et les professionnels. Galbraith a qualifié de « technostructure » cette intelligence organisée qui réunit les informations, en vérifie les implications et qui a le pouvoir de décision au sein de la grande société.[5] Aussi ces technocrates démontrent-ils une capacité surprenante pour innover, assurer la croissance de leurs entreprises et se lancer à l'assaut des marchés étrangers.

Un quatrième facteur conditionne la prépondérance de la grande entreprise et des sociétés multinationales dans le domaine de l'utilisation des techniques et du transfert de la technologie. Elles disposent en effet de budgets de recherche si importants et de centres de recherche si bien équipés qu'elles sont devenues les moteurs primordiaux des nouvelles découvertes technologiques et de leur application pratique dans le monde industriel. Et comme la deuxième révolution industrielle, celle de l'électronique, de l'énergie nucléaire et de l'informatique a déjà acquis un tempo foudroyant, il demeure probable que la grande entreprise conservera une avance insurmontable dans le domaine technologique.

La grande société constitue donc un facteur d'entraînement exceptionnel pour le développement de l'économie. Prenons un exemple au Québec. Dans le domaine de l'industrie lourde, la société General Motors du Canada décidait, vers le milieu de la décennie 60, de diversifier la localisation de ses usines par l'établissement d'un complexe manufacturier à Ste-Thérèse dans la région de Montréal. À très court terme, l'industrie du caoutchouc, un satellite de l'automobile, ne disposant d'aucune installation manufacturière de pneus dans le Québec, décida de venir s'y établir pour satisfaire à la demande de l'usine d'automobiles. Cette implantation se fit par irradiation du pôle métropolitain de Montréal vers d'autres centres régionaux : la société Goodyear construisit une usine à Valleyfield et la société Firestone fit de même à Joliette.

Cependant, certains désavantages peuvent ressortir de cette force prépondérante que représente la grande entreprise dans le domaine technologique. Tout d'abord, la participation des cadres québécois, et particulièrement celle des francophones, est assez faible aux divers paliers administratifs, quoiqu'il y ait eu amélioration depuis un certain nombre d'années. Il en résulte peu de possibilités d'acquérir les connaissances techniques et administratives facilitant la transmission de l'innovation.

De plus, les investissements étrangers ne procurent pas les mêmes effets d'entraînement chez nous que dans les autres pays industrialisés, à cause des facteurs socio-culturels prévalant au Québec. Ces grandes entreprises entretiennent des relations d'affaires principalement avec l'extérieur, par exemple pour l'achat de fournitures, les opérations financières, les contrats de sous-traitance et de publicité. Il en résulte que la nature et la structure des sociétés multinationales ne les induisent pas à faire beaucoup de recherche au Québec. Elles importent plutôt la technologie pour satisfaire leurs besoins locaux.

Aussi, à cause de leur pouvoir financier et de leur agressivité administrative, ces grandes entreprises sont placées dans une position favorable pour acquérir des sociétés autochtones florissantes. L'on peut mentionner dans le domaine d'avenir de l'informatique, l'achat par une firme américaine de la société Drummond Business Forms de Drummondville. Un autre exemple dans l'industrie lourde : l'achat par la société américaine Blue Bird Body Company de l'usine d'assemblage d'autobus J.H. Corbeil Ltée de St-Lin des Laurentides.

Les centres de décision de la grande entreprise sont souvent situés hors du Québec, impliquant parfois que les meilleurs intérêts de la société québécoise ne sont pas toujours pris en considération. Voilà pourquoi un fort courant de nationalisme économique s'est développé au pays sous l'impulsion de l'Ontario tout spécialement. Le gouvernement du Canada a donc décidé d'établir l'Agence d'examen de l'investissement étranger qui doit donner son approbation avant qu'une entreprise canadienne ne passe entre les mains d'intérêts étrangers. Et le critère-clé consiste à déterminer si cet achat protège vraiment les intérêts canadiens.

Quelle évolution peut-on prévoir de la part de la grande entreprise dans l'optique des intérêts technologiques du Québec ? La stabilité politique constitue l'un des éléments de premier plan qui conditionnent les implantations industrielles par la grande entreprise. Il y a à peine quelques années, la très forte résistance américaine à la nationalisation de l'industrie de la potasse en Saskatchewan offre un exemple récent de ce phénomène.

À tort ou à raison, la grande entreprise semble devenue nerveuse à la suite de l'évolution du Québec depuis une décennie ou plus. Il est bien évident que la société québécoise doit consolider son caractère francophone et assurer la survie et l'expansion de la civilisation française en terre canadienne. Beaucoup de doigts se révéleront toutefois nécessaires pour conserver et attirer la grande entreprise selon les critères qui nous seront favorables, car déjà certaines pertes ont été subies par le transfert de sièges sociaux de Montréal à Toronto. Dans le secteur industriel, on peut indiquer le départ de Texaco et de Canadian Aviation Electronics. Les développements politiques récents au Québec présentent cependant un aspect positif pour susciter l'intérêt de la grande entreprise.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, Montréal a perdu de son importance relative face à Toronto surtout dans le domaine de la finance, des banques et des assurances. La population du Toronto métropolitain a maintenant dépassé celle du Montréal métropolitain, de sorte que l'on a commencé à parler des « deux métropoles du Canada ».

Une consolidation du rôle primordial de Montréal pour assurer la croissance de tout le Québec semble prévisible à moyen terme. En effet Montréal est, de loin, le principal pôle de développement de l'économie du Québec, le seul qui puisse rivaliser avec les grands centres nord-américains tels que Toronto, New York, Boston, Détroit, Chicago, Houston ou Los Angeles.

C'est donc principalement de Montréal que doit s'accroître la progression du Québec. Le développe-

ment technologique et l'esprit d'innovation y trouvent les infrastructures nécessaires à leur essor. L'interdépendance de la grande entreprise et de la grande ville est fortement établie. Les entreprises modernes et innovatrices puisent le plus grand nombre des éléments essentiels à leurs activités dans les grandes agglomérations urbaines et leur périphérie.

À cause de la versatilité des multinationales à l'échelle mondiale, l'on ne peut pas escompter un important revirement de leur politique de recherche. Il est donc prévisible que la recherche effectuée par la grande entreprise au Québec n'augmentera pas de façon sensible. On continuera d'appliquer ici la technologie développée le plus souvent dans les laboratoires et les bureaux d'affaires à l'étranger.

La participation accrue des francophones au sein de la grande entreprise est certainement une évolution qui favorisera le Québec au cours des prochaines années. Ceci résulte de l'emphase mise par notre société sur l'éducation scientifique et administrative.

Les PME

L'importance des PME dans notre économie ne saurait être minimisée pour l'équilibre et le bien-être de la société. D'ailleurs, les statistiques du tableau I indiquent que les PME du secteur manufacturier québécois comptaient, en 1977, 72% des établissements, 51% de la main-d'œuvre et 41% du chiffre d'affaires total. Il s'agit là d'un rôle essentiel.

Néanmoins, au plan de la technologie, il convient de ne pas oublier que les PME québécoises opèrent presque exclusivement dans le secteur manufacturier traditionnel : le meuble, la chaussure, la bonneterie, etc. Ces industries du secteur mou se caractérisent par une abondante main-d'œuvre, une technologie peu avancée, une productivité moins élevée et une demande peu dynamique.

