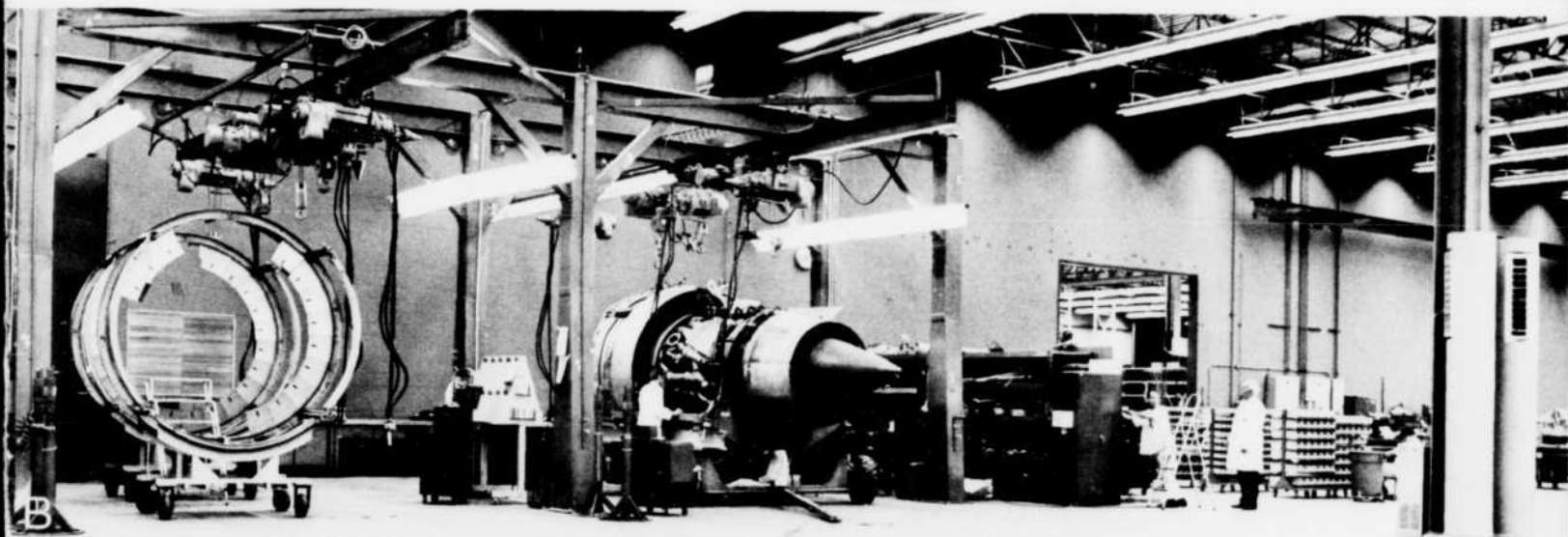
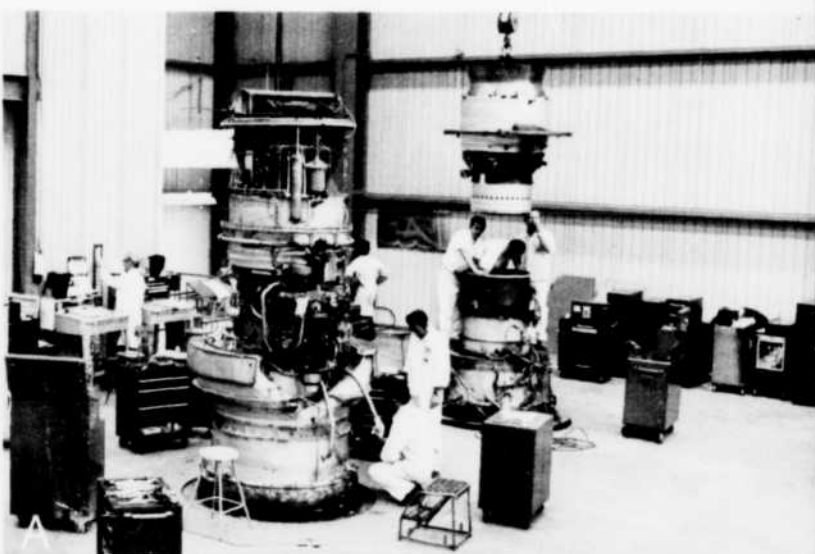
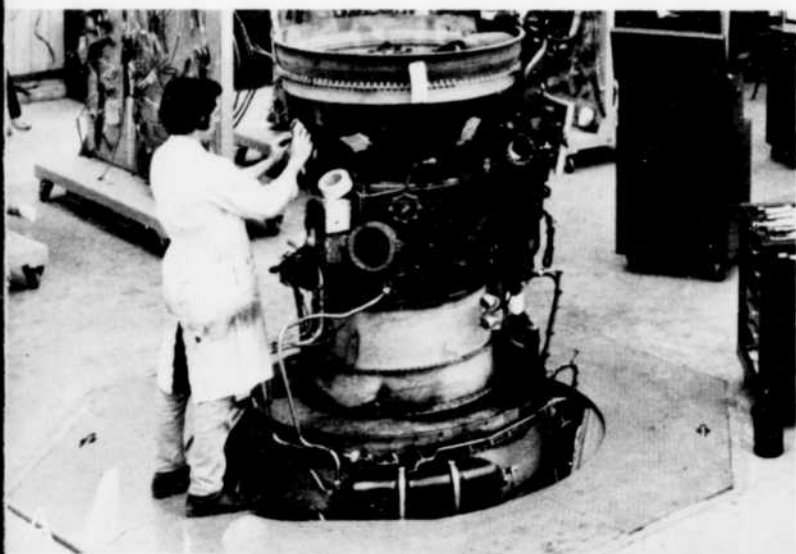


SEPTEMBRE 1973  
No 293  
59<sup>e</sup> année

# INGÉNIEUR



Permis no H-23  
Affranchissement en numéraire au tarif de la troisième classe  
Port de retour garanti : 2500, avenue Marie-Guyard, Montréal 250

M. Clément Gagnier, Ing. P. E.  
27 rue des Caplins,  
Québec, Qué.

# Une solution plus économique versus un système bon marché

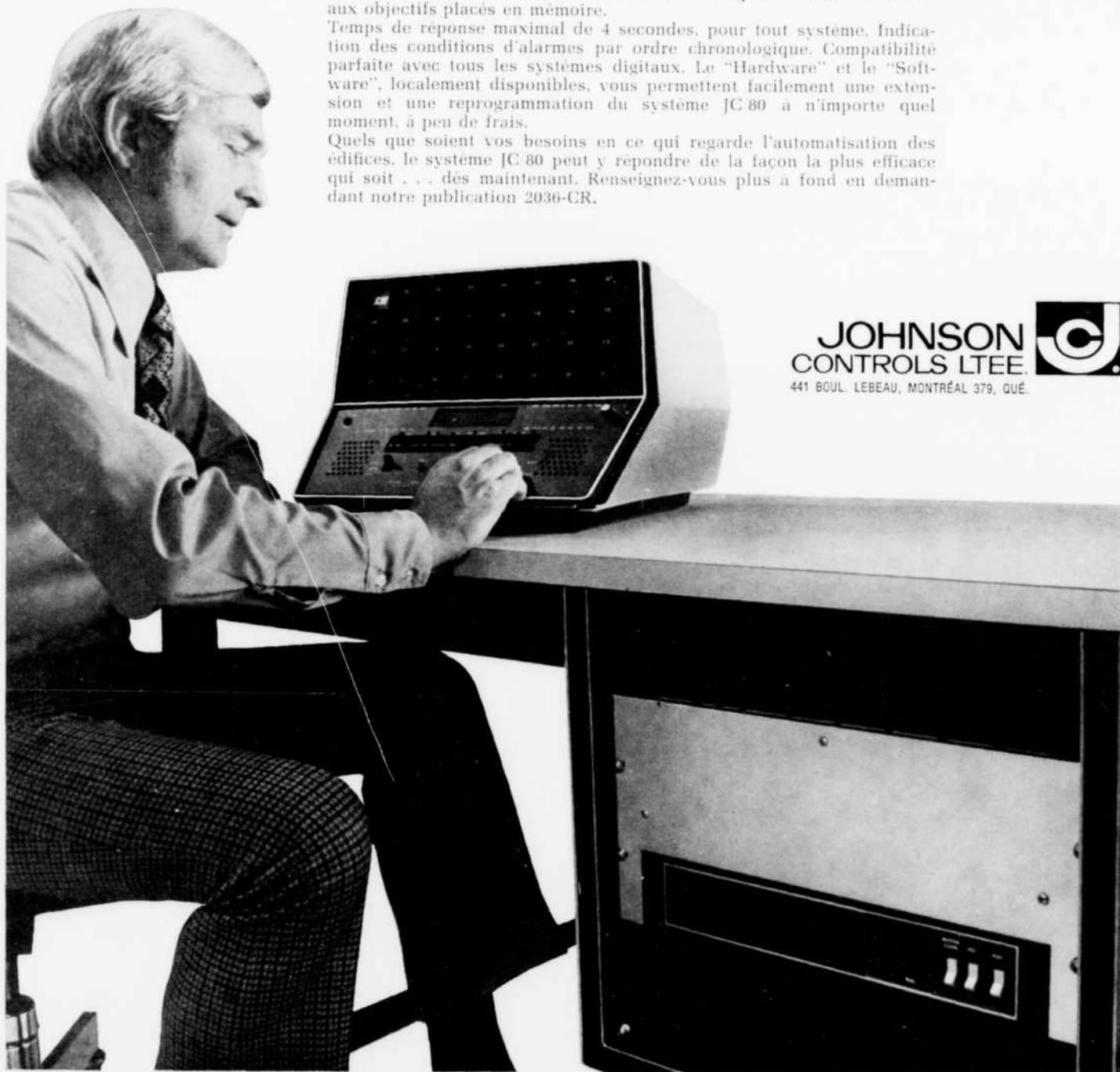
## Le système JC/80 est unique en son genre pour l'automatisation des édifices.

Le système JC/80 de Johnson vous permet de spécifier n'importe où un système de contrôle par ordinateur programmé et ce, au prix de systèmes numériques à programmes fixes.

Le JC 80 Autonome est idéal pour les édifices isolés et pour les petits ensembles d'édifices. Son mini-ordinateur est le premier du genre à être conçu pour l'automatisation des édifices. Relié au moyen d'un câble co-axial à la console de l'opérateur et aux points situés à distance, il forme une boucle de communication d'utilisation générale. L'ordinateur traite 500.000 "bits" d'information à la seconde et fonctionne en temps réel, toujours en circuit. Il compare le rendement réel aux objectifs placés en mémoire.

Temps de réponse maximal de 4 secondes, pour tout système. Indication des conditions d'alarmes par ordre chronologique. Compatibilité parfaite avec tous les systèmes digitaux. Le "Hardware" et le "Software", localement disponibles, vous permettent facilement une extension et une reprogrammation du système JC 80 à n'importe quel moment, à peu de frais.

Quels que soient vos besoins en ce qui regarde l'automatisation des édifices, le système JC 80 peut y répondre de la façon la plus efficace qui soit... dès maintenant. Renseignez-vous plus à fond en demandant notre publication 2036-CR.



**JOHNSON  
CONTROLS LTEE.**

441 BOUL. LEBEAU, MONTRÉAL 379, QUÉ.



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

**COMITÉ ADMINISTRATIF**  
Yvan HARDY, ing.  
président  
Claude BRULOTTE, ing.  
André LOISELLE, ing.  
Michel ROBERT, ing.  
Michèle THIBODEAU-DEGUIRE, ing.  
Émeric-G. LÉONARD, ing.

**SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE**  
Yolande GINGRAS

**RÉDACTRICE**  
Madeleine G. LAMBERT

**COMITÉ CONSULTATIF  
DE RÉDACTION**  
Jacques DE BROUX, ing.  
directeur  
Thomas AQUIN, ing.  
André BAZERGUI, ing.  
Bernard BELAND, ing.  
Pierre BELLEAU, ing.  
Lionel BOULET, ing.  
Jean CHARTRAND, ing.  
Marcel FRENETTE, ing.  
Joseph HODE KEYSER, ing.  
Robert MORISSETTE, ing.  
Thomas J. PAVLASEK, ing.  
Robert G. TESSIER, ing.  
Jean-Charles TREMBLAY, biochim.

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

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

**ABONNEMENTS :**  
Canada — \$5.00 par année  
Autres pays \$6.00

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

Tirage certifié : membre de la  
Canadian Circulation Audit Bureau



## SOMMAIRE

### ARTICLES

#### 3 UN TRAITEMENT DES RÉSIDUS LIQUIDES PROVENANT DES OPÉRATIONS DE FINISSAGE DES MÉTAUX

par Dr Carole D. Burnham

Cette communication porte sur le système de traitement des résidus liquides résultant des opérations de finissage des métaux au nouvel atelier d'entretien des moteurs de la compagnie Air Canada à Dorval, au Québec. Parmi les principaux points traités, signalons les suivants :

- (i) la nature des résidus liquides devant être traités ;
- (ii) les procédés dont sont issus les résidus ;
- (iii) les paramètres utilisés pour estimer les volumes et les concentrations des résidus ;
- (iv) les modifications apportées au procédé pour réduire le volume de l'eau de rinçage à être traitée ;
- (v) le système de drainage utilisé pour séparer chaque type de résidu ;
- (vi) les critères de conception et les procédés de traitement adoptés pour chacun des divers types de résidus ;
- (vii) les installations de traitement de l'effluent.

#### 17 QUELQUES ASPECTS MODERNES DE LA MÉTALLURGIE CHIMIQUE

par Dr Fathi Habashi

Depuis quelques années, la métallurgie chimique évolue rapidement pour faire face aux défis que soulèvent : 1) l'appauvrissement des minerais ; 2) la demande sans cesse accrue pour des métaux d'une pureté élevée ; 3) l'impérieuse nécessité de minimiser les affronts faits à l'environnement. Cet article montre le rôle que joue la chimie dans la résolution des problèmes de ce genre.

### RUBRIQUES

- 11 COMMUNIQUÉ : École Polytechnique de Thiès — Sénégal  
24 LE MOIS : Chroniques mensuelles  
28 RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

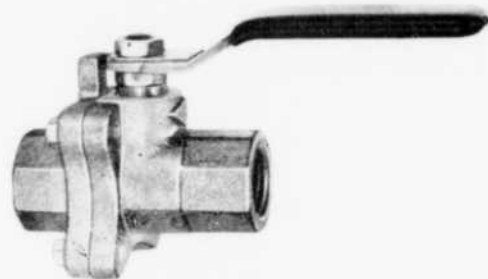
### NDLR

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

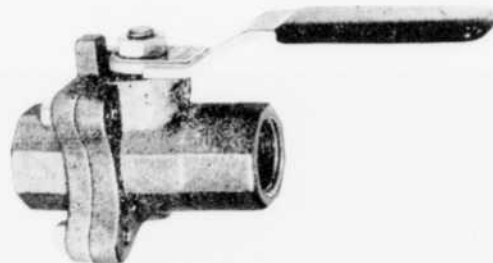
### PHOTOS COUVERTURE

- Départements du nouvel atelier d'entretien des moteurs de la compagnie Air Canada à Dorval, Québec.
- A) Élévateurs hydrauliques permettant à l'ouvrier d'ajuster la section du moteur, sur laquelle il travaille, à une hauteur confortable.
  - B) Aire spécialement équipée pour faciliter la manipulation des pièces de moteurs puissants.

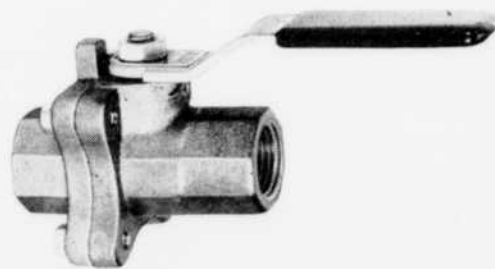
# N'hésitez pas!



Soupape à bille en bronze  
[A]



Soupape à bille en bronze  
[B]



Soupape à bille en bronze  
[C]

Voici trois soupapes à bille en bronze qui paraissent semblables.

Pourtant, si vous commandez l'une d'elles sans consulter le cahier des charges, vous pourriez faire erreur.

Ce serait dommage!

Bien que ces soupapes Jenkins paraissent semblables, elle sont loin d'être identiques. Elles servent à des applications fort différentes.

La soupape qui est numérotée figure 30 est munie d'un siège et d'un joint d'étanchéité en Buna N et est agréée par les assureurs. Elle a été conçue pour l'industrie pétrolière.

La soupape qui est numérotée figure 31 est munie d'un siège et d'un joint d'étanchéité en EPT (EPDM). On conseille de l'installer dans les systèmes de chauffage à l'eau chaude et de climatisation. Elle n'est pas destinée à un usage pétrolier.