Les PME québécoises ont peu percé dans les industries modernes qui fabriquent des produits de conception nouvelle et qui utilisent une technologie avancée. Leur rôle n'est donc pas significatif pour l'utilisation et le développement des techniques nouvelles. Cependant, elles présentent plusieurs caractéristiques favorables à leur intégration dans un monde économique de plus en plus dominé par une technologie en pleine expansion. L'on peut mentionner entre autres les points suivants :

- La structure administrative des PME est très souple, ce qui permet à la direction de réagir rapidement aux changements qui interviennent sur les marchés, et de s'adapter à des conditions mouvantes.
- Les PME présentent un environnement humain très favorable à la collaboration des cadres, facilitant ainsi l'épanouissement de l'esprit de créativité et la mise en marche de nouveaux projets.
- Les PME s'insèrent beaucoup mieux que la grande entreprise dans les milieux où elles opèrent ; elles peuvent ainsi pénétrer plus facilement les marchés locaux et régionaux.

Par ailleurs, plusieurs lacunes expliquent cette faible pénétration des PME dans les industries de pointe et

celles utilisant une technologie nouvelle. En conséquence, les PME au Québec ne constituent pas des courroies de transmission efficaces des techniques industrielles avancées. De façon générale, leur productivité est inférieure à celle des grandes entreprises. Elle n'atteindrait pas les deux-tiers de celle de la grande entreprise selon un document publié, il y a quelques années, par le Ministère de l'Industrie, du Commerce et du Tourisme (le MICT): « La problématique de la PME au Québec ». Si l'on se fie aux données de Statistiques Canada, la productivité des PME de l'Ontario surpassait d'environ 20% celle des PME du Québec en 1971. De plus, ces dernières effectuent peu de recherche et s'en remettent au Centre industriel de recherche du Québec pour le développement ou le perfectionnement de certains produits. Il s'ensuit donc peu d'esprit d'innovation de leur part, et elles ne lancent que très rarement de nouveaux produits sur le marché.

À cause de leur faible structure financière, nos PME disposent d'un accès fort limité au marché des capitaux, diminuant d'autant leur capacité de développement, d'innovation et d'expansion. Il en résulte une plus grande difficulté de planifier leurs activités, de juger de l'évolution du marché et de s'y adapter. De plus, les PME québécoises participent très peu à la sous-traitance auprès de la grande entreprise, limitant d'autant leur accès à la technologie des commanditaires. L'exemple de l'Ontario est assez révélateur dans le domaine de l'automobile. À la suite de la conclusion du pacte canado-américain de l'automobile il y a plusieurs années, toute une série de nouvelles entreprises ont vu le jour dans le sud-ouest de l'Ontario pour fournir une gamme élaborée de produits aux grands manufacturiers d'automobiles.

En conséquence de tous ces facteurs, l'accession des PME au stade de la grande entreprise est assez rare au Québec et l'esprit d'entrepreneur ne se développe pas chez nous à un rythme rapide. Cependant, il apparaît probable que ce rôle traditionnel de nos PME pourrait se modifier pendant les prochaines années, ce qui causerait un changement appréciable dans l'utilisation des techniques et le développement de la technologie dans notre communauté. Ceci pourrait résulter d'une part de l'action planifiée du MICT et d'autre part d'une plus grande accessibilité de capitaux pour favoriser leur croissance.

Dès les années 60, le gouvernement québécois a adopté une série de mesures, y compris subventions, octrois et organismes provinciaux, pour assister l'entreprise manufacturière face à la concurrence des autres provinces canadiennes et des états américains limitrophes. Depuis plusieurs années, les divers gouvernements québécois ont œuvré pour mettre sur pied un éventail de moyens qui, on peut l'espérer, produiront des résultats concrets pour la croissance de nos PME.

Mentionnons entre autres :

- le rôle accru de la Société pour le développement industriel, surtout auprès des firmes orientées vers l'exportation.
- l'établissement d'un réseau de bureaux dans les pays industrialisés afin de faciliter l'obtention de nouveaux débouchés pour les produits québécois.
- l'envoi de missions afin de prospecter de nouveaux

marchés et d'établir des liens avec des entrepreneurs étrangers.

- la politique du Centre industriel de recherche d'intensifier sa collaboration auprès des entreprises et de concentrer ses efforts sur les projets présentant des possibilités de réalisation industrielle immédiate.
- le programme d'assistance mis de l'avant par le MICT pour la formation des cadres des PME, y compris le financement de cours de management au Canada et à l'étranger.

Voilà une nomenclature, évidemment non exhaustive, d'une batterie de mesures pour aider nos PME et leur permettre d'accroître à moyen terme leur participation au monde de la technologie.

Mais un des handicaps majeurs qui a toujours limité sévèrement la croissance de nos PME, fut leur quasi-impossibilité de trouver le capital de risque nécessaire pour accroître et diversifier leur production. Cette situation défavorable est en voie d'être corrigée. Plusieurs initiatives des dernières années laissent entrevoir une amélioration en ce domaine. Tout d'abord, grâce à une nouvelle loi approuvée par l'Assemblée Nationale au milieu des années 70, plusieurs S.O.D.E.Q. ont été créées ou sont en voie de formation. Grâce aux avantages fiscaux en faveur des investisseurs dans ces sociétés, les S.O.D.E.Q. permettent d'amasser des capitaux pour aider les PME dans leurs projets d'expansion. En plus du secteur privé, les coopératives de crédit disposant de capitaux énormes, ont également formé des sociétés d'investissement dont les PME seront les premiers bénéficiaires. Le mouvement coopératif Desjardins et les Caisses d'entraide économique constituent de nouveaux acteurs dont l'impact se fera sentir de plus en plus au cours des prochaines années.

Les sociétés publiques québécoises

À la suite de l'évolution de la société moderne vers un plus haut niveau de vie et un objectif de plein emploi dans une croissance soutenue de l'économie, l'État joue un plus grand rôle dans la vie économique de tous les pays occidentaux. C'est ainsi que le gouvernement du Québec est intervenu dans plusieurs secteurs, étant peut-être le seul agent économique qui pouvait permettre aux québécois de s'y implanter. Il en va de même pour l'énergie, l'exploitation de richesses naturelles et certaines activités manufacturières. Plusieurs sociétés publiques provinciales bien connues ont été créées : Hydro-Québec, SOQUIP, SOQUEM, SID-BEC, REXFOR, SGF, SDBJ, et plusieurs autres.

En plus de jouer un rôle moteur significatif dans l'économie du Québec, les sociétés publiques provinciales exercent une influence prépondérante au plan de la technologie et de l'utilisation des techniques. C'est principalement par leur intermédiaire que les francophones ont pénétré le monde de la technique et de l'application pratique de la technologie. En plus de la grande entreprise, ces sociétés publiques ont aidé grandement à susciter cette infrastructure de cadres francophones nécessaires à l'expansion de l'économie par l'esprit d'innovation et la capacité de gestion.

Ces entreprises publiques disposent de capitaux substantiels permettant de les comparer aux grandes

entreprises du secteur privé. Elles peuvent donc utiliser les techniques les plus modernes et servir de courroies efficaces de transmission de la technologie dans le Québec. Par exemple, Hydro-Québec a accumulé une foule de connaissances et se trouve maintenant à la fine pointe du progrès pour la construction de centrales électriques et de lignes de transport de l'électricité.


Plusieurs d'entre elles sont devenues des facteurs importants de la recherche au Québec. Mentionnons, l'IREQ, ce centre de réputation internationale établi à Varennes par Hydro-Québec pour favoriser la recherche dans le domaine de l'électricité. De plus, certaines innovations de premier plan ont pris naissance dans ces entreprises publiques, comme les lignes de transmission 735 KVA d'Hydro Québec.

Et voilà que ces entreprises publiques ont commencé à exploiter leurs connaissances et utiliser leur technologie pour fonder de nouvelles entreprises industrielles. Comme réalisations déjà acquises, citons la création du Cégelec conjointement par la SGF et un partenaire français, la formation de la société Hydro-Québec International, ou encore le rôle essentiel joué par l'IREQ pour l'implantation au Québec de la compagnie suédoise ASEA.

Conclusion

En guise de conclusion, il est logique d'escompter une augmentation plus rapide de la productivité durant cette décennie des années 80. Même si l'amélioration du niveau de vie dans toute société est reliée, entre autres à l'augmentation de la productivité, cette dernière notion deviendra graduellement un sujet de plus grande préoccupation dans la plupart des pays occidentaux à la suite de la baisse notable de la natalité.

Si cette évolution démographique persiste au Québec, elle causera un problème sérieux au niveau de l'emploi pendant les années 80 et 90. Non seulement le chômage aura-t-il probablement été résorbé, mais nous serons peut-être en quête de travailleurs pour occuper de nombreux emplois au sein de notre collectivité.

Il en résultera une nécessité absolue de faire croître la productivité à un rythme plus rapide qu'actuellement par l'utilisation d'un personnel bien formé et compétent, ainsi que de machines et d'outillage plus perfectionnés. Logiquement, l'on peut déduire que notre société accordera une importance renouvelée à la recherche, à l'innovation et au progrès technologique. Il faudra devenir plus habiles et astucieux — nous n'aurons pas d'autre choix, la concurrence nous y forçant — pour accroître le potentiel de gestion de nos cadres à tous les niveaux. Nous pourrions de cette manière tirer le maximum de rendement des outils plus perfectionnés dont nous disposerons, et cela dans un monde en évolution plus rapide que jamais selon l'auteur de « La Troisième Vague ».[6] 

RÉFÉRENCES

1. P. FRÉCHETTE, R. JOUANDET-BERNADAT et J.P. VÉZINA — *L'économie du Québec*, 1ère édition en 1975 et 2e édition en 1979.
2. Herman KAHN et Anthony J. WIENER — *L'an 2000*, Édition Robert Laffont, 1968.
3. Alvin TOFFLER — *Eco-Spasm*, Éditions Denoël 1975.
4. Charles LEVINSON — *L'inflation mondiale et les firmes multinationales*, Éditions du Seuil, 1973.
5. J.K. GALBRAITH — *The New Industrial State*, Éditions Houghton Mifflin Co., 1967.
6. Alvin TOFFLER — *La troisième vague*, Éditions Denoël 1980.



**GÉOPHYSIQUE G. P. R.
INTERNATIONAL INC.**

EXPÉRIENCE MONDIALE EN GÉOPHYSIQUE

<ul style="list-style-type: none"> ● Reconnaissance et évaluation des sites ● Géologie de l'ingénieur et mécanique du roc ● Planification des sautages et contrôle de vibrations ● Étude pour des ouvrages anti-tremblement de terre 	<ul style="list-style-type: none"> ● Environnement et hydrogéologie ● Levés géophysiques marins ● Géophysique aéroportée ● Exploration minière et pétrolière
--	--

894 RUE FRONT, LONGUEUIL, P.Q., CANADA J4K 1Z7 (514) 679-2400 — TELEX 055-60495
VANCOUVER — CALGARY — MONTRÉAL — VAL D'OR — ST-JEAN, T.N.

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

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



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

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

LES PLASTIQUES / COURRIER

Si les plastiques possèdent de nombreux avantages, ils n'en présentent pas moins certains risques. Suite aux deux récentes livraisons de L'INGÉNIEUR sur les plastiques, un lecteur a attiré notre attention sur le danger d'incendie inhérent à l'utilisation de ce matériau.

De nos jours, l'industrie utilise de plus en plus les matériaux de plastique dans la construction. On reconnaît les avantages que présentent ces matériaux pour la durabilité, leur facilité d'adaptation, leur résistance à l'impact, à la corrosion et à l'usure, de même que leur coût généralement bas. Malgré cela, un facteur qui mérite d'être considéré est le risque d'incendie qu'ils représentent. Comment ces matériaux se comportent-ils lorsqu'ils sont soumis au feu ?

Les matériaux de plastique de construction doivent être classés comme combustibles, car en plus de brûler on peut s'attendre à ce qu'ils dégagent autant ou même plus de fumée que les autres matériaux traditionnels. Leur facilité d'allumage et la vitesse de propagation de la flamme varie grandement selon le type de plastique.

Lorsqu'ils sont chauffés à de hautes températures, les polymères se décomposent en gaz combustibles, qui à leur tour fournissent le carburant permettant de produire plus de chaleur et ainsi plus de décomposition. Le taux de propagation de la flamme dépend du taux de production des gaz, qui à son tour dépend de la nature chimique du polymère et du taux de transfert de la chaleur à travers la structure de plastique et du degré de chaleur à laquelle elle est soumise. La forme elle-même de la structure de plastique influencera le taux de transfert de chaleur et la facilité d'allumage, devenant un facteur important du point de vue inflammabilité.

Des essais à grande échelle simulant un feu dans les conditions d'utilisation actuelle des matériaux de plastique peuvent nous donner des indications quant aux risques d'incendie représentés par ces plastiques. Du point de vue de l'ingénieur en prévention d'incendie, les tests devraient être faits pour montrer comment chaque produit réagit dans les conditions où il est utilisé. Les caractéristiques de combustibilité sont influencées par la nature des additifs du plastique ainsi que par la forme et le volume que prend le produit final. Il devient alors presque impossible d'établir des normes significatives, étant donné les milliers de variations que peuvent prendre les différents types de polymères que l'on rencontre sur le marché.

En plus du manque de données pour établir les risques d'incendie posés par les matériaux de plastique utilisés à grande échelle dans l'industrie, il faut aussi considérer les dangers causés par les produits de combustion.

Un de ces produits est la fumée inhérente à un incendie de matériaux de plastique. Elle est formée par des particules de carbone qui bien souvent véhiculent des gaz toxiques irritants. La fumée générée est un fac-

teur à considérer, car elle peut emprisonner les gens en rendant très difficile à voir les sorties d'urgence, et en causant la panique. La fumée produite par un polymère donné peut varier grandement selon sa nature, les additifs que l'on y retrouve, selon le type de flamme et aussi selon le degré de ventilation des lieux. Malgré le manque de renseignements précis sur la combustion des matériaux plastiques, les études effectuées jusqu'à présent démontrent clairement que :

1. Les polymères se dégradent pyrolytiquement en dégageant de la fumée dense à très dense.
2. La ventilation tend à éclaircir la fumée, mais ne permet pas d'obtenir une visibilité satisfaisante.
3. Lorsque des produits ignifuges sont incorporés dans des polymères (à tout le moins pour le cas des matériaux solides), la chaleur intense ou la flamme produit généralement de la fumée très dense, générée rapidement.
4. La mousse d'uréthane exposée à la chaleur intense et à la flamme génère une fumée dense, diminuant la visibilité d'une façon significative, en moins d'une minute. Lorsque soumise à la flamme, la mousse d'uréthane dégage de la fumée épaisse en moins de 15 secondes.