La soupape qui est numérotée figure 32 est munie d'un siège et d'une garniture en Teflon et d'un presse-étoupe réglable. On recommande de l'installer sur des conduites à vapeur et de l'utiliser pour certaines applications chimiques.

Chacune de ces soupapes a été conçue avec minutie de façon à donner un rendement maximum quand elle est utilisée pour les fins auxquelles elle est prévue.

Avant de commander, consultez le cahier des charges et vérifiez le champ d'application des soupapes.

Vous éviterez ainsi les erreurs inhérentes aux conjectures et vous serez certain que chacune des soupapes Jenkins vous donnera les résultats anticipés.

Jenkins Bros. Limited, Lachine, Qué.

## JENKINS

Le spécialiste en valves



*Jenkins Bros*

# UN TRAITEMENT DES RÉSIDUS LIQUIDES PROVENANT DES OPÉRATIONS DE FINISSAGE DES MÉTAUX

par Dr Carole D. Burnham

## Notice biographique :

Diplômée en génie chimique de l'Université McGill de Montréal en 1961, Mme Burnham détient un doctorat en chimie physique.

Ingénieur de projets anti-pollution, elle est plus particulièrement spécialiste de la lutte contre la pollution de l'air et de la conception d'usines de traitement d'effluents. De plus, elle organise des cours relatifs à la pollution de l'air à l'Université McGill.



Mme Burnham a été nommée récemment directeur de la division du Génie de l'Environnement chez SNC Inc.

## Introduction

En 1970, on adjugea à SNC Inc. le contrat de la conception et de la gérance de construction du nouvel atelier d'entretien des moteurs de la compagnie Air Canada à Dorval, au Québec. Il était nécessaire, en effet, d'agrandir les services existant à l'aéroport de Dorval, afin d'inclure la réparation et l'entretien des moteurs pour les nouveaux réactés géants.

Dès le départ, il fut établi que l'installation comprendrait un système de traitement des résidus liquides provenant des diverses opérations. Le présent article traite précisément de la partie du système ayant pour objet le traitement des résidus inorganiques et toxiques en provenance des procédés de dépouillage, de nettoyage et de placage.

## Origine et nature des déchets

Étant donné que le procédé et le système de traitement des effluents furent conçus simultanément, il fut possible d'incorporer au procédé des modifications visant à réduire au minimum la production d'effluents. Le poste de traitement des effluents était situé au sous-sol de l'édifice, sous l'emplacement des diverses opéra-

tions de finissage situées au rez-de-chaussée. Les résidus liquides devaient s'y déverser 16 heures par jour, 5 jours par semaine, mais le système de traitement des effluents devait, lui, pouvoir fonctionner 24 heures par jour, 7 jours par semaine.

Le finissage des métaux comporte les opérations suivantes : en premier, le dépouillage y compris l'enlèvement du placage, des pellicules anodisées et chimiques, l'élimination des oxydes nocifs ; en second, le nettoyage y compris l'enlèvement des dépôts de carbone et des couches d'oxyde ; en troisième lieu, le placage. Les résidus proviennent de deux sources principales : i) les solutions concentrées, dans lesquelles on trempe les pièces de métal lors du finissage, ii) les eaux de rinçage utilisées pour enlever les traces laissées par les solutions de dépouillage, nettoyage et placage. Les solutions de finissage renferment, généralement, de fortes concentrations de produits chimiques, mais ne sont déversées que rarement, résultant en des volumes de résidus faibles mais très concentrés. Les eaux de rinçage contiennent de faibles quantités de contaminants dans d'importants volumes d'eau. Les solutions de dépouillage peuvent être de nature acide ou alcaline. Quant au nettoyage, il se fait par décapage au moyen de composés alcalins, tandis que les résidus de placage renferment des substances toxiques telles que acides, cyanures et métaux lourds.

Pour estimer les volumes et les concentrations des différents types d'effluents produits, une étude fut faite sur le nombre probable des pièces d'avion qui seraient traitées en période de pointe, lors de chacune des opérations de finissage des métaux. Les volumes de solutions concentrées entraînées depuis les réservoirs de solution jusqu'aux réservoirs de rinçage par les pièces traitées, ainsi que les superficies de ces mêmes pièces ont été calculés d'après les données obtenues sur des opérations semblables existant dans l'installation à remplacer. Enfin, une estimation fut faite de la fréquence à laquelle chaque solution concentrée pourrait être déversée annuellement.

Etant donné que l'atelier a pour objet d'entretenir des pièces d'équipement et non d'en produire, le nombre des opérations de placage est de beaucoup supérieur à celui d'une usine, mais le volume de travail est moindre pour chaque opération. Les sections dépouillage et placage de la nouvelle installation comprennent, à elles seules, 25 systèmes et procédés.

Les résidus produits comprennent des cyanures, des permanganates alcalins, de la soude caustique et divers acides y compris les suivants : sulfuriques, chlorhydriques, nitriques, phosphoriques, fluorhydriques, boriques et fluoboriques.

### Utilisation des eaux

Afin de minimiser la consommation d'eau, deux bassins en série furent prévus pour le rinçage à contre-courant, après chacun des bassins du procédé contenant des solutions concentrées de cyanure, de chromates et d'acide fluorhydrique. Ceci eut pour effet de réduire la consommation d'eau de rinçage au dixième du volume ordinairement nécessaire dans un procédé n'utilisant qu'un seul bassin de rinçage. De plus, on installa des contrôleurs de conductivité dans tous les bassins de rinçage uniques, ainsi que dans le deuxième bassin de rinçage, pour les opérations comprenant le rinçage à contre-courant. Ces contrôleurs règlent l'écoulement de l'eau dans les bassins de rinçage en actionnant des vannes à commande par solénoïde qui ne permettent à l'eau de circuler que lorsque l'eau de rinçage devient trop contaminée pour bien rincer. On évite ainsi la pratique courante des ateliers de placage qui font continuellement circuler l'eau, même en dehors des périodes de traitement de pièces. En raison des débits d'eau relativement petits, l'agitation dans les bassins de rinçage se fait avec de l'air afin d'assurer l'homogénéité du mélange. On a présumé que les concentrations maximales de contaminants pouvant être tolérées dans les bassins de rinçage final, sans nuire aux procédés de rinçage, sont celles qui figurent dans l'« *Electroplating Engineering Handbook* », chapitre 34, intitulé « Rinçage », 2<sup>e</sup> édition, 1968, Reinhold Corporation.

A la lumière de l'information susmentionnée, et en se basant sur les débits couramment obtenus au moyen de contrôleurs de conductivité, on a établi les volumes d'eau de rinçage. Pour un total de 28, 175 et 26 bassins, utilisés respectivement pour le dépouillage, le placage et le nettoyage des moteurs, nous avons calculé que le débit moyen serait de 110 gallons impériaux à la minute. La figure I montre une photographie d'une partie de l'installation de placage pour laquelle le système de traitement des effluents a été conçu.

Etant donné les différentes façons de traiter les nombreux effluents provenant des divers procédés de finissage du métal, le système de drainage sépare les résidus de la façon suivante : (i) eaux de rinçage acides et eaux de rinçage contenant des chromates ; (ii) solutions concentrées de chromates ; (iii) solutions d'acides concentrés ; (iv) eaux de rinçage alcalines et eaux de rinçage contenant des cyanures, y compris les eaux de rinçage contenant des permanganates alcalins ; (v) solutions concentrées de cyanures ; (vi) solutions alcalines concentrées ; (vii) eaux de rinçage et solutions concen-



Figure I — Vue du procédé de placage des nouveaux ateliers d'entretien des moteurs de Air Canada à Dorval, Québec. On peut voir notamment les bassins, les tuyaux pour le système de ventilation à alimentation et évacuation contrôlées, ainsi que les planchers en treillis métallique et les régulateurs de conductivité sur les bassins de rinçage.

trées contenant des ions de fluorure et de phosphate ; (viii) solutions concentrées de permanganates alcalins.

Les eaux de rinçage des procédés de dépouillage et de placage se déversent dans des bassins plats servant d'appui aux bassins de traitement. Ces bassins plats se situent juste au-dessous du niveau du plancher. Leur revêtement leur permet de résister aux effluents, et leur vidange se fait au moyen de tuyaux de plastique renforcés par de la fibre de verre, qui conduisent à la section appropriée du système de traitement des effluents. Le choix de bassins plats, au lieu de tuyaux individuels pour chaque bassin, permet de réduire le nombre de drains et d'aménager un endroit sec au sous-sol pour les rectificateurs, transformateurs et autres services devant être situés directement sous les réservoirs qu'ils desservent. Des parois, situées aux endroits appropriés, séparent les différentes sections d'un même bassin plat où s'écoulent différentes sortes d'eaux de rinçage. La vidange des solutions concentrées se fait au moyen de tuyaux conduisant à la section appropriée du poste de traitement des effluents.

Etant donné que l'aire de nettoyage des moteurs est située trop loin pour permettre l'écoulement par gravité, les effluents, dans cette section, s'écoulent dans des réservoirs d'où ils sont pompés vers le poste de traitement des effluents.

### Conception du procédé de traitement des effluents

#### Critères de conception :

Tous les effluents sont recueillis au poste de traitement dans des réservoirs de rétention ou d'accumulation. Les réservoirs d'accumulation sont dimensionnés de façon à recevoir le contenu d'au moins deux des plus grands réservoirs de solutions concentrées devant y être déversées. Les réservoirs de rétention qui reçoivent les

eaux de rinçage ont une capacité suffisante pour accepter pendant 3 minutes le volume d'eau provenant de tous les réservoirs de rinçage appartenant à un même type d'effluent, en plus du contenu entier de deux des plus grands bassins de rinçage s'y déversant.

Il fut établi comme principe de conception : (i) que des procédés de traitement continu seraient utilisés, sauf dans les cas où il est plus profitable de recourir aux procédés discontinus, et, (ii) que les divers types de résidus serviraient, dans la mesure du possible, au traitement les uns des autres, afin de minimiser la nécessité d'ajouter des produits chimiques.

En raison de la grande variété de procédés, solutions chimiques et réservoirs servant au finissage, il ne s'est pas révélé profitable, au plan économique, d'utiliser des systèmes de recyclage tels que l'évaporation ou l'échange d'ions. Dès lors, il fut décidé d'opter pour un système de traitement par destruction.

Ce système fut conçu en conformité des exigences du règlement n° 709-66 de la cité de Dorval.

#### Résidus contenant du chrome :

Les résidus contenant du chrome hexavalent sont traités par sulfonation en milieu acide. L'agent réducteur est le bioxyde de soufre et le milieu acide est maintenu en utilisant soit des résidus d'acides concentrés utilisés dans le procédé ou de l'acide sulfurique 66°Bé provenant d'un réservoir d'emmagasinement. Le chrome hexavalent est réduit à la forme trivalente pour être ultérieurement neutralisé et précipité. Ce procédé est continu et contrôlé automatiquement.

Les solutions concentrées de chromate sont recueillies dans un réservoir d'accumulation, duquel elles peuvent être soutirées et déversées, à débit constant, dans le réservoir de rétention pour les eaux de rinçage contenant du chrome. Du réservoir de rétention, qui reçoit également les eaux de rinçage du chrome et les eaux de rinçage acides, le mélange des résidus concentrés et dilués est pompé en direction du bassin de traitement où la réduction du chrome se produit. Les moniteurs du pH et du potentiel d'oxydo-réduction vérifient constamment l'ajout de produits chimiques de traitement dans le réservoir. Toute condition anormale est signalée sur un panneau de commande central, où l'enregistrement permanent du pH et du potentiel d'oxydo-réduction se fait sur graphiques circulaires, 24 heures par jour. Le chrome traité s'écoule par gravité vers la fosse de neutralisation. Le système fut conçu pour un débit maximal de 50 gallons impériaux à la minute.

#### Résidus contenant des cyanures :

Les cyanures libres contenus dans les résidus de cyanures concentrés sont oxydés par électrolyse selon un procédé discontinu jusqu'à ce qu'ils atteignent un degré de concentration non détectable, et ils sont ensuite mélangés aux cyanures dilués, eux-mêmes oxydés par chloration alcaline. Selon le procédé électrolytique, on estime à environ \$0.10 le coût d'oxydation et de transformation d'une livre de cyanure en bioxyde de carbone et en azote, comparativement à plus de \$1.00 par oxy-

dation chimique. Ce procédé est conçu pour traiter des cuvées de 1000 gallons et est équipé d'un redresseur de 9 volts, 8000 ampères, ainsi que de 232 électrodes de charbon dans un réservoir d'une superficie de 50 pieds carrés.

Les résidus, partiellement traités, de cyanure concentré sont pompés du réservoir d'électrolyse vers un réservoir de rétention où ils se mélangent aux eaux de rinçage contenant des cyanures et aux eaux de rinçage alcalines. Le contenu de ce réservoir de rétention est ensuite pompé à une vitesse contrôlée dans le système de traitement chimique continu, qui exige trois étapes complètement automatiques pour totalement oxyder le cyanure et le transformer en bioxyde de carbone, en acide carbonique et en azote. Dans le premier bassin de traitement, le cyanure est oxydé et devient cyanate par l'ajout d'hypochlorite de sodium à un pH supérieur à 10 (maintenu par l'ajout de soude caustique). Les contrôleurs de pH et des potentiels d'oxydo-réduction surveillent continuellement l'ajout des produits chimiques de traitement. Comme agent oxydant, on se sert d'une solution d'hypochlorite de sodium, couramment vendue sur le marché, dont la force est d'environ 15%.

La solution partiellement traitée se déverse ensuite par débordement dans un deuxième réservoir de traitement où le pH est réduit à environ 8 par l'ajout d'acide sulfurique Bé 66° en provenance d'un réservoir d'emmagasinement.

La réaction finale se produit dans le troisième réservoir de traitement, où les contrôleurs de pH et des potentiels d'oxydo-réduction opèrent le dosage des produits chimiques de traitement selon les besoins. Encore ici, l'hypochlorite de sodium est l'agent oxydant.

Le système a été conçu de façon à traiter un maximum de 50 gallons impériaux à la minute, et comprend des alarmes qui signalent au panneau de commande central toute condition anormale du pH et des potentiels d'oxydo-réduction. Du troisième réservoir de traitement, la solution s'écoule par gravité dans la fosse de neutralisation.

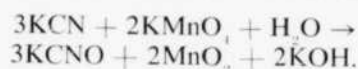
#### Solutions contenant des acides fluorhydriques et phosphoriques :

Etant donné que l'ion fluorure attaque les électrodes du pH, un système de traitement continu n'est pas indiqué : de plus, les volumes prévus quant à ces résidus étant plutôt faibles (5900 gallons impériaux de solutions concentrées par année et 1.5 gallon impérial à la minute d'eau de rinçage), on opta pour le procédé manuel par cuvée, distinct du procédé de traitement des acides généraux. Deux réservoirs servent à recueillir et traiter les résidus. Lorsqu'il y a accumulation suffisante dans un réservoir, on dirige l'écoulement vers le second réservoir au moyen de vannes appropriées. On traite ensuite le contenu du premier réservoir en y ajoutant manuellement de la chaux hydratée en quantités prédéterminées par analyse en laboratoire. Le principe de traitement comprend la neutralisation des résidus combinés jusqu'à obtention d'un pH de 7, puis la précipitation du fluorure et du phosphate de calcium insolubles.

A la fin du cycle de traitement, les résidus, qui sont constamment agités pour maintenir les précipités en suspension, s'écoulent par gravité dans la fosse de neutralisation. Lorsque le deuxième réservoir est plein, les résidus qui affluent sont déviés en direction du premier réservoir, pendant que se répète le cycle de traitement dans le deuxième réservoir.

#### Permanganates alcalins :

Les solutions concentrées de Magnus 2400, produit chimique breveté renfermant de la soude caustique et du permanganate de potassium, sont déversées de façon intermittente, ce qui justifie le choix du procédé discontinu pour enlever la coloration mauve de la solution. Le traitement comprend la réduction alcaline du permanganate jusqu'à l'obtention de bioxyde de manganèse au moyen des solutions de cyanures concentrés rejetées par le procédé. Lorsqu'une solution, contenant les permanganates alcalins, parvient au réservoir d'accumulation, on démarre le mélangeur de résidus. Une certaine quantité de résidus (prédéterminée par analyse en laboratoire), contenant des cyanures concentrés, est amenée depuis le réservoir d'accumulation vers le réservoir de traitement des cyanures. La réaction, qui est complète lorsque la solution devient incolore et qu'un précipité brun se forme, est la suivante :



Etant donné que le bioxyde de manganèse prend d'abord la forme d'un colloïde, une période de rétention d'au moins une heure est nécessaire pour permettre la formation du précipité. Le pH est constamment surveillé et indiqué localement sur un moniteur de pH durant le procédé. On doit éviter un pH de moins de 12, afin d'empêcher la formation de gaz cyanogène. Tout excès de cyanure ainsi que le cyanate sont ensuite oxydés au moyen d'une solution d'hypochlorite de sodium dont les quantités sont prédéterminées par analyse en laboratoire. L'oxydation du cyanate exige que le pH soit amené à 8 en y ajoutant de l'acide. Une fois traitée, la solution s'écoule par gravité dans la fosse de neutralisation.