Un autre produit de la combustion des matières plastiques est le gaz toxique que créent le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone. L'inhalation de ces gaz est souvent la première cause de pertes de vie lors d'un incendie. En brûlant, des matières plastiques telles que P.V.C. ou le sulfide d'éthylène génèrent du HCL ou du SO₂. Ces deux gaz sont très irritants et forcent l'évacuation bien avant que leur effet toxique devienne dangereux, rendant difficile le travail de ceux qui ont pour tâche de combattre l'incendie. De plus, ces gaz sont corrosifs pour les métaux et les équipements électriques.

Malgré tous les facteurs impondérables rendant très difficile d'évaluer le risque d'incendie représenté par les matériaux de plastique, l'ingénieur en prévention incendie doit trouver une méthode satisfaisante de protéger les industries qui font l'usage de ces matériaux. Le NFPA et Factory Mutual Engineering recommandent, comme protection de base, un système d'extincteurs automatiques alimenté par une source d'eau adéquate, ainsi que des stations de boyaux d'incendie et d'extincteurs portatifs bien distribués à travers les lieux.

Il revient aux concepteurs de considérer sérieusement l'utilisation des matériaux de plastique, en tenant compte du danger d'incendie qu'ils peuvent représenter, et en ne négligeant pas la sécurité de l'entreprise qu'ils ont à bâtir.

*Paul Blouin, ingénieur
consultant en prévention de sinistres*

Offres d'emploi

Événements à venir

Communiqués

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

Offres d'emploi

NORTHERN TELECOM CANADA Ltée

recherche un

INGÉNIEUR DE DÉVELOPPEMENT

Fonctions : En collaboration avec une équipe d'experts, être responsable de l'analyse, de la conception et de l'évaluation de l'un des produits de transmission numérique les plus développés; cela implique une gamme de responsabilités allant de l'élaboration des méthodes d'essai à l'expertise en conception de circuit.

Qualifications : Être diplômé en génie électrique ou électronique et posséder, de préférence, une expérience dans le domaine des télécommunications.

Le salaire est en fonction des qualifications. Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature en faisant parvenir leur curriculum vitae à :

Northern Telecom Canada Ltée
a/s M. Pierre Boileau
R.R. No 2 Pink Road
Aylmer, Qué. J9H 5E1

La firme d'ingénieurs-conseils

PAGEAU, MOREL & ASSOCIÉS

désire combler les deux postes suivants :

INGÉNIEUR EN ÉLECTRICITÉ DU BÂTIMENT

Fonctions : Préparation de plans et devis.

Qualifications : Diplômé en génie électrique/option bâtiment et posséder de 1 à 3 ans d'expérience pertinente.

INGÉNIEUR EN MÉCANIQUE DU BÂTIMENT

Fonctions : Préparation de plans et devis.

Qualifications : Diplômé en génie mécanique/option bâtiment et posséder de 1 à 3 ans d'expérience pertinente.

Le salaire pour ces deux postes est en fonction des qualifications. Lieu de travail : Montréal. Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature en adressant leur curriculum vitae à :

Pageau, Morel & Associés
a/s M. Luc Lacasse
8585 boul. Saint-Laurent
Montréal, Qué. H2P 2M9
Tél : (514) 382-5150

MONTENAY INC.

une compagnie se spécialisant dans la conduite et l'entretien des services électro-mécaniques de bâtiment et dans la gestion de l'énergie, recherche un

INGÉNIEUR EN MÉCANIQUE

Fonctions : Responsable d'un centre informatique de commande et de surveillance d'équipement électro-mécanique de bâtiment, le candidat devra analyser les consommations d'énergie et les cycles de fonctionnement des systèmes électro-mécaniques devant être raccordés au centre, définir les modifications nécessaires pour réduire les coûts d'énergie et d'entretien, faire exécuter les travaux d'installation de ces modifications et contrôler les résultats obtenus.

Qualifications : Être diplômé en génie mécanique et avoir acquis de 4 à 6 années d'expérience dans les domaines du chauffage, de la ventilation et de la climatisation.

Le salaire offert est en fonction des qualifications; lieu de travail : Montréal. Les personnes qui désirent poser leur candidature doivent le faire en faisant parvenir leur curriculum vitae à :

Montenay Inc.
a/s M. Luc Favreau
1 Westmount Square, suite 650
Montréal, Qué. H3Z 2R5
Tél : (514) 931-4412

Une nouvelle source d'énergie, le gaz naturel, jouera bientôt un rôle de premier plan grâce au prolongement du gazoduc transcanadien.

TRANS QUÉBEC & MARITIMES,

un consortium formé de Trans Canada Pipelines et de la société albertaine NOVA chargé de la construction du gazoduc et du transport du gaz naturel dans l'Est du Canada, recherche des personnes prêtes à relever le défi de « L'énergie qui s'en vient ».

INGÉNIEUR/COMPRESSION

Fonctions : Effectuer la révision technique des plans et devis rédigés par les consultants en ingénierie. Agir auprès des consultants comme conseiller technique pour s'assurer que les méthodes de travail et la conception répondent aux normes de la société relatives aux coûts, aux échéanciers, à la sécurité et à la qualité. Agir comme conseiller technique pour la construction, la mise en service et la maintenance de stations de compression,

postes de mesure et installations de stockage souterrain. Au besoin, concevoir certains plans.

Qualifications : Être diplômé en génie mécanique ou électrique et avoir acquis de l'expérience dans la conception des compresseurs à gaz; toutefois, l'expérience dans la conception et la construction dans des domaines connexes sera considérée.

INGÉNIEUR CONSTRUCTION DE PIPELINES

Fonctions : Effectuer la révision technique des plans de conception et d'emplacement du gazoduc préparés par les consultants en ingénierie; s'assurer que les méthodes de travail et la conception répondent aux normes relatives aux coûts, aux échéanciers, à la sécurité et à la qualité. Au besoin, concevoir certains plans et conseiller les équipes de travail sur toutes les installations relatives à la construction, à la mise en service et à la maintenance du gazoduc.

Qualification : Diplômé en génie mécanique ou en génie civil, et avoir acquis de l'expérience dans la construction de pipelines; toutefois l'expérience dans des domaines connexes sera considérée.

DIRECTEUR STATIONS DE COMPRESSION ET POSTE DE COMPTAGE

Fonctions : Sous la direction du vice-président à l'ingénierie, planifier, organiser et diriger la conception des installations hors terre, comme les stations de compression et les postes de comptage, ainsi que le matériel connexe; dispenser des conseils techniques et diriger l'équipe de conception afin d'assurer que la méthodologie et la conception soient conformes aux normes de sécurité, de contrôle de la qualité ainsi qu'aux paramètres des coûts et des échéanciers.

Qualifications : Être diplômé en ingénierie, de préférence en génie mécanique et avoir acquis un minimum de 5 ans d'expérience en technologie et conception concernant la compression, dont plusieurs années en direction d'équipes de conception technique.

Pour tous les postes mentionnés ci-dessus, des conditions de travail excellentes sont offertes ainsi qu'un salaire et des avantages sociaux exceptionnels. Les personnes qui désirent poser leur candidature sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae à :

Trans Québec & Maritimes
a/s Mme Elaine Dupuis
Les Atriums
870 boul. de Maisonneuve est, 5e étage
Montréal, Qué. H2L 1Y6
Tél : (514) 286-5000

Offres d'emploi (suite)

LES CONSULTANTS PLURITEC LTÉE,

une société d'experts-conseils en ingénierie et en environnement, sont à la recherche d'un

INGÉNIEUR

EN GÉNIE MÉCANIQUE

Fonctions : Être responsable de projets dans l'industrie.