#### Acides généraux concentrés :

Ces acides, qui sont recueillis dans un réservoir d'accumulation, servent à maintenir un milieu acide dans le système de traitement des chromates. Tout excès d'acide, qui existe en quantités considérables, est écoulé lentement à la fosse de neutralisation.

#### Alcalins concentrés :

Ces résidus sont recueillis dans un réservoir d'accumulation d'où ils s'écoulent lentement vers la fosse de neutralisation.

#### Système de neutralisation :

Le premier compartiment de la fosse de neutralisation reçoit les substances suivantes qui s'écoulent par gravité : tous les effluents des systèmes de traitement des cyanures, chrome, permanganates et fluorures-phosphates, ainsi que l'excès de résidus acides et alcalins, les

boues provenant périodiquement de l'électrolyse des cyanures et les eaux de drainage du sous-sol et du poste de traitement des effluents. De plus, l'effluent clair, provenant des bassins de sédimentation des boues, dont la description suivra plus loin, est recyclé jusqu'à la fosse de neutralisation. Cette fosse comprend deux compartiments en série et un puisard pour les pompes. Les alarmes des moniteurs pH signalent toute urgence sur le panneau de commande central. Les effluents neutralisés sont pompés du puisard vers un bassin de sédimentation à haut rendement au moyen d'une pompe à vis sans fin qui opère le transfert des matières en suspension sans briser les particules.

#### Séparation et épaissement des boues :

Le bassin de sédimentation à haut rendement est équipé d'une chambre de floculation dont la période de rétention est de 15 minutes. Le liquide résiduaire entre dans la chambre de floculation près de la porte supérieure du bassin ; il descend à travers la chambre de sédimentation le long d'une chicane centrale et remonte en passant par des tubes sur lesquels les particules se déposent. Les effluents clarifiés se déversent, par un trop-plein situé près du haut du bassin, dans un réservoir d'où ils sont pompés dans l'égout sanitaire. Le pH, dans ce dernier réservoir, est enregistré de façon continue sur un graphique circulaire et les données ainsi obtenues sont consignées aux dossiers. Pendant qu'ils sont acheminés vers l'égout, les effluents clarifiés passent par un système servant à mesurer la turbidité ; celui-ci est relié à un enregistreur et à un signal d'alarme installés sur le panneau central de commande.

Les boues qui se forment dans une trémie au fond du bassin de sédimentation à haut rendement sont retirées par une vanne réglée manuellement suivant les besoins. Elles sont attirées par gravité vers l'un ou l'autre des deux bassins d'épaissement d'une capacité de 10,000 gallons chacun. Les boues s'accumulent sans arrêt dans le bassin et se déposent au fond. Le liquide surnageant se déverse dans un puisard commun d'où il peut être renvoyé vers la fosse de neutralisation. A l'heure actuelle, les boues clarifiées et neutralisées sont pompées hors des bassins de sédimentation jusqu'à un camion qui les transporte à l'endroit choisi pour leur élimination. On a toutefois prévu suffisamment d'espace dans le poste de traitement des effluents pour l'installation ultérieure d'un filtre lorsque le besoin s'en fera sentir.

#### **Description des installations de traitement**

On trouvera, à la figure II, un plan qui précise l'emplacement des principales pièces d'équipement du système de traitement des effluents. La plupart de ces pièces se trouvent en dessous de l'atelier de traitement. Deux d'entre elles font toutefois exception à la règle, soit le panneau central de commande, situé à l'intérieur du laboratoire dans l'atelier, et les produits chimiques utilisés pour le traitement (cylindres d'anhydride sulfureux avec l'équipement de sulfonation, et les réservoirs de stockage d'hypochlorite de sodium 15%, d'acide sulfurique 66°Bé et de solution de soude caustique 50%), qui sont situés, par mesure de prudence



Figure II —

Plan du système de dilution des effluents, montrant l'emplacement des principales pièces d'équipement dans l'entrepôt et le sous-sol des ateliers. Le panneau central, situé dans le laboratoire de l'atelier, n'apparaît pas sur cette illustration.

et pour en faciliter la livraison, dans un entrepôt chauffé et ventilé derrière le bâtiment principal. Des conduites souterraines acheminent les produits chimiques de l'entrepôt jusqu'au poste de traitement des effluents, au sous-sol. On trouvera, à la figure III, une photographie des réservoirs de rétention qui se trouvent à l'intérieur du poste de traitement.

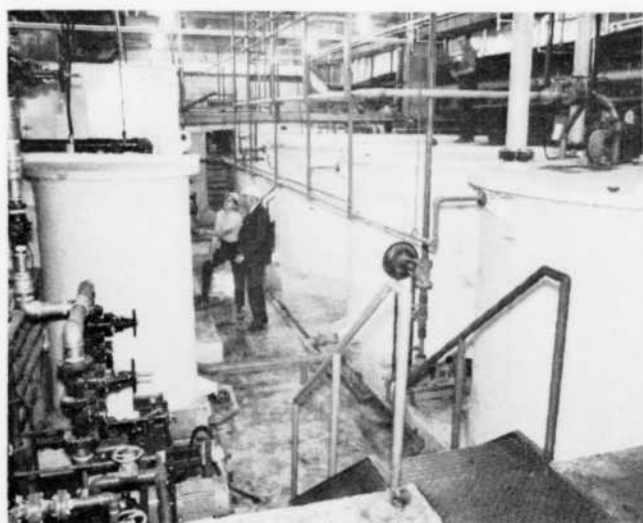


Figure III — Photographie des bassins en fibre de verre dans le poste de traitement des effluents.

Tous les réservoirs d'accumulation et de rétention ont une forme cylindrique ; ils sont construits en plastique renforcé de fibre de verre et sont équipés de couvercles légers en fibre de verre. Un système de ventilation opère dans le poste de traitement proprement dit, dans tous les bassins de traitement et les bassins d'accumulation du cyanure concentré et des divers acides. Les résidus contenant du cyanure et les résidus alcalins sont séparés des résidus acides par des parois incurvées en béton qui divisent le poste de traitement en deux sections principales. Une couche de protection recouvre les planchers de béton et les parois incurvées. Tous les

bassins sont munis de tuyaux de trop-plein qui mènent à deux fosses distinctes, une pour les résidus acides et l'autre pour les résidus des alcalis et des cyanures. Ces fosses reçoivent également les pertes des pompes, conduites et bassins dans leurs sections respectives.

Les systèmes de traitement automatique et continu sont commandés depuis le panneau de commande situé dans le laboratoire, alors que l'équipement pour les procédés discontinus est commandé manuellement, à partir du panneau de contrôle dans le poste de traitement des effluents. Des régulateurs de niveau arrêtent automatiquement les mélangeurs et les pompes dans tous les bassins où un niveau trop faible a été décelé. Un niveau trop élevé dans les bassins de rétention ou d'accumulation, tout comme dans le bassin d'électrolyse du cyanure, la fosse de neutralisation, la fosse des effluents clarifiés et la fosse de dépôt des boues, peut être détecté par des signaux d'alarme placés sur le panneau central de commande. Les sondes, servant à détecter un niveau élevé, sont placées sous les tuyaux d'écoulement de trop-plein, de manière à donner l'alarme avant que les bassins débordent. Dans les réservoirs d'emmagasinage d'acide sulfurique et de soude caustique, un niveau trop faible est signalé sur le panneau de commande, avant que ces réservoirs soient complètement vides. Un système automatique de transfert des produits chimiques est prévu, de sorte qu'un groupe de cylindres d'anhydride sulfureux peut être immédiatement remplacé par un groupe de rechange, lorsqu'il est vide. Des signaux sur le panneau de commande indiquent quel est le groupe de cylindres qui est utilisé, ainsi que le moment où l'un d'eux devient vide. Un système similaire est prévu pour les deux réservoirs d'emmagasinage d'hypochlorite de sodium.

Toutes les pompes de transfert, autres que celles de la fosse de neutralisation, sont centrifuges et sont conformes aux normes AVS. Toutes les pompes qui doivent assurer un rythme d'alimentation soigneusement contrôlé sont des pompes de mesure.

### Fourniture des installations de traitement

Après la rédaction d'un devis spécifiant les débits et les concentrations prévus, les types de traitement voulus et les critères de calcul, un appel d'offres a été lancé pour l'exécution des travaux suivants : choix et fourniture de tout l'équipement, à l'exception de la tuyauterie et du câblage ; préparation des schémas d'implantation et définition du matériel requis pour la tuyauterie et le câblage ; coordination et supervision des travaux, ainsi que tout autre service requis pour assurer une bonne installation de l'équipement et la mise en service du système. ■

### REMERCIEMENTS

L'auteur désire remercier toutes les personnes qui, par leur appui, leur encouragement et leur collaboration, ont rendu possible la réalisation de ce projet, entre autres le personnel de la compagnie Air Canada, le personnel du bureau d'études SNC Inc., les fournisseurs et les entrepreneurs.

### NOTE

La conception avant-gardiste de ce système de traitement des effluents a valu au bureau d'études SNC Inc. le « prix du mérite » décerné par l'Association des ingénieurs-conseils du Canada et la revue « Canadian Consulting Engineer ». Mme Burnham, concepteur du système, précise que « si l'on tient compte de l'environnement au début d'un projet, les systèmes anti-pollution peuvent être conçus pour combattre tout agent destructeur des systèmes écologiques ».

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

615, rue Belmont, Montréal 101

#### Spécialistes en Géotechnique

Sondages et forages ;

Essais en laboratoire ;

Rapports complets et

recommandations.

Tél. : 871-1117



### DIVISION DES SERVICES PROFESSIONNELS WARNOCK HERSEY INTERNATIONAL LIMITED

*Services de consultation*

Technique des sols • Expertises

Métallurgie et analyses minéralogiques

Essais chimiques et physiques

Études économiques et des marchés

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

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



### RICHELIEU À L'OEUVRE

La photographie ci-haut montre le navire « Prince Edward Island » (au centre), lequel est utilisé comme station génératrice et de chargement, ainsi que deux barges à clapets autopropulsées, l'« Ile aux Coudres » (à gauche) et le « Sable Island ». Ces navires sont au travail sur le Fleuve St-Laurent, sur un projet de dragage de grande envergure, dont Richelieu en a la gérance.



### SOCIETE DE DRAGAGE RICHELIEU INC.

Siège Social: 1010 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal 110, P.Q. Tél.: (514) 866-5335  
Succursale: Chemin St-Ours, Sorel, P.Q. Tél.: (514) 742-5648

# Le coût des combustibles monte en flèche. Le rendement thermique est devenu une priorité.

Le pétrole est là, plusieurs le cherchent mais il n'a pas encore jailli à profusion

analyse de la politique de l'énergie  
**La sécurité de l'approvisionnement en pétrole dans l'Est inquiète**



Essence et huile à chauffage

**Le marché sera servi le**

En attendant une politique

Une analyse exhaustive de la situation énergétique

**Face à la crise énergétique**

Pour faire face à la crise de l'énergie, depuis deux mois, on envisage d'utiliser de nouveaux itinéraires pour une grande échelle. C'est du moins la recommandation d'un comité d'experts de la Commission de l'énergie atomique des États-Unis. Il semble que les États-Unis veulent se libérer d'une trop grande dépendance du pétrole des pays arabes. C'est exactement un tournant de la situation. L'auteur de l'article sur le sujet dans ce dossier affirme que plusieurs solutions existent pour augmenter la production et réduire les coûts de la production et de la distribution de l'énergie nucléaire en vue d'augmenter le pétrole.

**L'énergie, les USA et nous**

Ottawa entend tirer plus de profits du gaz et du pétrole  
 es Maritimes en quête de pétrole



Coût de la mise en valeur des ressources énergétiques au pays durant la décennie:  
**De \$42 à \$68 milliards**

**Les Canadiens paient l'énergie entre deux fois plus cher en**

Nous devons bientôt faire face à une crise de l'énergie et il est un point sur lequel tous les "experts" s'entendent: le coût des combustibles grimpe en flèche. Selon le rapport intitulé "Politique canadienne de l'énergie", publié par le gouvernement, le coût de l'huile et du gaz aura plus que doublé d'ici 1990.

De toute évidence, le rendement thermique deviendra un facteur primordial de toute nouvelle construction. L'un des moyens les plus sûrs d'assurer ce rendement est d'augmenter la quantité d'isolation.

Nous savons que les acheteurs n'aiment pas les frais cachés tels que ceux de l'isolation. Il vous est sans doute arrivé qu'un client modifie vos devis en ce qui a trait à l'isolation, le faible coût des combustibles l'incitant à négliger la perte de chaleur.

Cependant, nous pouvons vous aider à gagner la lutte en faveur du rendement thermique.

Nous avons d'abord lancé une campagne de publicité à l'adresse des membres de l'industrie de la construction et du grand public, afin de faire connaître comment une isolation accrue peut réduire la consommation de combustible.

Deuxièmement, nous mettons nos techniciens à votre disposition pour vous aider à résoudre certains problèmes particuliers d'isolation.

Enfin, nous avons constitué le "Dossier critique" qui réunit les plus récents articles parus dans les journaux au sujet de la crise de l'énergie, ainsi que des renseignements de base qui vous aideront à émettre les recommandations qui s'imposent... et à les faire accepter.

Nous avons posté ce "Dossier critique" à tous les membres de votre profession que nous avons pu joindre. Si vous ne l'avez pas reçu, il vous suffit de remplir le coupon ci-joint.

Notre seul but est de vous aider. Ne

fabricons-nous pas des produits susceptibles de réduire la consommation de combustibles? A nous tous, nous pourrions peut-être réussir à vaincre la crise de l'énergie.

Fiberglas est une marque déposée.



Poster à: Fiberglas Canada Ltée  
 1855, 52<sup>e</sup> Avenue  
 Lachine, Québec

J'aimerais recevoir le "Dossier critique" et toute la documentation à venir:

NOM \_\_\_\_\_  
 FONCTION \_\_\_\_\_  
 COMPAGNIE \_\_\_\_\_  
 ADRESSE \_\_\_\_\_  
 VILLE \_\_\_\_\_  
 PROVINCE \_\_\_\_\_ CODE \_\_\_\_\_

**FIBERGLAS CANADA**

1855, 52<sup>e</sup> AVENUE LACHINE, QUÉBEC

# Chez nous, rien ne tombe à l'eau.

La construction navale est un métier qui exige une grande précision, car un navire doit être une entité par lui-même.

À 500 milles en mer, il est impossible d'appeler qui que ce soit pour effectuer des réparations. Nous ne pouvons donc compter que sur la qualité de nos propres produits.


Notre longue expérience nous permet de fabriquer

toute une gamme de produits à rendement sûr, des produits durables, qui sont utilisés dans des domaines autres que ceux de la navigation.

Par exemple: des turbines géantes et des alternateurs pour les immenses centrales hydro-électriques canadiennes, des wagons de chemin de fer pour le Mexique et pour l'industrie minière.

La haute qualité de nos produits n'est plus à prouver, qu'il s'agisse d'une grue géante ou de wagons spéciaux pour le transport de métal en fusion.

Communiquez avec nous. Vous constaterez que chez nous, rien ne tombe à l'eau.

 **Marine  
Industrie Ltée**

Montréal • Sorel  
(514) 849-2131



## ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS - SÉNÉGAL

Une institution qui répond à un besoin urgent et prioritaire pour le développement du Sénégal : telle est la définition de l'École Polytechnique de Thiès qui, dès 1978, fournira au Sénégal des cadres supérieurs spécialisés en génie.

L'Agence canadienne de développement international, conjointement avec le gouvernement de Dakar, a accepté de prendre en charge la réalisation de cette institution.

C'est à l'École Polytechnique de Montréal, qui célèbre cette année son centenaire, que l'ACDI a confié la formation pédagogique.

La pénurie des cadres supérieurs s'est fait sentir au Sénégal avec l'avènement de l'indépendance. Le gouvernement de Dakar avait fait appel à la coopération internationale pour l'aider à assurer l'administration de la chose publique.

L'École Polytechnique de Thiès jouera donc un rôle important dans la « sénégalisation » des cadres.

L'histoire de l'EPT remonte à 1966 lorsque, à l'occasion d'une visite à Ottawa, le président du Sénégal, M. Léopold Senghor, a demandé l'aide canadienne pour la construction et la mise sur pied d'un prytanée, conçu dans son esprit comme une école de « chefs » (prutaneis) ou cadres supérieurs suivant l'étymologie grecque.