Qualifications : Diplômé en génie mécanique, le candidat aura de 5 à 10 ans d'expérience dans l'industrie lourde (industries chimiques et pétro-chimiques, pâtes et papiers)

Le poste offre un salaire selon les qualifications et des avantages sociaux intéressants. Lieu de travail : Trois-Rivières et/ou Shawinigan, Qué. Une prime de relocalisation est prévue.

Les personnes qui désirent poser leur candidature peuvent le faire en envoyant leur curriculum vitae à :

*Les Consultants Pluritec Ltée
à/s M. Roger Lord
2255 boul. des Récollets
Trois-Rivières, Qué.
G8Z 3X6*

La firme d'ingénieurs-conseils

GENDRON, LEFEBVRE & ASSOCIÉS

requiert les services de deux ingénieurs :

INGÉNIEUR RÉSIDENT EN VOIRIE

Fonctions : Maître d'œuvre responsable de la surveillance des travaux de construction routière effectués par les entrepreneurs.

Qualifications : Être diplômé en génie civil, membre en règle de l'OIQ et posséder un minimum de 8 ans d'expérience dans la pratique du génie, dont au moins 5 années d'expérience dans le domaine de la construction routière.

Lieu de travail : région de Mont-Laurier.

INGÉNIEUR EN CONSTRUCTION ROUTIÈRE

Fonctions : Surveiller les travaux de construction routière effectués par l'entrepreneur, participer au contrôle de la qualité des matériaux et modifier au besoin les plans et profils lors de la construction.

Qualifications : Être membre en règle de l'OIQ et posséder un minimum de 5 années d'expérience, dont 3 dans la surveillance de travaux routiers.

Lieu de travail : territoire de la Baie James.

Les personnes désireuses de soumettre leur candidature à l'un des deux postes ci-dessus sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae à :

*Gendron, Lefebvre et Associés
à/s Mme Ginette Laliberté
1 Place Laval, suite 200
Laval, Qué. H7N 1A1
Tél : (514) 384-1260*

DESBIENS & BOUCHARD INC.

entrepreneurs généraux qui opèrent dans domaine de la construction au Saguenay/Lac Saint-Jean, recherchent une personne dynamique pour prendre en charge la section de mécanique industrielle :

INGÉNIEUR EN MÉCANIQUE

Fonctions : Planification et organisation des activités relatives au service de la construction (mécanique, systèmes de contrôle etc.), estimation des appels d'offre à partir des plans et devis techniques et coordination des activités de construction.

Qualifications : Être diplômé en génie mécanique et avoir acquis au moins 5 années d'expérience pratique, particulièrement en gestion de projets ; toute expérience au niveau d'une entreprise de construction, dans les domaines de la métallurgie et des pâtes et papiers sera un atout.

Le salaire est en fonction des qualifications.

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature en faisant parvenir leur curriculum vitae à :

*Desbiens et Bouchard Inc.
à/s M. Bertrand Desbiens, M.B.A.
200 rue des Érables
Ville de La Baie, Qué. G7B 3T7
Tél : (418) 544-6821*

S

GÉNIE — PRODUCTION

GÉRANT GÉNÉRAL

\$45,000 participation au profit +

Une société manufacturière d'appareils de chauffage automatique est présentement à la recherche d'un individu pour ses opérations de Montréal. Le gérant général sera responsable des départements de mise en marché, l'ingénierie, production et les achats. Le candidat idéal possèdera une expérience pertinente jumelée à un minimum de 3 ans d'expérience au niveau de la haute direction.

INGÉNIEURS MÉTALLURGISTES R & D

\$34 — \$37,000

Le candidat sera responsable du développement de produits, la coordination de nouveaux projets, ainsi que leur application. Le candidat idéal possèdera un minimum de 5 ans d'expérience, soit dans le domaine manufacturier ou en R & D, ainsi que la force de communication indispensable à ce poste.

INGÉNIEUR D'USINE

\$30 — \$35,000

Nous recherchons un ingénieur qui possède trois à cinq ans d'expérience en entretien d'usine ou génie industriel. Le candidat sera chargé de superviser des projets et d'autres ingénieurs en plus de seconder le directeur de génie dans ses fonctions.

GÉRANT SERVICE TECHNIQUE

\$29 — \$34,000

Un fabricant de produits de qualité réputés, engagé dans la manufacture de pompes et turbines, recherche un ingénieur pour prendre charge de sa division technique. Le candidat doit posséder une bonne formation dans l'industrie lourde avec connaissance mécanique, électrique et hydraulique.

INGÉNIEUR CHIMISTE MÉCANIQUE

\$30 — \$35,000

Notre client, une importante société manufacturière, recherche un ingénieur pour prendre charge du projet d'expansion de son usine. Il aura l'expérience de supervision de personnel et de gérance de projet.

INGÉNIEUR DE PROJET

\$26 — \$28,000

Poste de défi pour un ingénieur mécanique, électrique ou civil, possédant 3 à 10 années d'expérience dans différents projets au sein d'usine. Le candidat sera responsable pour la réalisation de projets dans plusieurs usines à travers le Canada.

INGÉNIEUR D'USINE (Cantons de l'Est)

\$25 — \$27,500

Une importante société manufacturière d'outils de qualité recherche un ingénieur pour assister le directeur de génie. Le candidat idéal sera un ingénieur mécanique ou industriel avec un minimum de 2 ans d'expérience dans un domaine manufacturier.

INGÉNIEUR EN ÉLECTRONIQUE

\$20 — \$23,000

Notre client, un des plus grands manufacturiers de micro-processeurs, recherche présentement un ingénieur ou titulaire d'un baccalauréat en électronique pour leur département de recherche et développement. Le candidat idéal possède 1 à 2 années d'expérience dans le domaine électronique digital.

Pour une entrevue confidentielle, communiquez avec Yvan Michon

ST-AMOUR et ASSOCIÉS LTÉE

Spécialistes en recrutement de personnel

666 ouest, rue Sherbrooke, Montréal, Québec - 288-7400

288-7400

Offres d'emploi (suite)

BÉLANGER, CHABOT, HICLING, JOHNSTON INC.

une société canadienne d'exploitation de techniques brevetées de génie civil, est à la recherche d'un :

INGÉNIEUR CIVIL

Fonctions : Adjoint au directeur de la société pour le Canada, le candidat sera responsable des affaires du Québec.

Qualifications : Être diplômé en génie civil, être bilingue et posséder de 3 à 7 années d'expérience dans les études de génie civil et dans les différentes sphères d'activités de la construction, particulièrement dans le domaine des structures et des fondations.

La rémunération comporte un salaire de base et un pourcentage d'intéressement ; le lieu de travail est à Montréal, mais implique plusieurs déplacements de courte durée.

Les personnes qui désirent poser leur candidature doivent faire parvenir leur curriculum vitae, en prenant bien soin d'indiquer le numéro de dossier **5435**, à :

*Bélanger, Chabot, Hicling et Jonston Inc.
Conseillers en administration
Place du Canada, suite 1280
Montréal, Qué. H3B 2N2
Tél : Mme Lise Paquin
(514) 871-8931*

HYDRO-QUÉBEC



MICHELINE BOUCHARD

Le président-directeur général d'Hydro-Québec, M. Robert A. Boyd, annonce la nomination de Mme Micheline Bouchard, ingénieur, au poste d'adjoint au président-directeur général.

Diplômée en génie physique de l'École polytechnique de Montréal en 1969, Mme Bouchard a obtenu, en 1978, une maîtrise en génie électrique de la même institution.