Le projet, cependant, s'est modifié au fur et à mesure que des études précisaient les besoins d'encadrement technique du développement sénégalais, pour devenir une école de génie avec formation en « management ».

Le Canada s'engageait ainsi à fournir une subvention de \$6 millions, soit 80 p. 100 du coût total de sa réalisation.

Les travaux de construction de l'École Polytechnique de Thiès ont commencé en juin 1971. Ils ont été confiés au bureau d'ingénieurs Bélanger, Blanchette, Albert et Associés Limitée, du Nouveau-Brunswick.

L'objectif de l'EPT est de fournir annuellement à l'économie sénégalaise un contingent de 50 à 70 ingénieurs spécialisés dans deux secteurs des sciences appliquées. Ces ingénieurs seront détenteurs d'un diplôme universitaire de cinq années d'études après le baccalauréat. Ils seront initiés durant les deux dernières années de leurs études aux principales techniques du « management » moderne. Ces diplômés seront donc qualifiés pour occuper des postes de « cadres supérieurs » dans les entreprises sénégalaises publiques et privées.

L'École Polytechnique de Thiès ouvrira ses portes en octobre 1973, alors qu'elle accueillera une centaine d'étudiants en année préparatoire. Le nombre d'étudiants augmentera chaque année pour atteindre 350 en 1978.

Les secteurs des sciences appliquées qui seront enseignés sont le génie civil avec une forte orientation vers le rural et le génie mécanique avec une orientation vers l'industriel.

Pour la première année, une dizaine de professeurs canadiens enseigneront à l'EPT auxquels dix autres viendront s'ajouter l'an prochain. Leur nombre ne devrait pas cependant dépasser vingt-cinq pour les trois premières années.

Les personnes suivantes participent activement à ce projet d'implantation :

- M. Roger P. LANGLOIS, ing., à titre de directeur de l'École Polytechnique de Montréal, est responsable de la mise en œuvre des ententes de l'École avec l'Agence Canadienne de Développement International qui finance le projet.
- M. Rémi TOUGAS, ing., à titre de directeur des services de l'enseignement de l'École Polytechnique de Montréal, est responsable de l'ensemble pédagogique et scolaire du projet et des services offerts par son personnel.
- M. Jean-L. CORNEILLE, ing., à titre de directeur général du projet, est responsable de l'implantation de l'École Polytechnique de Thiès.
- M. Gabriel GARNEAU est adjoint administratif au directeur général.
- M. Claude DUBEAU est le directeur de l'École Polytechnique de Thiès.
- M. Raymond C. MAYER, ing., est le directeur des services de l'enseignement de la nouvelle école.
- M. Jean R. VANASSE, ing., est le directeur des équipements et des aménagements de la nouvelle école.
- De plus, MM. François MUNIER (mathématiques), Louis COURVILLE, ing. (génie électrique) et Jean-Charles SISI (génie chimique) ont accepté des postes de professeurs à la nouvelle école.

MM. Dubeau, Mayer, Vanasse, Munier, Courville et Sisi sont sur place depuis le début de septembre. ■

## LA POMPE

### AVEC TURBINE À ARBRE VERTICAL est la plus avantageuse que vous puissiez acheter



Cette pompe comporte le double dispositif d'étanchéité introduit par la division des pompes Peerless de FMC Corporation. Ce dispositif, aussi simple qu'efficace, utilise deux surfaces de scellement plutôt qu'une, ce qui permet d'éviter les pertes d'efficacité causées par la re-circulation du liquide des zones de haute pression aux zones de basse pression dans la cuvette de la pompe. La cuvette Peerless à double dispositif d'étanchéité comporte une surface de scellement supplémentaire, sur le plan horizontal, qui peut se régler facilement de façon à conserver son efficacité malgré l'augmentation de l'usure.

#### CARACTÉRISTIQUES:

- Débit: jusqu'à 200,000 gal./m.
- Hauteur de refoulement: jusqu'à 2,500 pieds.
- Enfoncement: jusqu'à 1,500 pieds.
- Puissance: jusqu'à 5,000 CV.
- Lubrification: à l'huile ou à l'eau.
- Commandes: électriques, transmission à angle droit, combinaison moteur/engrenages, commande par moteur ou par turbine à vapeur.

Peerless fabrique l'une des plus vastes séries de pompes centrifuges horizontales et verticales de qualité supérieure, destinées aux industries pétrolière, chimique et pétrochimique. Ces pompes offrent la gamme la plus complète de hauteurs de refoulement, de débits et de grandeurs, et elles sont adaptées au pompage de presque toutes les sortes de liquides.

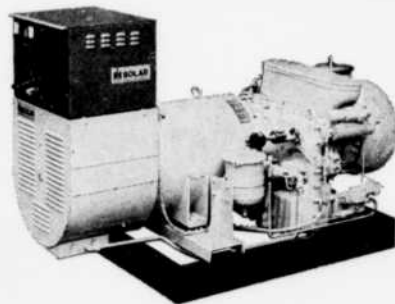
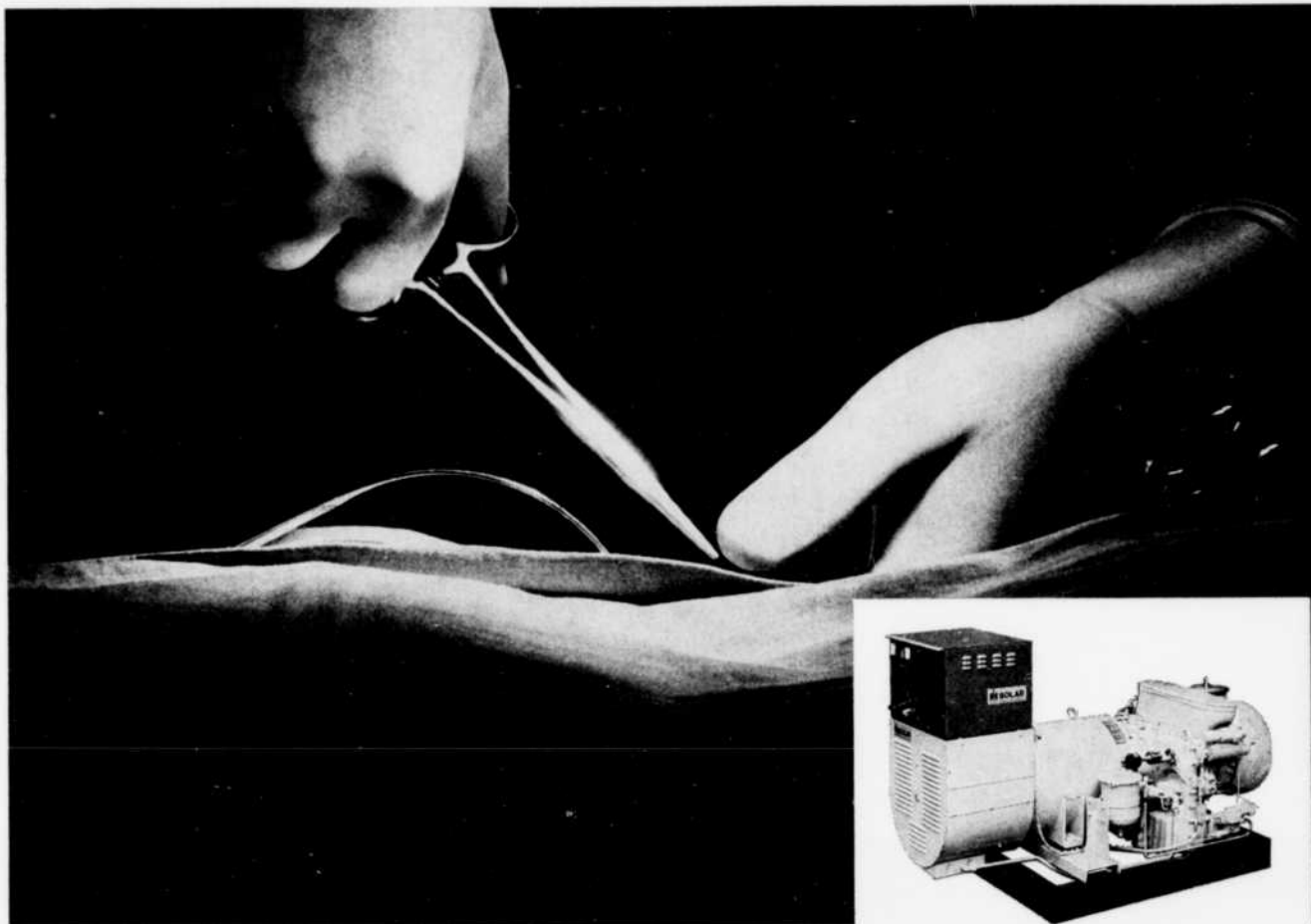
Demandez le bulletin B-141

DISTRIBUTEUR:

**CONSOLIDATED ENGINES  
& MACHINERY CO. LTD.**

MONTRÉAL • TORONTO  
HALIFAX • MONCTON

# Comment les hôpitaux se protègent-ils des pannes de courant..?



## Ils se procurent nos groupes électrogènes de secours à turbine à gaz.

Panne totale. Panne momentanée.

Les lumières s'éteignent. Les ascenseurs s'arrêtent. Tentes d'oxygène et incubateurs ne fonctionnent plus. Les réfrigérateurs abritant les approvisionnements sanguins ne marchent plus. Pas question, évidemment, que cela se produise dans un hôpital moderne.

Voilà pourquoi les lois fédérales et provinciales obligent à posséder une puissance de réserve... pourquoi aussi nos groupes générateurs deviennent de plus en plus populaires non seulement dans les hôpitaux mais partout où est requise une alimentation d'appoint.

...SOLAR fabrique des groupes électrogènes de 225, 900 ou 2 500 kilowatts d'énergie. Ces appareils d'un fonctionnement de tout repos ont été installés, ou le seront sous peu, à Détroit, Québec, Wallingford (Conn.), Iron Mountain (Mich.), Los Angeles (Calif.) et en bien d'autres endroits. Un hôpital de \$91 millions, nouvellement construit à

## CARNET

**BOUDREAU, Jacques-J., Poly '59**, vice-président de la compagnie W.J. Cosgrove & Associés Inc., a été nommé récemment au poste de directeur général de cette entreprise. M. Boudreau dirigera toutes les activités de cette compagnie qui se spécialise dans les sciences de l'environnement.

**BRUNELLE, Jean O., Poly '60**, quitte la compagnie Domtar Limitée après 10 années de service dans plusieurs divisions de l'entreprise. Il a accepté tout récemment le poste de chef de l'exploitation de l'usine de traitement du minerai de la nouvelle mine de bauxite en République de Guinée sur la côte ouest de l'Afrique. Son lieu de travail sera à Kamsar, ville nouvellement créée, faisant partie d'un projet de 300 millions de dollars.

**BRUNET, Jean, Poly '64**, a été nommé récemment au poste de doyen adjoint des études avancées et de la recherche à l'Université du Québec à Montréal. Antérieurement à cette nomination, M. Brunet occupa successivement les postes de professeur assistant et de professeur agrégé à l'Université McGill. Il fut également chargé de cours au niveau des deuxième et troisième cycles, au département de génie chimique de l'École Polytechnique. M. Brunet possède une maîtrise et un doctorat en Chimie-Physique de l'Université de Floride.

**CASTONGUAY, Marcel, Poly '67**, qui était auparavant ingénieur à l'Alcan d'Arvida, division production d'énergie, est maintenant à l'emploi de l'Hydro-Québec au poste de chef de division Planification, service projets techniques et distribution pour la région du Saguenay.

**COUTURE, Louis-Philippe, Poly '48**, a été élu à la présidence de l'Association Québécoise des Techniques de l'Eau, à l'issue de leur Congrès tenu au printemps 1973. M. Couture remplace à ce poste M. François Lalande, ing.

**DE CARVALHO, José, Poly '64**, quitte le Canada (nouvelle mentionnée dans carnet - juin 1973). M. de Carvalho a accepté le poste d'administrateur délégué du Niger pour la Route de l'unité et de l'amitié canadienne. Il aura son bureau à Niamey, Niger.

**HONE, André, Poly '29**, a été nommé récemment Fellow de l'American Society for Metals. Le titre de Fellow de l'ASM est décerné en reconnaissance de contributions importantes dans le domaine des métaux et des matériaux; l'ensemble de ceux qui portent ce titre constitue également un groupe de conseillers spéciaux de cette Société pour des questions techniques et professionnelles.

**DESLAURIERS, Michel, Poly '71**, qui était auparavant ingénieur de projets pour la compagnie Normandin Construction Limitée, est maintenant à l'emploi du bureau d'ingénieurs-conseils Lalande, Tétrault & Associés, spécialistes en génie municipal.

**DUPONT, André, Poly '56**, a été nommé au poste de directeur du département de Mathématiques de l'École Polytechnique, pour un mandat de deux ans se terminant le 31 mai 1975.

**HUDON, Jean-Charles, Poly '69**, a été nommé vice-président et directeur de la compagnie Sotramont Inc., entrepreneurs généraux de Hull, Québec. M. Hudon continuera d'assumer ses fonctions de directeur de la Construction.

**LAUZON, Ernest-P., Poly '49**, a été élu président de la Corporation des Arpentiers-Géomètres de la province de Québec.

**LEONARD, Jean-Pierre, Poly '68**, a terminé en avril dernier une Maîtrise en Administration des Affaires (M.B.A.) à l'Université Sir George Williams. Il est maintenant à l'emploi de la compagnie Dominion Bridge Limited, Division des Constructions métalliques du Québec, en tant qu'administrateur-adjoint des contrats.

**LEHOUX, Louis-Aimé, Poly '63**, occupe, depuis février 1973, le poste de président de la compagnie Lehoux & Matte Limitée. Cette nouvelle compagnie opère comme entrepreneur général en construction industrielle et commerciale. Antérieurement, M. Lehoux était à l'emploi de la compagnie Raymond Matte & Fils Limitée, laquelle opère dans un domaine similaire.

**LUSSIER, Réal, Poly '62**, a été nommé récemment au poste de directeur de la succursale de Montréal de la compagnie American Air Filter of Canada Ltd. AAF Canada est l'un des principaux manufacturiers d'équipements de contrôle de pollution, de chauffage, ventilation et climatisation. Le siège social et les ateliers de AAF Canada sont situés à Montréal. La compagnie a établi un réseau de bureaux de vente à travers tout le Canada.

**PRIMEAU, Raymond, Poly '53**, vice-président et directeur général de la Banque provinciale du Canada, a été nommé récemment membre du Conseil économique du Canada pour une période de trois ans.

**ROY, Jean-Yves, Laval, '58**, auparavant directeur des ventes pour le district du Québec de la Canadian Industries Limited, a été muté en Afrique où il sera directeur général de la West African Explosives and Chemicals Limited, une filiale de la CIL au Libéria.

Buffalo, N.Y., a fait l'acquisition de six de nos groupes générateurs de 900 kW et quatre de 225 kW. Le choix se justifiait par le bas coût d'installation... le faible encombrement et le poids minime... le peu de bruit, de vibration et de pollution atmosphérique, ce qui a permis l'installation au niveau de la mezzanine... un pouvoir de démarrage infailible pour les groupes raccordés à la charge critique.

SOLAR fabrique aussi des groupes électrogènes pour service continu, des groupes capables d'alimenter des installations non critiques dans des conditions de charge normales, des groupes à qui on peut automatiquement — il suffit de millièmes de seconde — confier la charge de fonctions critiques.

Si vous recherchez une alimentation électrique de secours au coût de kilowatt le plus bas, laissez-nous vous prouver la supériorité de nos groupes générateurs à turbine à gaz.

Service des produits SOLAR  
International Harvester Co.  
of Canada, Ltd.  
Bureaux à Montréal et  
Calgary.



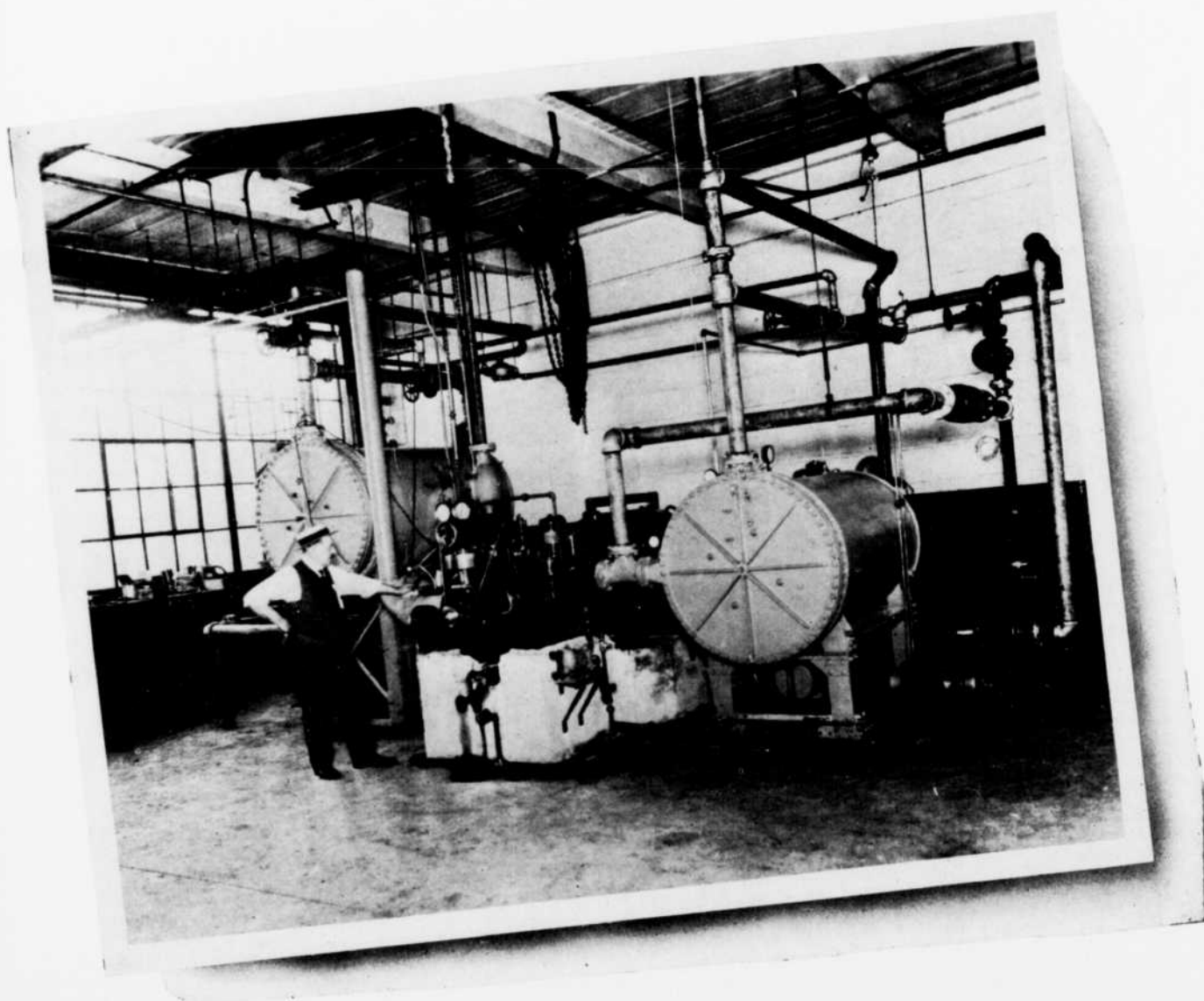
# SOLAR

leader international en matière de turbine à gaz.

V297

Notre toute première machine frigorifique centrifuge se trouve au musée Smithsonian.

La première à être fabriquée au Canada, en 1928, fonctionne encore à Halifax.



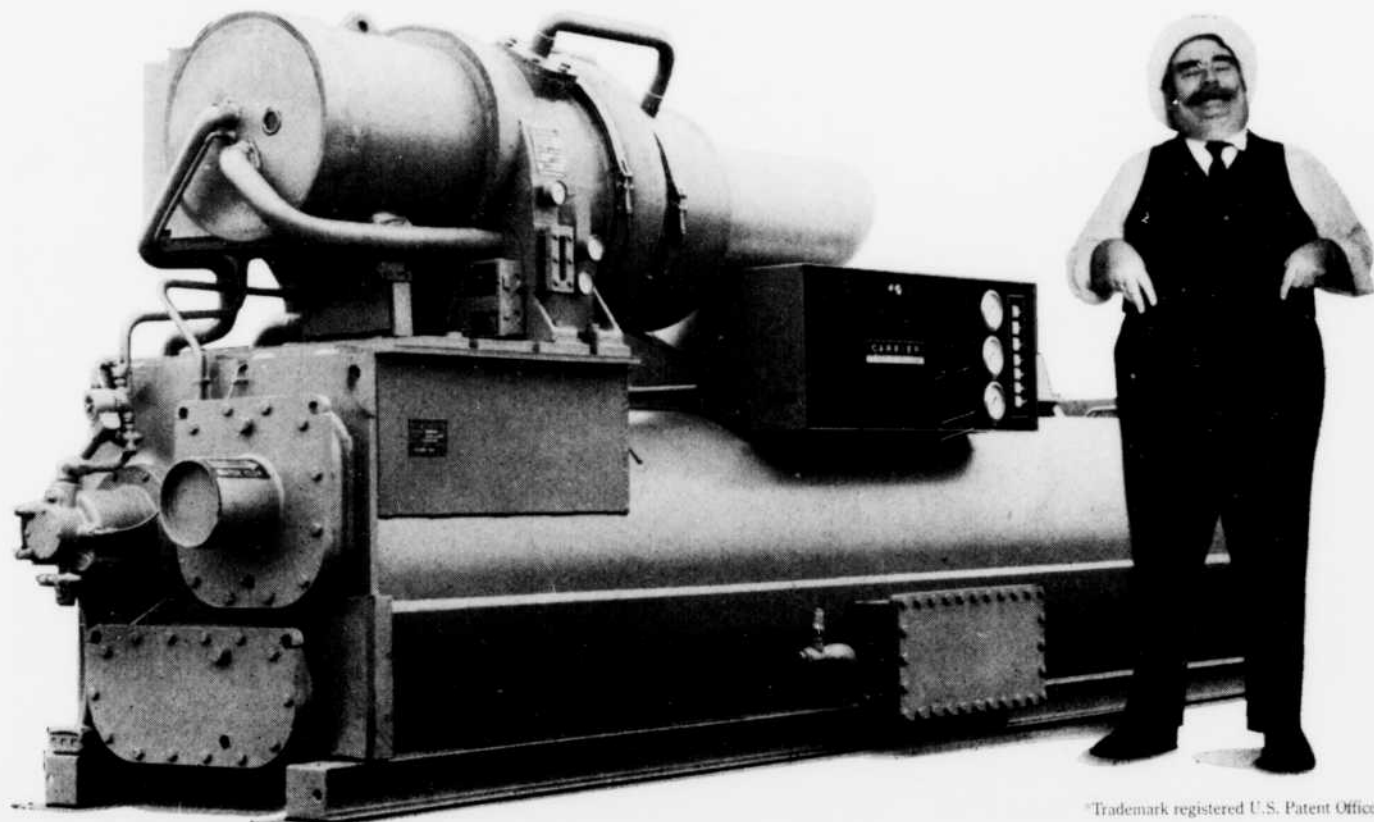
# Les appareils créés durant notre 50e année d'existence occupent 2 fois moins de place et fournissent 6 fois plus de rendement

La machine hermétique 19DG de Carrier a une capacité frigorifique de 100 à 400 tonnes et consomme un minimum d'énergie. Elle répond sur-le-champ à tout changement de température dans vos installations, avec la fiabilité qu'assurent ses circuits entièrement transistorisés. Cette machine est entièrement montée à l'usine et prête à fonctionner; elle est pourvue d'une transmission Dynapoise®, d'un refroidisseur et d'un condenseur monocoques et de poutrelles qui facilitent le levage.

Votre représentant Carrier vous renseignera sur toutes les machines frigorifiques de Carrier... la première compagnie à posséder 50 ans d'expérience dans le domaine des machines frigorifiques centrifuges. Carrier Air Conditioning (Canada) Ltd., 8100 Dixie Road, Bramalea, Ontario.



Les spécialistes de la climatisation



\*Trademark registered U.S. Patent Office.

# MONTEL

# outil

de grandes réalisations



Stadium du Parc Jarry, Montréal



La Cité des Jeunes, Rivière-du-Loup



Place de la Justice, Montréal



Hôpital Youville, Rouyn



Grand Théâtre de Québec

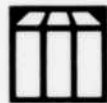


La Cité d'Alma

L'équipement de distribution électrique Montel fait partie de ces réalisations de chez nous.

Sa précision, son efficacité et près de 50 ans d'expérience sont également appréciés en d'autres pays; entre autres à Formose, au Honduras, en Tunisie, au Togo, au Dahomey et en Côte-d'Ivoire.

Voyez une installation MONTEL. Vous conviendrez de sa qualité.



**MONTEL** INC.

**Siège social et usine:**

Montmagny, Qué., Canada:  
C.P. 130, Montmagny, Qué. G5V 3S5  
Tél.: (418) 248-0235 Téléc.: 011-3419

**Bureaux de ventes:**

Québec:  
Tél.: (418) 884-2715  
Montréal: 235 est, Dorchester,  
Suite 310, Montréal 129, Qué.  
Tél.: (514) 861-7445 Téléc.: 01-20852  
Toronto: C.P. 2062, Station "B",  
Scarborough, Ontario M1N 2E5  
Tél.: (416) 465-5409 Téléc.: 06-219787



## Une arme plutôt qu'un déluge? Pas si les pompes à feu automatiques sont munies de moteur diesel RUSTON DIESELS

Les moteurs diesels Ruston Diesels Ltd., (approuvés par ULC et FM) pour les pompes à feu automatiques sont réputés pour leurs fiabilités et économies. Les centres de service Ruston sont votre garantie d'opération continue.

Pour toute demande de puissance variant de 10 à 8000 BHP en service continu ou d'urgence, demandez Ruston. La gamme de diesels *Ruston, Paxman, Dorman* ainsi que leurs installations et service sont tous disponibles de Ruston Diesels Ltd., incluant les systèmes complets et contrôles si désiré, vous procurent le choix le plus vaste au monde.

Détail technique sur demande.

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

St. John's • Halifax • Toronto • Vancouver

**Diesels  
Ruston** LIMITÉE

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

# Demandez cette brochure



qui vous indiquera comment obtenir un prêt de la BEI en vue d'établir, de développer ou de moderniser votre entreprise.

**BANQUE D'EXPANSION  
beï INDUSTRIELLE**

**Bureaux régionaux: Vancouver • Winnipeg • Toronto • Montréal • Halifax**

**Succursales:** Saint-Jean, T.-N. • Halifax, Sydney, N.-E. • Saint-Jean, Moncton, N.-B. • Charlottetown, I.-P.-E. • Rimouski, Chicoutimi, Québec, Trois-Rivières, Sherbrooke, Montréal, Longueuil, Rouyn-Noranda, P.Q. • Ottawa, Kingston, Toronto, Hamilton, St. Catharines, Kitchener-Waterloo, London, Windsor, Sudbury, Sault-Ste-Marie, Thunder Bay, Kenora, Ont. • Winnipeg, Brandon, Man. • Regina, Saskatoon, Sask. • Lethbridge, Calgary, Edmonton, Grande Prairie, Alb. • Cranbrook, Kelowna, Prince George, Chilliwack, New Westminster, Vancouver, North Vancouver, Victoria, Campbell River, C.-B.

# QUELQUES ASPECTS MODERNES DE LA MÉTALLURGIE CHIMIQUE

par Dr Fathi Habashi

## Notice biographique :

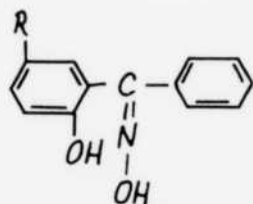
Dr Fathi Habashi travailla trois ans avec une équipe de recherches en métallurgie extractive pour Anaconda Company, Tucson, Arizona. Depuis 1970, il est membre du Département de Mines et Métallurgie à l'Université Laval, Québec. Le premier et le second tomes du volume intitulé : «Principles of Extractive Metallurgy» furent publiés en 1969 et 1970 respectivement, et deux autres sont en préparation.



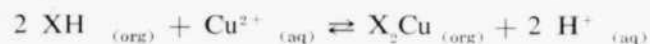
## Extraction des métaux des minerais pauvres

L'épuisement de la plupart des gisements riches a conduit les métallurgistes à développer de nouvelles méthodes pour valoriser les minerais pauvres et en extraire les métaux.

Une de ces nouvelles méthodes fait appel aux solvants organiques. Par exemple, certains minerais à basse teneur en cuivre sont d'abord traités en laissant percoler de l'acide sulfurique dilué à travers des amas de minerais afin de mettre en solution le cuivre et d'autres impuretés. La concentration du cuivre en solution est alors si faible qu'il ne s'avère pas économique de récupérer le métal pur par les voies classiques. On peut toutefois enrichir la solution en l'agitant en présence d'un solvant organique appelé LIX-64. Ce solvant contient un oxime qui fixe le cuivre et dont la formule générale est :

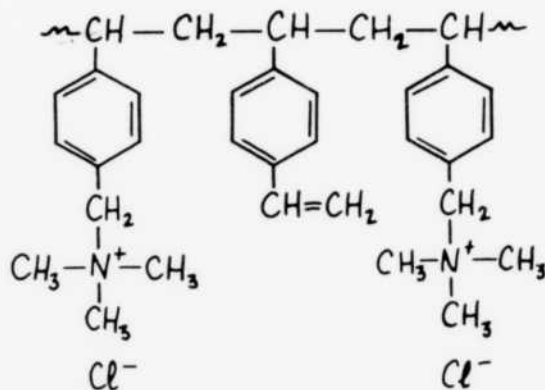


Le cuivre passe de la phase aqueuse à la phase organique selon la réaction réversible :



où XH représente l'oxime en question. On inverse ensuite la réaction en agitant le solvant organique en présence, cette fois, d'acide sulfurique concentré. On force donc alors le cuivre à revenir dans une solution aqueuse qui peut être dix fois plus riche en cuivre qu'auparavant. A ce moment, la récupération du cuivre par voie électrolytique devient économique. On utilise couramment cette méthode, par exemple, en Arizona.

Il existe d'autres méthodes pour augmenter la concentration de certains ions métalliques dans une solution. Par exemple, la lixiviation des minerais d'uranium donne une solution d'acide sulfurique contenant des traces d'uranium. Au passage de la solution au travers d'un lit de résine spécial contenant des ions de chlore :



Les anions  $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{4-}$  se fixent sur la résine en déplaçant les ions de chlore. Lorsque la résine a atteint son point de saturation, on en détache les anions complexes en la lavant avec une solution aqueuse de chlorure de sodium. On régénère par le fait même la résine.

On vient de lancer sur le marché un procédé qui permet d'extraire le cuivre des minerais pauvres en oxyde de cuivre<sup>1</sup>. On ajoute un peu de charbon et de

NaCl à du minerai broyé et l'on porte le tout à 750°C. Le cuivre quitte alors le minerai et se dépose sur les particules de charbon sous forme de flocons de cuivre métallique. On croit que la migration du cuivre s'effectue via le chlorure volatil  $\text{CuCl}$  qui se réduit en cuivre métallique à la surface du charbon. Les flocons de cuivre sont récupérés par des méthodes physiques de concentration.

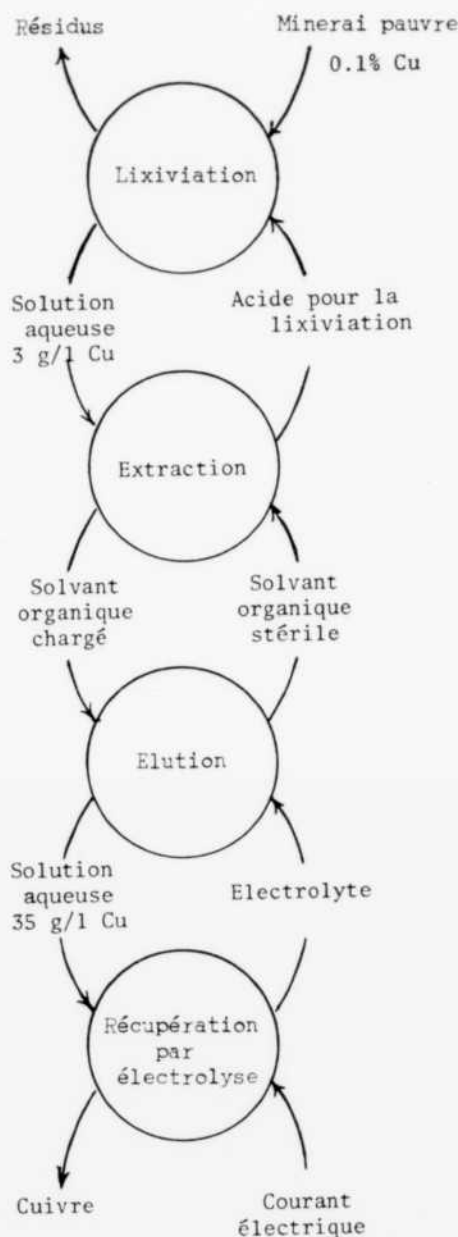


Figure 1 — La récupération du cuivre à partir de minerai pauvre est réalisable grâce à l'emploi de solvants organiques. La concentration du cuivre dans la phase aqueuse est dix fois plus grande que dans la solution de lixiviation.