Mme Bouchard est au service d'Hydro-Québec depuis 1969 et elle a occupé des postes dans divers services. Elle était, depuis juillet 1980, adjointe au vice-président Information. Elle a été présidente de l'Ordre des ingénieurs du Québec de 1978 à 1980.

INGÉNIEUR DES VENTES

Notre client un fabricant d'appareillage électrique haute tension de renommée mondiale est présentement à la recherche d'un conseiller technique pour ses clients.

Se rapportant au directeur des ventes, le conseiller technique assiste les clients majeurs sur le territoire canadien dans la sélection d'une quantité importante d'appareillage électrique.

Celui-ci s'assure que les clients saisissent complètement les spécifications particulières de ses produits et assiste ces derniers dans la sélection de disjoncteurs et transformateurs de mesures.

Vous possédez une formation universitaire en génie électrique (courant fort), secondé d'une expérience pertinente, êtes bilingue et désirez joindre une organisation des plus progressive, faite parvenir votre curriculum vitae sous pli confidentiel à François Lavigne en mentionnant le numéro de référence 363-501.



Ernst & Whinney
1200 McGill College, Suite 1100
Montréal, Québec H3B 4G7

Tel. : 514-871-8901

Membre de l'Association canadienne des conseillers en administration.

ÉNERGIE À LOUER

SOURCES MOBILES
D'ÉNERGIE PRIMAIRE ET DE
SECOURS HEWITT



Pour vous éviter d'avoir à investir des sommes importantes dans l'achat de groupes électrogènes mobiles, Hewitt vous propose son plan de location. Mines, industries, aéroports, municipalités profitent déjà de ce plan qui met à votre disposition des groupes produisant de 12kw à 930kw.

Qui plus est, vous profitez également de la qualité exceptionnelle du service d'entretien et de réparation

Hewitt

 **CATERPILLAR**

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

HEWITT ÉQUIPEMENT LIMITÉE
Montréal, Québec, Chicoutimi, Sept Îles,
Val d'Or, Hull, Baie James

Événements à venir

8^{ème} CONFÉRENCE CANADIENNE D'HYDROTECHNIQUE

La date : les 26 et 27 mai 1981.

L'endroit : Fredericton, Nouveau-Brunswick.

Le génie hydro-électrique, l'hydraulique, l'irrigation, le drainage, la mécanique des glaces et le génie du glacié sont autant de sujets que désirent traiter les responsables de la conférence.

On peut s'informer auprès de :

M. K.S. Davar, président

Comité des programmes techniques

8^{ème} Conférence canadienne d'hydrotechnique

a/s Département de génie civil

C.P. 4400

Fredericton, N.B. E3B 5A3

Tél : (506) 453-4521

SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR L'ÉNERGIE ET LES MATÉRIAUX COMPOSITES

La date : du 3 au 5 juin 1981.

L'endroit : Venise, Italie.

Deuxième symposium organisé par l'Institut Français du Pétrole, cette réunion intéresse particulièrement les ingénieurs qui, au cours

de leur travail, doivent tenir compte de techniques nouvelles concernant la conservation de l'énergie et la recherche de d'autres sources d'énergie. L'utilisation optimale des matériaux composites sera à la base de toutes les discussions.

Pour plus de renseignements, communiquez avec :

*M. Gérard Bonavent
Institut Français du Pétrole
1 Ave. du Bois-Préau
22506 Rueil Malmaison
Cedex France*

13^{ème} CONGRÈS INTERNATIONAL DE L'EMBOUTEILLAGE

La date : du 3 au 5 juin 1981

L'endroit : à l'île de Bendor (près de Toulon), France.

Thème : Adaptation des matériels d'emouteillage aux contraintes actuelles (énergie, recyclage etc.).

Pour plus de renseignements, communiquez avec :

*Institut National de l'Emouteillage
7 rue La Boétie
75008 Paris, France
Tél : 265.26.45*

CAN CAM 81

7-12 JUIN/JUNE 1981

8^{ème} CONGRÈS DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE CANCAM - 81

La date : du 7 au 12 juin 1981.

L'endroit : Université de Moncton, Nouveau-Brunswick.

Le congrès, qui a lieu à tous les deux ans, réunira des chercheurs de plusieurs pays œuvrant dans tous les champs de mécanique appliquée.

Pour plus de renseignements, communiquez avec :

*Dr N. K. Srivastava, président CANCAM-81
Faculté des sciences et de génie
Université de Moncton
Moncton, N.-B. E1A 3E9
Tél : (506) 858-4309/4300*

CONGRÈS ANNUEL DE L'ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

La date : du 11 au 13 juin 1981

L'endroit : Hotel Reine-Elisabeth, Montréal.

Thème : L'industrie de pointe.

Pour plus de renseignements, prière de s'adresser à l'OIQ, au (514) 845-6141.

INTERRUPTEUR HORAIRE POUR LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

Les interrupteurs horaires économiques Maxi-Rex et Mini-Rex permettent un contrôle précis et efficace d'équipements et dispositifs électriques.



- Facile à programmer
- Segments pour programmation incassables et imperdables
- Cadres de 1, 2 ou 24 heures ou 7 jours
- Jusqu'à 84 opérations par cadran
- Horloge en heures et minutes.*
- Caractéristiques:
Réserve de marche et possibilité de sauter un jour*
- Plusieurs possibilités de montage

Téléphonez ou écrivez immédiatement pour de plus amples détails.

* Disponible sur la plupart des modèles.



EQUIPEMENTS DE
Contrôle Davis
LIMITÉE

165 RUE RICHER, VILLE ST-PIERRE, LACHÉ, QUÉBEC H8R 1A4
MONTREAL, 514-481-7765

Ainsi que dans d'autres principales villes canadiennes



Institut de recherche d'Hydro-Québec

Bureau d'emploi
Case Postale 1000
Varenes, Québec J0L 2P0

CHERCHEUR EN GAZÉIFICATION DE LA BIOMASSE

CONCOURS : IR-81-011

Fonctions :

Élaborer et diriger des projets de recherche et de développement et agir comme consultant dans le cadre d'un programme intitulé « Énergie de la biomasse ». Ce programme porte sur la gazéification de la biomasse et sur la conversion des gaz ainsi produits en combustibles synthétiques, tels que le méthanol. Une partie des travaux se fera en usine-pilote avec la collaboration d'autres personnes ou organismes.

La personne choisie assumera éventuellement la gestion d'une usine-pilote et de projets de démonstration.

Exigences :

- Diplôme de maîtrise en génie chimique dans le domaine de la thermoconversion.
- Expérience des usines-pilotes chimiques ou pétrochimiques.
- De préférence avoir déjà réalisé des projets de R & D dans les domaines ci-dessus.

Salaires :

Selon la compétence et l'expérience.

Lieu de travail :

Varenes, Québec

N.B.

Les personnes intéressées sont priées de faire parvenir un curriculum vitae à l'adresse ci-dessus, aussitôt que possible, en prenant soin d'y inscrire leur numéro d'assurance sociale et le numéro du concours.

Événements à venir / Communiqués

BERGBAU 81

Exposition Minière Internationale et congrès

La date : du 11 au 17 juin 1981
L'endroit : Dusseldorf, RFA.

L'occasion de connaître la large gamme de produits de l'industrie allemande de machines minières et de discuter avec des spécialistes miniers du monde entier.