### Les microorganismes en métallurgie

Les travaux de la dernière décennie ont montré l'influence favorable d'un certain microorganisme, le thio-bacillus ferroxidans, sur le taux de lixiviation des sulfures. En l'absence de ce microorganisme, la disso-

lution du sulfure s'effectue à un taux négligeable. Il tire le carbone nécessaire à la régénération de ses tissus de l'anhydride carbonique présent dans l'atmosphère. Il ne peut tolérer la présence de matières organiques (graisses, carbohydrates, protéines) et encore moins les utiliser comme source d'énergie. Il est incapable de se multiplier dans l'agar, et doit tirer son énergie en oxydant des substances inorganiques. Grâce à un phénomène d'adaptation il évolue dans un milieu fortement acide (pH 1.5 à 3) et chargé d'ions métalliques lourds, milieu d'une extrême toxicité pour la plupart des autres formes de vie. L'oxygène lui est cependant nécessaire. Enfin il fait preuve d'un maximum d'activité à une température voisine de 35°C.

Les microorganismes jouent un rôle important dans la mise en solution des minéraux et la migration de nombreuses espèces d'ions dans la nature<sup>2</sup>. L'extraction de l'aluminium des argiles par voie microorganique est un domaine de recherche fort prometteur pour l'Amérique du Nord qui dispose de réserves négligeables de bauxite.

### Précipitation de métaux en solution aqueuse

Les méthodes de précipitation d'un métal en solution aqueuse sont basées sur l'électronégativité des éléments. L'addition d'un métal à une solution donne lieu à la précipitation d'un autre métal plus électronégatif déjà en solution.

Par exemple, si l'on plonge du fer métallique dans une solution de sulfate de cuivre, le cuivre précipite à l'état métallique et le fer entre en solution selon la réaction :



On produit commercialement du cuivre par cette méthode.

On découvrit au tournant du siècle que l'hydrogène gazeux à hautes pression et température faisait précipiter certains métaux en solution. Appliquée à une solution de sulfate de cuivre, cette méthode fait intervenir la réaction :



Cette méthode demeura inexploitée pendant une cinquantaine d'années en raison du manque d'appareils convenables pour obtenir les températures et pressions requises pour la réaction. De plus, l'hydrogène était dispendieux. L'avènement de la technologie des hautes pressions et la découverte de procédés moins onéreux pour la production de l'hydrogène par craquage catalytique du gaz naturel amenèrent les métallurgistes à reconsidérer la méthode de précipitation par l'hydrogène. En 1955 on établit une usine à Fort Saskatchewan, Alberta, pour la production de poudre de nickel pur à partir d'une solution de sulfate ammoniacal de nickel :



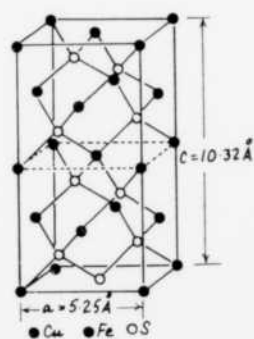
Les sulfites complexes cèdent le cuivre à l'état métallique dans certaines conditions<sup>3</sup>. Le sulfite cuivreux précipite facilement sous forme de cristaux bien définis

de sulfites complexes d'ammonium. Par exemple, lorsqu'on ajoute une quantité stœchiométrique d'ammoniaque à une solution de  $\text{CuSO}_4$ , celle-ci tourne au bleu foncé, ce qui témoigne de la formation d'ions  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ . Lorsqu'on fait barboter du  $\text{SO}_2$  dans la solution, la solution tourne successivement de bleu foncé à incolore, à vert et enfin à incolore ce qui indique la réduction du cuivre (II) en cuivre (I). On obtient enfin des cristaux de  $\text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot 7(\text{NH}_3)\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  et de  $\text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot (\text{NH}_3)_2\text{SO}_3$  dans lesquels le cuivre est à l'état monovalent. Il existe plusieurs méthodes pour extraire le cuivre de ces cristaux. Une méthode consiste à traiter les cristaux à l'acide sulfurique à température ambiante et à pression normale. La réaction est très rapide. La moitié du cuivre précipite en dégageant du  $\text{SO}_2$ . Un autre produit de la réaction, le sulfate d'ammonium, peut être vendu comme engrais. Ce procédé n'est pas encore exploité à l'échelle industrielle.

## Séparation des métaux

### Cuivre-Fer

Le minerai du cuivre le plus abondant est la chalcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ ). La séparation du cuivre et du fer constitue donc l'un des problèmes importants de la métallurgie extractive du cuivre. La technologie actuelle découle du fait que le sulfure de fer s'oxyde plus facilement que le sulfure de cuivre. Les changements qui surviennent dans la phase sulfurée sont représentés de façon schématique à la figure 2. Un concentré de cuivre de composition A, la chalcopirite, est fondu sous atmosphère légèrement oxydante. Une partie du soufre s'échappe sous forme de  $\text{SO}_2$  et la charge atteint la composition B, à la rencontre de la ligne  $\text{Cu}_2\text{S}-\text{FeS}$ . L'étape suivante est conduite sous une atmosphère très oxydante en présence d'un laitier de  $\text{CaO}$  et de  $\text{SiO}_2$  : c'est l'oxydation sélective du  $\text{FeS}$ . Le  $\text{FeO}$  réagit avec le laitier et forme un silicate ferreux, laissant derrière le  $\text{Cu}_2\text{S}$  : le procédé évolue selon la ligne BC. Le cuivre métallique apparaît au cours d'une injection d'air, ligne CD. A ce stade le cuivre est impur et doit être affiné par voie électrolytique. Les désavantages du procédé sont, entre autres, la pollution de l'air par le  $\text{SO}_2$  dégagé au cours des réactions, la perte d'une certaine quantité de cuivre dans la scorie et le bas rendement thermique.



Chalcopirite,  $\text{CuFeS}_2$ , le plus important minerai cuprifère est représenté plus couramment sous la forme  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_2$ .

Une nouvelle méthode d'extraction du cuivre consiste à faire réagir le sulfure de cuivre et de fer avec du  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré à chaud. Les sulfates qui en résultent sont alors dissous dans l'eau et les ions de cuivre (II) réduits à l'état de cuivre (I) par barbotage de  $\text{SO}_2$

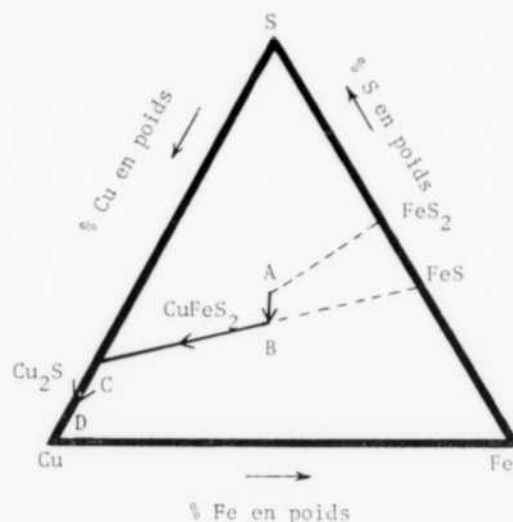


Figure 2 — Système ternaire Cu-Fe-S montrant l'extraction du cuivre des minerais sulfurés.

gazeux dans la solution. Les ions de cuivre (I) sont alors précipités sous forme de cyanure cuivreux par barbotage de cyanure d'hydrogène :

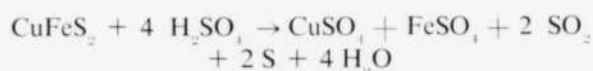


Le cyanure cuivreux est sous forme d'une poudre blanche facile à filtrer et à laver. Cette poudre est alors comprimée en briquettes et réduite par l'hydrogène pour libérer le cuivre à l'état métallique :



Ce cuivre est d'une pureté comparable au cuivre électrolytique. Le  $\text{HCN}$  est récupéré et utilisé à nouveau au cours de la première réaction.

Le choix de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  est dicté par le fait que le soufre de minerai est libéré sous forme élémentaire si la température est soigneusement contrôlée :



Cette méthode présente donc des avantages économiques et écologiques notables. Après la précipitation du cuivre par barbotage de  $\text{SO}_2$  et  $\text{HCN}$ , le  $\text{FeSO}_4$  est cristallisé et traité pour obtenir un oxyde de fer et du  $\text{SO}_3$ . On mélange alors le  $\text{SO}_3$  avec le  $\text{SO}_2$  pour fabriquer du  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ce procédé a été étudié à l'échelle de l'usine pilote par la compagnie Anaconda, en Arizona.

### Cuivre-Nickel

Les sulfures de cuivre et de nickel coexistent dans de nombreux gisements sulfurés et plusieurs processus de traitement ont été proposés pour séparer les deux métaux.

La méthode Orford consistait à opérer la fusion du minerai en présence de  $\text{Na}_2\text{S}$ . Le sulfure de cuivre se dissolvait dans la phase liquide mais non le sulfure de nickel. Ceci donnait lieu à la formation d'une couche supérieure contenant le complexe  $\text{Cu}_2\text{S}-\text{Na}_2\text{S}$  et d'une

couche inférieure contenant le  $\text{Ni}_3\text{S}_2$ . Utilisé à grande échelle pendant longtemps, le procédé était inefficace en raison de la séparation incomplète des deux sulfures, ce qui rendait impérative la refusion de la couche inférieure avec du  $\text{Na}_2\text{S}$ . Au cours d'une étude poussée du système  $\text{Cu}_2\text{S}-\text{Ni}_3\text{S}_2$ , les chercheurs découvrirent que le refroidissement lent du sulfure complexe fondu provoquait la croissance des cristaux des sulfures individuels et que la séparation des cristaux pouvait s'effectuer par comminution et flottation du mélange.

La flottation est un procédé de séparation des solides basé sur la différence d'aptitude qu'ils montrent à se laisser mouiller par l'eau. Elle consiste à injecter de l'air dans un mélange de minerai finement broyé et d'eau. Certains constituants du minerai s'attachent aux bulles d'air et sont portés jusqu'à la surface du liquide où se forme une écume minéralisée. D'autres restent en suspension dans le liquide. On rend certaines particules capables de s'attacher aux bulles en recouvrant leur surface d'une pellicule hydrophobe. C'est le rôle des réactifs collecteurs (xanthates, thiophosphates, acides gras, amines...). D'autre part, il est essentiel que l'écume qui porte le minéral ait une stabilité suffisante pour qu'on ait la possibilité de la recueillir. C'est ici qu'interviennent les réactifs moussants (alcools, acide crétylique, huile de pin, ...) qui sont solubles dans l'eau et qui agissent en abaissant la tension superficielle de l'eau. Certains produits chimiques jouent le rôle à la fois de moussant et de collecteur. Le diphenylguanidine, par exemple, agit comme moussant et collecteur pour le  $\text{Cu}_2\text{S}$  dans le traitement par flottation des mélanges  $\text{Cu}_2\text{S}-\text{Ni}_3\text{S}_2$  (figure 3).

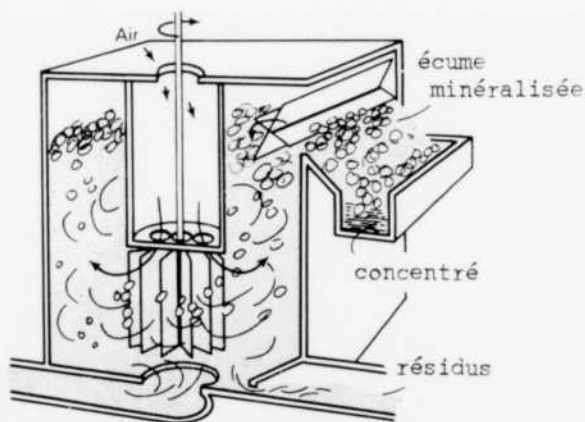


Figure 3 — Une cellule de flottation pour la séparation des minéraux.

Un procédé plus récent, mis au point en Norvège, tire avantage du fait que, contrairement au  $\text{Cu}_2\text{S}$ , le  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  se dissout dans du  $\text{HCl}$  concentré :



Le chlorure de nickel est cristallisé et réduit en nickel métallique tandis que le  $\text{Cu}_2\text{S}$  est traité par les voies traditionnelles. Ce procédé sera exploité à l'échelle industrielle à une usine actuellement en construction à Bécancour, Québec<sup>1</sup>.

## Amélioration des procédés d'oxydation

Lorsque l'air est utilisé pour la combustion, l'azote (79% du volume) agit comme diluant et absorbe une grande quantité de chaleur. L'utilisation de l'air enrichi en oxygène permet au four d'atteindre des températures plus élevées. L'élimination partielle ou totale de l'azote a d'autres conséquences heureuses : le volume de gaz traversant le four étant moindre, on peut anticiper une réduction dans l'érosion des réfractaires, une longévité accrue de la voûte du four et une diminution des dimensions du four et des appareils de dépoussiérage.

La pratique d'utiliser l'air enrichi est maintenant courante dans la marche du haut fourneau, du four à sole et du four à réverbère. Citons deux exemples :

1. L'oxydation des sulfures non-ferreux, i.e., de plomb, zinc et nickel, et la conversion du métal blanc ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ).
2. L'oxydation des impuretés de la fonte lors de l'élaboration de l'acier.

L'utilisation de l'oxygène à l'échelle industrielle débuta avec l'avènement en 1928 du procédé Linde-Fränkell qui permet la production économique de l'oxygène à fort tonnage. Les sidérurgies consomment environ 300 pieds cubes d'oxygène à une pureté de 99.5% par tonne d'acier. L'oxygène est habituellement produit sur les lieux au taux de 500-1000 tonnes/jour. A Pittsburgh, par exemple, l'installation de 1000 tonnes/jour de U.S. Steel Corporation dessert quatre usines.

## Chauffage électrique

De nos jours, l'apport d'énergie nécessaire aux opérations métalliques provient en grande partie des combustibles fossiles. Toutefois, l'énergie électrique présente des avantages qui s'accroîtront au fil des années. En particulier, les appareils nécessaires à la récupération de la chaleur et des poussières sont relativement simples en raison du faible volume de gaz à traiter qui provient, en l'absence du gaz de combustion, de l'air qui s'infiltré et des réactions au sein de la charge. De plus lors du traitement des minerais sulfurés les gaz sont plus riches en  $\text{SO}_2$ , ce qui représente un avantage économique. L'utilisation de l'électricité permet d'atteindre facilement des températures de l'ordre de 3000°C, alors que les températures s'élèvent difficilement au-dessus de 1500°C quand des combustibles fossiles sont brûlés. Les hautes températures donnent lieu à :

- a) un taux élevé de réactions ;
- b) la volatilisation de certains composants indésirables d'un minerai, mais qui peuvent éventuellement avoir une valeur marchande.

A une usine de Kimberley, Colombie Britannique, on réduit l'oxyde de fer obtenu par l'oxydation de la pyrrhotine au four électrique<sup>2</sup>. Les gaz qui quittent le four sont riches en plomb, zinc et argent. Il serait impossible de volatiliser ces composants dans un haut fourneau en raison de la température relativement basse de l'opération.

Un nouveau type de chauffage électrique permet maintenant d'atteindre des températures d'environ 10,000°C : c'est le chauffage par plasma. Il est probable que cette technologie va engendrer toute une gamme de procédés métallurgiques<sup>6</sup>.

### Électrometallurgie

L'énergie électrique peut aussi servir à réduire ou oxyder une substance : on entre alors dans le domaine de l'électrometallurgie. Citons quelques exemples : la réduction électrolytique de  $Al_2O_3$  dans un bain de cryolithe fondue ; l'électrolyse du  $CuSO_4$  ; et l'affinage électrolytique des métaux. Dans le dernier exemple, l'anode faite d'un métal à affiner se dissout au passage du courant électrique et le métal que l'on désire récupérer se dépose à la cathode. Les impuretés tombent au fond du bac d'électrolyse sous forme de boue ou bien demeurent en solution. La dissolution anodique des sulfures en solution aqueuse est une application récente de cette technique<sup>7</sup>. Le métal se dissout mais le soufre demeure sous forme élémentaire :

- Réaction à l'anode :  $MS \rightarrow M^{2+} + S + 2e^-$
- Réaction à la cathode :  $M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$

Cette méthode est utilisée pour le recouvrement du nickel à Thompson, Manitoba. Les anodes ont les dimensions suivantes :  $28\frac{1}{4} \times 43\frac{1}{2} \times 1\frac{3}{4}$  po. Leur résistance mécanique et leur conductivité électrique sont bonnes. L'ancienne méthode consistait à oxyder un sulfure de nickel et à réduire l'oxyde pour obtenir le métal qui était alors dissous dans un acide et affiné par voie électrolytique. Le soufre, sous forme de  $SO_2$ , était libéré dans l'atmosphère (figure 5). Des recherches récentes ont démontré la possibilité de dissoudre anodiquement les sulfures cuivreux, de manière à récupérer

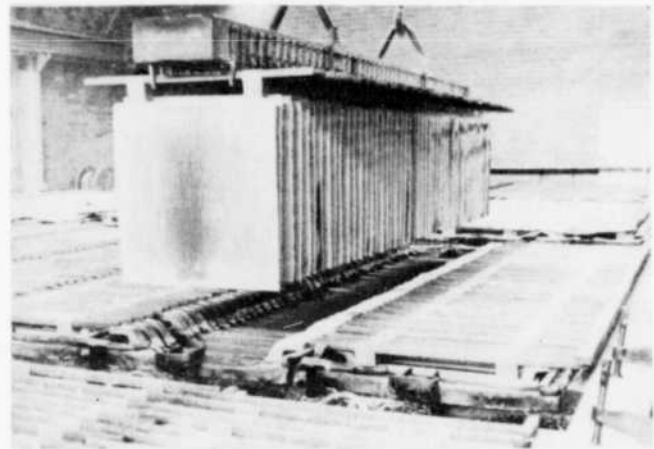


Figure 4 — Cathodes de cuivre pur suspendues par des barres au-dessus d'un bain électrolytique. (Gracieuseté de Canadian Copper Refiners Limited, Montréal.)

du cuivre pur et du soufre élémentaire. Une anode expérimentale de  $Cu_2S$  brut de coulée est montrée dans la marge.

Les recherches en cours depuis de nombreuses années visent à remplacer le traditionnel procédé d'électrolyse ignée de l'aluminium qui requiert d'énormes investissements et quantités d'électricité et qui donne lieu à des émissions de composés fluorés qui dégradent l'environnement. L'Alcoa (Aluminium Corporation of America) a révélé dernièrement ses projets de construire une usine pilote de 30,000 tonnes/année<sup>8</sup> pour l'étude d'un procédé qui permettrait, entre autres choses, une économie de 30% dans la consommation d'électricité. Le  $Al_2O_3$  produit par les méthodes conventionnelles est traité au chlore pour obtenir du

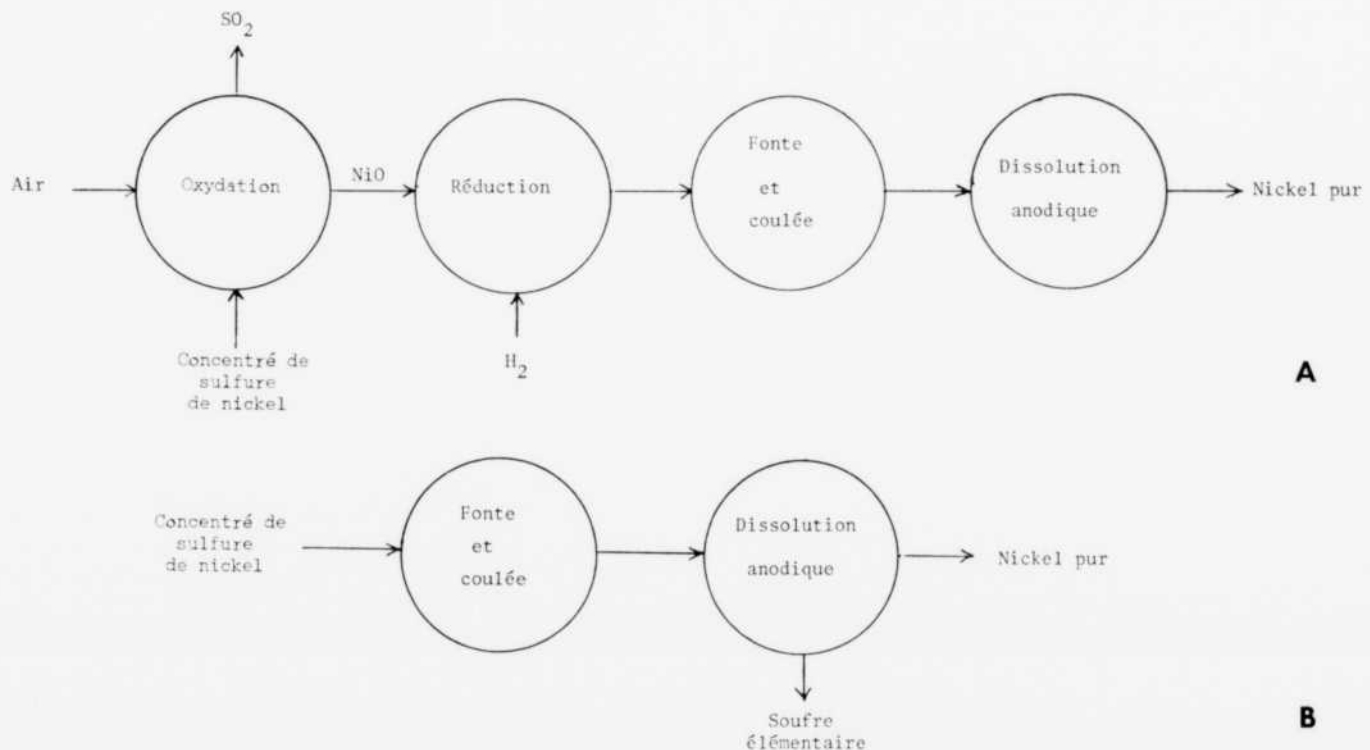


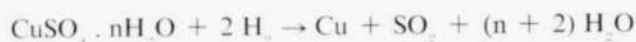
Figure 5 — Extraction du nickel à partir d'un minerai sulfuré — a) ancienne méthode b) méthode actuelle.

trichlorure d'aluminium,  $AlCl_3$ . On récupère ensuite l'aluminium et le chlore par électrolyse ignée. L'idée est simple mais les difficultés surgissent au niveau de la manipulation d'un réactif toxique, le  $Cl_2$ , et d'un matériau très hygroscopique, le  $AlCl_3$ <sup>10-11</sup>.



Sulfure cuivreux coulé sous forme d'anode pour des essais en laboratoire. L'anode mesure 10x7,5x1 cm.

Depuis quelques années, on examine de plus près l'électrolyse des solutions de  $CuSO_4$ . Le procédé est lent, sensible aux impuretés et difficile à automatiser. Il monopolise beaucoup d'espace et requiert de grandes mises de fonds en raison du fort tonnage de cuivre présent dans les cellules et nécessite l'emploi d'appareils électriques dispendieux. On étudie au Département de Mines et Métallurgie, à l'Université Laval, la possibilité de cristalliser du  $CuSO_4 \cdot nH_2O$  à partir d'une solution de  $CuSO_4$  et de réduire le cristal par l'hydrogène à des températures de l'ordre de 300°C, de manière à récupérer le cuivre métallique<sup>12</sup>:



### Le problème de la pollution

Il importe de plus en plus que les métallurgistes veillent à préserver l'environnement. Un des polluants les plus nocifs est le  $SO_2$ , qui provient en particulier de l'oxydation des minerais sulfurés. Dans quelques cas, on récupère le  $SO_2$ , soit en le réduisant à l'état élémentaire par le méthane<sup>13-14</sup>:



soit en le transformant en acide sulfurique qui entre dans la production d'engrais. Mais le plus souvent, on le déverse dans l'atmosphère pour des raisons d'ordre économique.

L'exemple suivant montre bien qu'on peut apporter des solutions valables à ces problèmes. A Fort Saskatchewan, Alberta, on extrait le nickel d'un minerai sulfuré et l'on produit directement un engrais, le sulfate d'ammonium sans passer par la formation de  $SO_2$ . Un concentré de sulfure de nickel est chauffé en présence d'ammoniaque et d'air à température et pression modérées; on obtient au cours de la réaction une solution d'ammine de nickel et de sulfate d'ammonium:



Le nickel est récupéré à l'état métallique en chauffant la solution, à température et à pression modérées, sous atmosphère d'hydrogène:



On extrait enfin le sulfate d'ammonium par cristallisation.

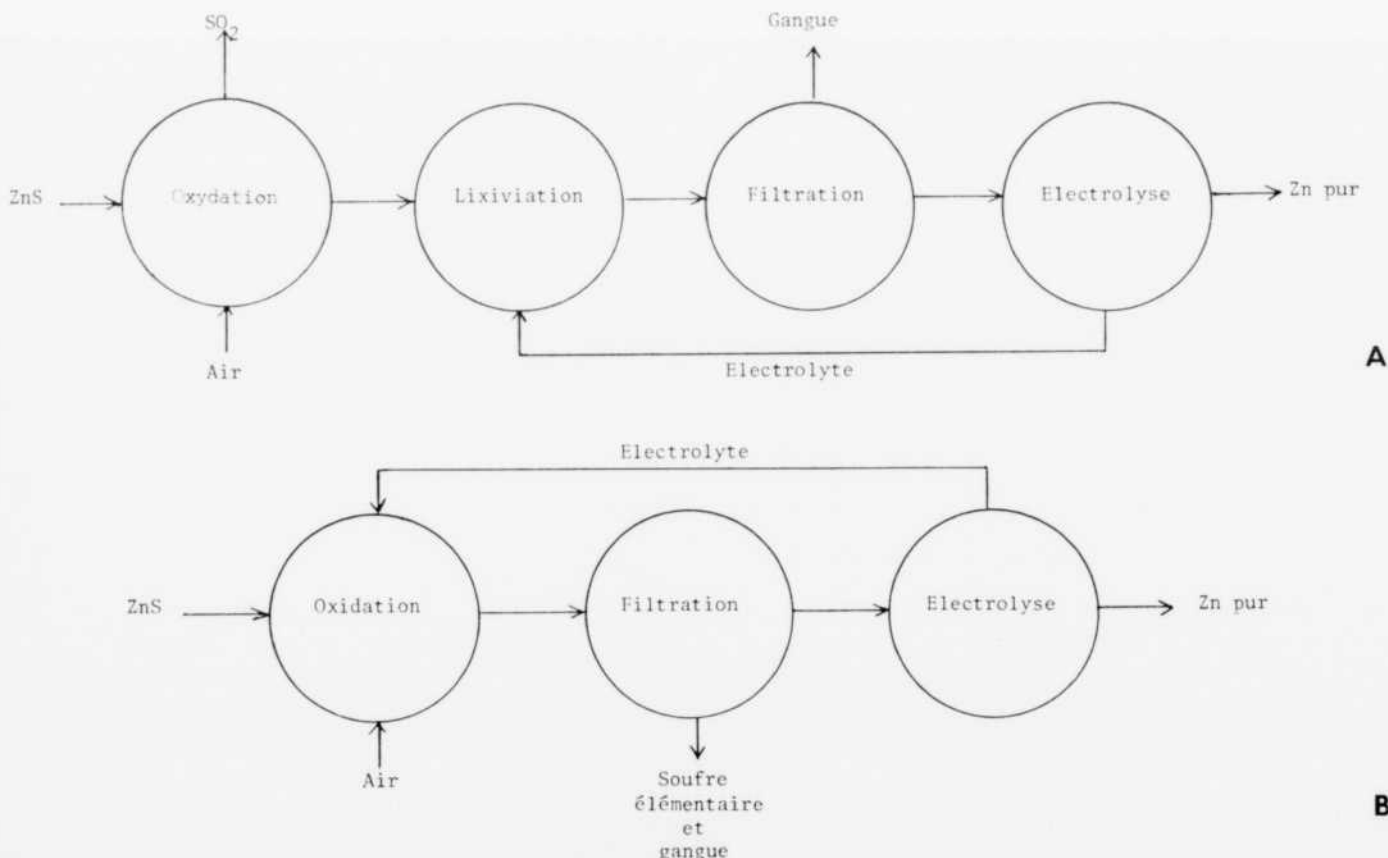


Figure 6 — Extraction du zinc à partir d'un minerai sulfuré par voie hydrométallurgique — a) méthode actuelle b) méthode proposée.

Dans certains cas, le sulfate d'ammonium est un produit secondaire indésirable. A l'usine d'Anaconda<sup>10</sup>, par exemple, on préfère le décomposer en le chauffant en présence de chaux :



de façon à recycler le  $NH_3$  au stade de lixiviation. Cependant, le procédé exige la manipulation de 3 tonnes de pierre à chaux et le rejet de 4 tonnes de gypse pour chaque tonne de soufre éliminée.

Le  $SO_2$  dégagé au cours du smeltage des minerais sulfurés contient parfois des traces de mercure qu'il faut éliminer sous peine de contaminer l'environnement. On pourrait condenser le mercure, à coût prohibitif, en refroidissant les gaz à  $-10^\circ C$ . La compagnie Outokumpu<sup>10</sup>, en Finlande, a résolu le problème et récupère de façon économique le mercure et même le sélénium qui proviennent du smeltage du sulfure de zinc. Le  $SO_2$  qui contient de 40 à 80 ppm de mercure est refroidi dans un échangeur de chaleur et nettoyé au moyen de cyclones et de précipitations électrostatiques. Le gaz à  $350^\circ C$  est lavé à l'acide sulfurique concentré pour convertir en sulfate le mercure élémentaire ainsi que le fer, le zinc et le sélénium des poussières qui ont échappé au dépoussiérage primaire. Les sulfates de fer et de zinc sont mis en solution au cours d'un lavage à l'eau et l'on recouvre à la suite d'un filtrage un résidu à 50% Hg et 10% Se. Le mercure est récupéré par distillation du résidu en présence de  $CaO$ .

Il n'est pas toujours avantageux d'intégrer une usine d'engrais ou d'acide sulfurique à l'usine primaire. Or, récemment, on s'est aperçu que l'oxydation soigneusement contrôlée donnait lieu à la formation de soufre élémentaire au lieu de  $SO_2$  ou de sulfates. Ce procédé est doublement avantageux puisqu'on évite la pollution de l'air, tout en obtenant un produit qui peut être stocké ou revendu aux producteurs d'acide sulfurique, compte tenu de la conjoncture économique.

Il existe plusieurs méthodes pour contrôler l'oxydation des sulfures et certaines d'entre elles font présentement l'objet de recherches visant à les adapter à l'échelle industrielle. Une de ces méthodes consiste à exposer un minerai en suspension dans un acide à  $110^\circ C$  à l'action de l'oxygène sous pression. Dans le cas du sulfure de zinc, la réaction serait :



On isole le soufre et l'on récupère le zinc par électrolyse de la solution de  $ZnSO_4$ , tout en régénérant l'acide sulfurique utilisé au cours de l'oxydation contrôlée du sulfure (figure 6). Cette méthode permet aussi la séparation du zinc et du plomb qui sont souvent associés dans un minerai sulfuré. En effet, le sulfure de plomb se transforme en  $PbSO_4$  qui en raison de son insolubilité demeure dans les résidus. ■

#### NOTE

Version d'un article publié en anglais dans le journal « Chemistry » — octobre 1972 de l'American Chemical Society, avec autorisation de reproduire.

## RÉFÉRENCES

### Générales

- P. BLAZY, *La Valorisation des Minerais*, Presses Universitaires de France, Paris, 1970.  
 J.R. BOLDT, jr et P. QUENEAU, *The Winning of Nickel*, Longmans, Toronto, 1967.  
 A.R. BURKIN, *The Chemistry of Hydrometallurgical Processes*, Van Nostrand, Princeton, 1966.  
 W.H. DENNIS, *A Hundred Years of Metallurgy*, Duckworth, London, 1963.  
 F. HABASHI, « Pressure Hydrometallurgy — Key to Non-Polluting Processes », *Eng. & Min. J.* 172 (2), 96-100 (1971), 172 (5), 88-94 (1971).  
 F. HABASHI, *Principles of Extractive Metallurgy*, 2 volumes, Gordon Breach, New York, 1969-70.  
 H.E. MCGANNON, ed., *The Making, Shaping, and Treating of Steel*, US Steel Corp., Pittsburgh, 1972.  
 J. NEWTON, *Extractive Metallurgy*, Wiley, New York, 1959.  
 R.S. SHOEMAKER et D.J.I. EVANS, éditeurs, *Proceedings of the International Symposium on Hydrometallurgy*, Amer. Inst. Min. & Met. Engineers, New York, 1973.