Pour plus de renseignements, communiquez avec :

NOWEA

Postfach 32 02 03
D-4000 Dusseldorf 30, RFA.
Tél : (02 11) 4560-1

2ième CONFÉRENCE ANNUELLE DE LA SOCIÉTÉ NUCLÉAIRE CANADIENNE

La date : le 17 juin 1981
L'endroit : Ottawa, Ontario.

Parmi les sujets dont veut traiter la conférence, mentionnons les cycles de combustible et ressources, les aspects économiques du nucléaire, la radioprotection et la radiobiologie, les réacteurs etc.

Pour participer à la conférence, prière de s'adresser à :

Conférence de la Société
nucléaire canadienne
111 rue Elizabeth, 11e étage
Toronto, Ont. M5G 1P7
Tél : (416) 977-6152

WOODFIRE ' 81 présenté par le Canadian Wood Energy Institute

La date : du 15 au 17 juin 1981
L'endroit : International Centre, Toronto, Ontario.

Pour la première fois au Canada, une exposition/conférence réunira les fabricants, les grossistes, les distributeurs, les agences gouvernementales et tous les gens impliqués dans l'industrie de l'énergie liée au bois : parallèlement à l'exposition se déroulera la 4ième conférence annuelle du Canadian Wood Energy Institute.

Pour plus de renseignements, communiquez avec :

Ann Dutchburn
Canadian Wood Energy Institute
16 Lesmill Road
Don Mills, Ont.
Tél : (416) 445-6296

COURS INTENSIF Essais et contrôle des bétons

La date : du 27 avril au 1er mai 1981.
L'endroit : Université de Sherbrooke, Québec.

L'Association canadienne de ciment Portland, en collaboration avec l'Université de Sherbrooke, organise un cours intensif de cinq jours sur le béton. Le cours s'adresse aux ingénieurs et techniciens en béton qui veulent approfondir leurs connaissances en cette matière. Le cours comprend : théorie, démonstrations et laboratoires. On y traitera, entre autres, de contrôle statistique, du calcul des mélanges de béton, des essais sur les granulats, le béton frais et le béton durci et de l'influence du mode de conservation des cylindres.

Les frais sont de 280, \$ et comprennent le logement sur le campus de l'université.

Pour avoir plus de renseignements, communiquez avec l'Association canadienne du ciment Portland à Montréal, au : (514) 866-1882.

COURS INTENSIF DE GÉOTECHNIQUE : STABILITÉ DES PENTES : pentes naturelles, excavations et barrages

du 26 au 28 mai 1981, à
l'Université de Sherbrooke

Ce cours s'adresse principalement aux ingénieurs et géologues qui œuvrent dans le domaine de la géotechnique. D'une durée de trois jours, le cours traite des méthodes d'analyse de stabilité couramment utilisées dans la pratique ainsi que des propriétés ou facteurs à considérer dans les analyses. Les problèmes de stabilité de pentes naturelles ou de pentes d'excavation dans le mort terrain et en milieu rocheux seront considérés ainsi que ceux reliés à l'analyse de la stabilité des barrages en terre ou en enrochement.

Le cours sera dispensé surtout sous forme d'exposés et comportera un certain nombre d'ateliers et de forums. L'organisation du cours est sous la responsabilité des professeurs Gérard Ballivy et Guy Lefebvre.

Pour obtenir les détails du cours ou la fiche d'inscription écrite à :

Cours de Géotechnique
Secrétariat
Faculté des Sciences appliquées
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec J1K 2R1

COLLOQUE DE L'APEO : ASPECTS CRITIQUES DE LA PLANIFICATION DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

... L'APEO parrainera un colloque intitulé « Planification des systèmes énergétiques - Quelques aspects critiques » les 16 et 17 juin 1981 à l'Université de Toronto, pavillon Hart House. Ce colloque est présenté en collaboration avec le C.C.I. et l'Institut des ingénieurs du Canada. Il vise à aider les ingé-

nieurs à mieux comprendre la situation énergétique au Canada, dans l'optique de la société moderne. On discutera aussi de la responsabilité des ingénieurs de présenter des options pratiques au public en matière d'énergie. L'animateur du colloque sera Arthur Porter, ing. Les frais seront de \$200 pour deux jours et de \$125 pour un jour.

Pour plus de précisions, communiquez avec :

M. J. B. Carruthers, ing.
Directeur, Services aux membres
APEO
1027, rue Yonge
Toronto, Ontario
M4W 3E5
Tél. : (416) 961-1100



M. Jean-Claude Nepveu, Poly 50', sera ordonné diacre permanent par Mgr Paul Grégoire, archevêque de Montréal, lors d'une cérémonie qui aura lieu en l'église Notre-Dame, samedi, le 2 mai prochain, à 20 h.

Notre confrère qui est président et ingénieur en chef de la Commission des services électriques de la Ville de Montréal et qui, au cours des dernières années, a été très actif au Conseil de l'A.D.P., à la Fondation des Diplômés et à la direction de la revue l'Ingénieur, continuera de vaquer à ses occupations professionnelles après son ordination.

Son ministère ordonné s'exercera auprès des pauvres du centre-ville de Montréal.

Vous êtes cordialement invités à participer à cette cérémonie d'ordination.

La Rapière
RESTAURANT FRANÇAIS
 spécialités pyrénéennes

le confit d'oie, le cassoulet,
 le jambon de Bayonne.

Table d'hôte lundi au vendredi:
 (midi à 23h30) Fermé le dimanche:

Réervations: 844-8920
 1490 rue Stanley,
 (métro Peel, sortie Stanley)



Le Groupe-conseil S.M. inc.
 Les Consultants Industriels S.M. inc.
 Division génie industriel

Les Consultants S.M. inc.
 Division surveillance et conception

Labo S.M. inc.
 Division laboratoires

345, rue Boucherville
 Sherbrooke, Québec
 J1L 1X8
 Téléphone: 819/566-8855
 Sans frais: 1-800/567-6135

2545, avenue Delormier
 Longueuil, Québec
 J4K 3P7
 Téléphone: 514/651-0981



Beauchemin-Beaton-Lapointe Inc.
 CONSULTANTS

génie, planification
 et services
 multidisciplinaires

1134 ouest, rue Ste. Catherine, Montréal, Québec H3B 1H4



Le Groupe Dessau: des entreprises mettant en commun les connaissances et l'expérience d'un nombre important d'ingénieurs, mathématiciens, économistes, urbanistes, agronomes, analystes, oeuvrant ici et à l'étranger. Le Groupe Dessau, c'est une association multidisciplinaire au service de la communauté.

Desjardins, Sauriol & Associés Ltée
 Les Laboratoires Ville Marie Inc.
 Les Consultants Dessau Inc.
 Dessau et Associés
 Dessau International Ltée/Ltd
 Dessau Engineering Consultants Ltd.
 Dessau Construction Ltée
 Soleco Consultants Inc.
 Qualitech Consultants Ltée

Les Laboratoires Industriels du Nord Inc.
 Jacques Chagnon et Associés Inc.
 Dessau Environnement Ltée

SIEGE SOCIAL
 1200 ouest, boul. St-Martin
 Laval, Québec H7S 2E4
 tél: (514) 384-5660
 téléx: 05-268873
 Câble: DESSAU LAV



Répertoire des annonceurs

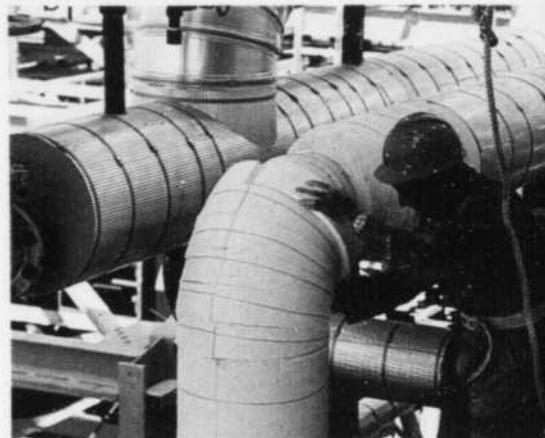
- C IV
 24 ASEA Industrie Ltée
 Les Ateliers d'Ingénierie Dominion
- 48 Beauchemin-Beaton-Lapointe Inc.
- 23 Calcomp
 13 Carmel, Fyen, Jacques et Associés Inc.
 34 La Clinique de Médecine du travail de Montréal
 34 La Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.
- 13 Diamants d'investissements et manufacturiers (Canada) Ltée
- 46 Équipements de Contrôle Davis Ltée
 45 Ernst & Whinney
- 4 Federal Pioneer Ltée
- 41 Géophysique G.P.R. International Inc.
 48 Le Groupe Dessau
- 45 Hewitt Équipement
 45, 46 Hydro Québec
- 22 Inspec-Sol Inc.
- 33 Jenkins Canada Inc.
 C III
 Johns Manville Canada Inc.
- 48 Labo S.M. Inc.
 41 Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.
 34 Les Laboratoires industriels et commerciaux Ltée
 34 Lalonde, Girouard, Letendre et Associés Ltée
 34 Lupien, Rosenberg et Associés Inc.
- 2 Ministère de la Défense Nationale
 34 Mon-ter-val Inc.
- 22 Québec Cartier, compagnie minière
 34 Quéformat Ltée
- 48 La Rapière, restaurant
 C II
 Remy Martin
- 44 Saint-Amour et Associés Inc.
 34 Les Services Techniques RMB
- 13 Technisol Inc.
 14 Télémécanique Canada Ltée
- 3 Université du Québec à Chicoutimi



L'isolant en bloc Thermo-12 protège parfaitement l'équipement exposé à l'humidité excessive.



On a revêtu d'isolant en bloc Thermo-12 ce réservoir de condensation long de 122' à la centrale électronucléaire Bruce.



Le T-12 est robuste et rigide. Il résiste à des usages abusifs sans s'endommager de façon appréciable.



Le Thermo-12 est largement utilisé dans un vaste projet d'expansion pour les huiles de graissage de Gulf Oil Canada.

Johns-Manville fabrique tous les isolants en fibre de verre qu'il vous faut et aussi le T-12 en silicate de calcium qui résiste à 1500° F

Johns-Manville fabrique la gamme la plus complète d'isolants industriels en fibre de verre pour tuyaux de petit ou de grand diamètre et hautes ou basses températures. Des isolants tels que Micro-Lok, Micro-Flex, Spin-Glas, des produits J-M qui sont la norme de l'industrie.

Toutefois, l'isolation en fibre de verre ne résiste pas aux hautes températures. C'est pourquoi J-M a perfectionné Thermo-12, l'isolant en silicate de calcium qui, contrairement à la fibre de verre, résiste à des

températures atteignant 1500°F.

Thermo-12 est un isolant extrêmement léger qui possède l'un des coefficients "K" les plus bas de tous les isolants généralement utilisés dans les centrales et les usines de transformation. Il se présente en blocs ou en sections tubulaires.

Cet isolant ne peut brûler ni propager la flamme, de sorte qu'on peut l'utiliser en présence de gaz et de liquides inflammables.

Quand il s'agit d'isolation, la plupart des gens font appel à J-M,

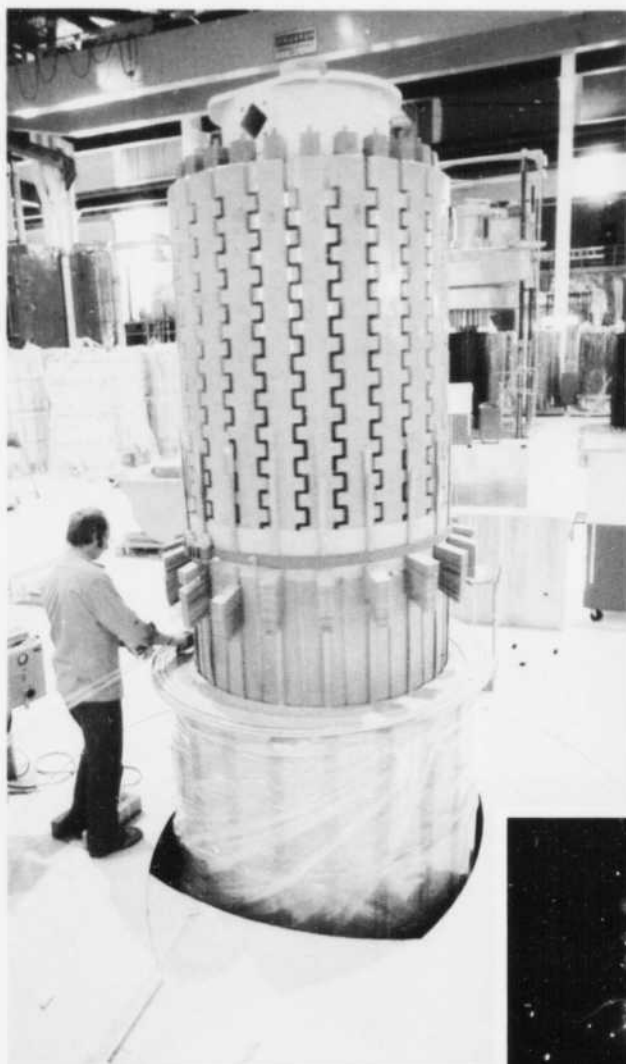
parce que Johns-Manville leur fournit sa capacité d'isolation intégrale.

Johns-Manville Canada Inc.,
3000, boul. Matte,
Brossard, Québec
J4Y 2H5



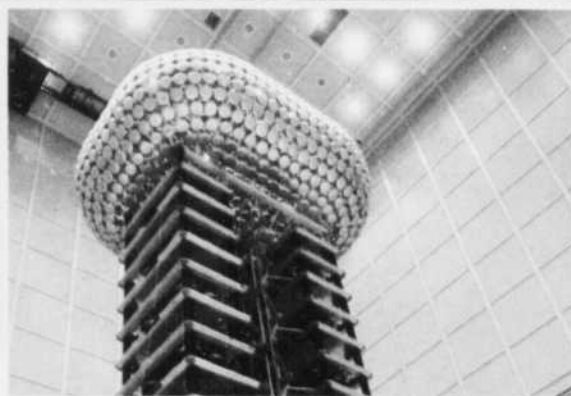
Johns-Manville

l'électricité au service de l'homme



Notre objectif premier est de répondre à un besoin pour des transformateurs de puissance et inductances shunt à la fine pointe de la technologie, de dimensions réduites et d'une fiabilité remarquable.

Nous sommes les premiers en Amérique du nord à produire des transformateurs de puissance, triphasés à 735 K V.



ASEA

ASEA Industries Ltée — 1600 Montée Ste-Julie, Varennes, Québec, Canada J0L 2P0

ASEA Limitée — 10300 ouest, Henri Bourassa, St-Laurent, Québec, Canada H4S 1N6

Bureaux de vente: Toronto, Winnipeg, Calgary, Vancouver