### Spécifiques

- I. IWASAKI et al., « Segregation Process for Copper and Nickel Ores », pp. 127-185 dans *Progress in Extractive Metallurgy*, ed. F. Habashi, New York, Gordon & Breach, 1973.
- J.E. ZAJIC, *Microbial Biogeochemistry*, Academic, New York, 1969.
- F. HABASHI et R. DUGDALE, « Ammoniumsulfid in die Hydrometallurgie des Kupfers », *Metall* (Berlin), (sous presse, Nov. 1973).
- P.G. THORNHILL et al., « The Falconbridge Matte Leach Process », *J. Metals*, July 1971, pp. 13-18.
- Anonyme, « Cominco Traps By-Product Metal Rich Fumes », *Eng. & Min. J.* August 1969, p. 100.
- I.G. SAYCE, « Plasma Processes in Extractive Metallurgy », article 27 dans *Advances in Extractive Metallurgy*, London, Inst. Min. & Met., 1971.
- F. HABASHI, « Electrometallurgy of Sulfides in Aqueous Solutions », *Minerals Sci. & Eng.* 3 (3) 3-12 (1971).
- Anonyme, « New Processes Promise Lower-Cost Aluminum », *Chem. & Eng. News*, 26 fév. 1973, pp. 11-12.
- P.C. GOOD et al., « Electrodeposition of Aluminum from Fused-Salt Electrolytes Containing Aluminum Chloride », *US Bur. Mines*, Rept. Invest. 6785 (1966).
- E.L. SINGLETON et al., « Electrowinning Aluminum from Aluminum Chloride », *US Bur. Mines*, Rept. Invest. 7212 (1968).
- D.E. KIRBY et al., « Electrowinning Aluminum from Aluminum Chloride », *US Bur. Mines*, Rept. Invest. 7353 (1970).
- F. HABASHI et R. DUGDALE, « The Reduction of Copper Sulfate and Its Application in Hydrometallurgy », *Met. Trans.* 4 (5), 429-430 (1973).
- F. HABASHI, « Recovery of Elemental Sulfur from Sulfide Ores », *Montana Bur. Mines & Geology*, Buttes, Bulletin 51 (1966).
- J.M. HENDERSON, « Reduction of  $SO_2$  to Sulfur — The Elemental Sulfur Pilot Plant », *Mining Congr. J.* 59 (3), 59-62 (1973).  
 W.D. HUNTER, Jr. et A.W. MICHENER, « New Elemental Sulfur Recovery System Establishes Ability to Handle Roaster Gases », *Eng. & Min. J.*, Juin 1973, pp. 117-120.
- Anonyme, « In Clean-Air Copper Production, Arbitrator Process First off the Mark », *Eng. & Min. J.*, fév. 1973, pp. 74-75.
- J. RASTAS et al., « Mercury Recovery from  $SO_2$  — Rich Smelter Gases », *Eng. & Min. J.*, avril 1971, pp. 123-124, brevet finlandais n° 1901 (1970).

### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie M. Michel Hone, ing., Ph.D., professeur adjoint, École Polytechnique de Montréal, Département de génie métallurgique, Division de métallurgie chimique, pour sa collaboration à la préparation de cet article.

LE

MOIS

## OFFRES D'EMPLOI

## ÉVÉNEMENTS À VENIR

## CARNET / DÉCÈS

### OFFRES D'EMPLOI

— **BEAUDRY, DUPUIS, MORIN, ROUTHIER & ASSOCIÉS**, Ingénieurs-conseils (M. Lucien Dupuis, ing.) 3333, Chemin du Souvenir, Chomedey, Ville de Laval, Québec. Tél.: (514) 332-3730.

Ce bureau est à la recherche d'un jeune ingénieur civil pour travaux municipaux. Salaire à discuter.

Les candidats intéressés sont priés de communiquer immédiatement avec M. Dupuis.

— **BOUTHILLETTE & PARIZEAU**, Ingénieurs-conseils (M. Roland Bouthillette, ing.) 9825, rue Verville, Montréal 357, Québec. Tél.: (514) 387-3747.

Ce bureau est à la recherche d'un ingénieur ayant quelques années ou plus d'expérience en mécanique de bâtiment.

Les conditions d'emploi seront à discuter avec M. Bouthillette.

— **B.P. CANADA LIMITÉE** (M. Rolland Collins) 1245 ouest, rue Sherbrooke, 18e étage, Montréal 109, Québec. Tél.: (514) 849-4781 poste 20.

Cette entreprise demande un ingénieur bilingue, ayant 3 années ou plus d'expérience dans la construction et la maintenance d'usines.

Pour renseignements additionnels, prière de communiquer avec M. Collins.

— **BRENDAN WOOD & ASSOCIATES (QUEBEC) LTD.** (M. Robert Clairoux, conseiller) 2015, rue Drummond, bureau 1008, Montréal 107, Québec. Tél.: (514) 849-2201.

Ce bureau est à la recherche, pour un de ses clients, d'ingénieurs pour les postes suivants:

a) Un gérant de construction qui dirigera toutes les phases de la construction et de l'érection d'édifices préfabriqués. Le candidat sera bilingue.

b) Un gérant de production d'une usine de matériaux de construction qui a plus de 400 employés. Le candidat, diplômé en génie mécanique ou électrique, sera bilingue.

c) Un ingénieur civil comme estimateur senior des coûts préliminaires et finals de projets de construction. Le candidat sera bilingue.

— **BRUNET ELECTRIC INC.** (M. Jean Théoret, président) 553A, rue Chérier, Ile Bizard, Roxboro 995, Québec. Tél.: (514) 626-3881.

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur électricien, bilingue, ayant 2 années ou plus d'expérience. Le poste consiste à faire les estimations d'après les plans pour des installations commerciales et industrielles. Salaire à discuter.

— **B.R.W. & ASSOCIATES**, personnel consultants (M. Georges Garby) 1255, avenue Université, Montréal 110, Québec. Tél.: (514) 861-0591.

Ce bureau est à la recherche, pour un client, d'un ingénieur ayant 5 années ou plus d'expérience dans le design d'édifices industriels et commerciaux d'envergure. Le salaire peut varier entre \$15,000 et \$25,000/année selon compétence et expérience.

— **CATELLI LIMITÉE** (M. G.A. Latrémouille, directeur du personnel) 1500, rue Atwater, Place Alexis Nihon, bureau 1200, Montréal 216, Québec. Tél.: (514) 937-7461.

Cette industrie est à la recherche d'un ingénieur d'usine diplômé en mécanique, ayant 3 années ou plus d'expérience. Le candidat choisi sera affecté à la maintenance. Salaire: \$14,000 ou plus selon qualifications.

Prière de faire parvenir curriculum vitae à M. Latrémouille à l'adresse ci-haut mentionnée.

— **CITÉ DE HULL** — service du personnel, 11, rue Laurier, Hull, Québec.

Cette municipalité est à la recherche d'ingénieurs civils, ayant 3 années ou plus d'expérience en génie municipal. Les candidats choisis seront dirigés par le directeur-adjoint des Services techniques, lesquels couvrent de nombreuses tâches relatives à la construction et à la rénovation des services municipaux.

Salaire selon compétence et expérience — avantages marginaux avantageux.

Les candidats intéressés sont priés de faire parvenir leur curriculum vitae au service du personnel. Pour renseignements préliminaires, s'adresser à M. Gilles St-Pierre, ing. ou à M. Gérald McMartin, ing. au numéro 1 (819) 777-2781.

— **COMSTOCK INTERNATIONAL LIMITED** (M. Jean Caron, ing.) 5 ouest — 89e avenue, Blainville, Québec.

Cette compagnie est à la recherche d'un jeune ingénieur civil célibataire pour travaux en Algérie.

Note: Les applications seront adressées, en français, incluant le curriculum vitae à: Mr. John Newman, eng., 415 Madison Avenue, New York, N.Y. 117, U.S.A.

— **COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL**

Une municipalité de la Communauté urbaine de Montréal est à la recherche d'un ingénieur civil, ayant au moins 3 années d'expérience pour occuper le poste de directeur-adjoint aux Services techniques.

Le candidat choisi sera chargé de l'administration générale de la section des travaux publics; de plus, il secondera le directeur des Services techniques dans la conception, l'estimation et la surveillance des projets, la préparation des rapports techniques et les études relatives au développement physique de la Cité. Le salaire peut varier entre \$13,500 et \$18,000 selon qualifications et expérience — gamme complète des avantages sociaux.

Les candidats intéressés sont priés de communiquer avec M. Didace Beaulieu, ing., directeur du Bureau de placement de l'A.D.P. au numéro (514) 344-4764.

— **DE-MIX LAVAL LTÉE** (M. Jean Lamy, ing., directeur des opérations) 1585, boulevard des Laurentides, Chomedey, Ville de Laval, Québec. Tél.: (514) 669-7161.

Cette compagnie est à la recherche d'un ingénieur civil, ayant 3 années ou plus d'expérience pratique dans des travaux municipaux et de voirie. Le candidat choisi sera appelé à diriger les opérations de la division construction. Lieu de travail: Montréal métropolitain. Salaire à discuter.

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

— **CONSOLIDATED BATHURST LIMITÉE** (Mme C. Schneider, service des relations industrielles) 800 ouest, boulevard Dorchester, Montréal 113, Québec. Tél. : (514) 875-2160.

Cette compagnie est à la recherche d'ingénieurs bilingues, ayant 2 ou 3 années d'expérience, pour les postes suivants :

- a) Ingénieur en génie chimique pour travail à Sawinigan et Grand'Mère.
- b) Ingénieur en génie électrique pour travail à Shawinigan et à Portage-du-Fort (situé à environ 60 milles à l'ouest d'Ottawa, sur l'Ontario).
- c) Ingénieur en génie mécanique pour travail à Shawinigan, Port-Alfred et New Richmond (Baie des Chaleurs).
- d) Ingénieur, ayant 6 ou 7 années d'expérience dans une des disciplines énumérées ci-dessus, pour travail à l'usine de New Richmond.

Les candidats intéressés sont priés d'adresser leur curriculum vitae aux bons soins de Mme Schneider, à l'adresse ci-haut mentionnée.

— **CONSULTANTS ASSOCIÉS EN PERSONNEL (Montréal) INC.** (M. Maurice Frigon, gérant ou M. Ralph Gordon) 1010 ouest, rue Ste-Catherine, bureau 329, Montréal 110, Québec. Tél. : (514) 866-1044.

Ce bureau est à la recherche de deux jeunes ingénieurs pour les postes suivants :

- a) Un ingénieur diplômé en électricité, ayant quelques années d'expérience dans le design de circuits électriques, électronique, lignes de distribution, moteurs, transformateurs, etc. Le salaire sera de \$10,000/année ou plus selon connaissance et expérience.

b) Un ingénieur ayant quelques années d'expérience en entretien d'usines. Salaire à discuter.

Note : Les candidats intéressés devront avoir une bonne connaissance de l'anglais et avoir travaillé pour un bureau d'ingénieurs-conseils.

— **DAVISON CHEMICAL — DIVISION OF GRACE CHEMICALS LIMITED** (M. C. Dumoulin, surintendant) C.P. 430, Valleyfield, Québec. Tél. : (514) 373-4224.

Cette importante usine chimique est à la recherche d'un jeune ingénieur bilingue, diplômé en génie mécanique, pour travail à Valleyfield.

Cette usine fabrique des produits inorganiques utilisés dans l'industrie du pétrole et emploie 70 personnes dont 15 dans l'entretien. L'équipement utilisé est très varié et comprend entre autres : pompes, filtres, séchoirs, agitateurs, etc.

Les conditions de travail et de vie sont très agréables à Valleyfield ; le salaire payé et les bénéfices marginaux sont très compétitifs.

— **EAGLE NORTHRITE CIE LIMITÉE** (M. Robert Messier, ing., directeur de la fabrication) 105, rue René-Philippe, Ville Lemoyne, Québec. Tél. : (514) 861-6311 ou 861-9981.

Cette entreprise de taille moyenne, spécialisée dans la fabrication et la distribution de biens de haute consommation, est à la recherche d'un ingénieur, avec bonne connaissance de l'anglais, diplômé en génie mécanique ou industriel, ayant quelques années de pratique. Les tâches du candidat choisi seront d'abord de coordonner un projet important et, par la suite, d'assumer la direction des services techniques du département de la fabrication.

Position d'avenir avec lieu de travail Drummondville, Québec. Salaire : \$12,000 ou plus selon expérience et connaissance — gamme complète d'avantages sociaux.

Les candidats intéressés sont priés de communiquer directement avec M. Messier.

— **G.A.F. (CANADA) LIMITED** (Mr. R.W. Bhavnani, eng.) 2403 Stanfield Road, Missauga, Ontario.

Cette entreprise, dont le siège social est en Ontario, est à la recherche d'un jeune ingénieur bilingue, ayant peu ou pas d'expérience, diplômé en génie mécanique, industriel ou chimique.

Le candidat choisi aura pour fonctions d'agir comme vendeur d'équipements et filtres pour liquides. La province de Québec sera son territoire avec bureau à Montréal. Salaire avantageux, à discuter.

Note : M. Bhavnani est de passage à Montréal une fois par mois. Les candidats intéressés sont donc priés de communiquer avec lui pour rendez-vous.

— **DUCHARME, DEOM & ASSOCIÉS**, conseillers en administration (M. Robert Panet Raymond, conseiller) Cité du Havre, Aile #3, Montréal 103, Québec. Tél. : (514) 866-1751.

Ce bureau est à la recherche d'un jeune ingénieur industriel, ayant 2 années ou plus d'expérience dans l'industrie. Le candidat choisi sera appelé à faire de la consultation en administration auprès des secteurs public et privé. Salaire à discuter.

— **GOLDEN EAGLE CANADA LIMITÉE** (M. Jean Gaulin, chef des procédés) C.P. 2055, St-Romuald, Québec. Tél. : (418) 837-3641.

Cette industrie pétrolière est à la recherche d'un jeune ingénieur chimiste. Préférence sera donnée au candidat ayant une certaine expérience en raffinage.

Note : Pour plus de renseignements, prière de communiquer avec M. Gaulin, à frais virés.

— **HATCH, OUELLETTE & ASSOCIÉS**, ingénieurs-conseils (M. Robert Ouellette, ing.) 1224 ouest, rue Ste-Catherine, suite 500, Montréal 107, Québec. Tél. : (514) 861-0583.

Ce bureau est à la recherche de deux ingénieurs, dont :

- a) Un ingénieur ayant environ 5 années d'expérience en design de mécanique du bâtiment.
- b) Un ingénieur senior diplômé en mécanique, ayant environ 5 années d'expérience dans le domaine de l'industrie lourde (métallurgie, sidérurgie, etc.).

Note : Pour renseignements additionnels, les candidats intéressés sont priés de communiquer avec M. Ouellette.

— **JOHNSON & JOHNSON LIMITÉE** (M. Jean Laurin, directeur — recrutement et formation) 2155, boulevard Pie IX, Montréal 430, Québec. Tél. : (514) 255-8801.

Cette compagnie est à la recherche d'un ingénieur diplômé en génie civil ou mécanique, bilingue et ayant au moins 2 années ou plus d'expérience pratique dans l'industrie. Le candidat choisi aura charge d'initier une variété de projets de construction, de plomberie, chauffage et climatisation, etc., et de diriger les activités des entrepreneurs. Il est essentiel de pouvoir parler et écrire couramment l'anglais et le français.

Les candidats intéressés devront s'adresser directement à M. Laurin.

— **PHILIPS ELECTRONICS INDUSTRIES LIMITED** (M. Jacques Besner, agent du personnel) 5930, Côte-de-Liesse, Montréal 307, Québec. Tél. : (514) 342-9180.

Cette entreprise internationale de l'industrie électronique, solidement implantée au Canada, mettra bientôt sur le marché canadien une nouvelle série de mini-ordinateurs destinés au marché industriel et scientifique, incluant les télécommunications, contrôles de fabrication et calculs scientifiques.

Le candidat recherché devra être bilingue, diplômé universitaire (génie, informatique) ou posséder une formation équivalente. Il devra posséder 2 ou 3 années d'expérience dans le domaine de l'informatique et être familier avec le hardware, le software et les systèmes en général. Le candidat choisi devra être disposé à voyager sans restriction au Canada et en Europe.

Les intéressés sont priés de faire parvenir curriculum vitae à M. Besner.

— **PIERRE DE ROUIN CIE LIMITÉE** (M. Pierre De Rouin, président) 555 ouest, boulevard Dorchester, Montréal 128, Québec. Tél. : (514) 866-7989.

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur d'usine (alimentation), ayant 4 années ou plus d'expérience pour voir au bon fonctionnement et à l'entretien de la machinerie, des bâtiments, des terrains et des services de l'usine, ainsi qu'à l'installation d'équipement et de facilités nouvelles. Ce poste relève du directeur. Lieu de travail : Montréal. Salaire jusqu'à \$15,000/année.

Les candidats intéressés sont priés de communiquer avec M. De Rouin.

— **SIDBEC-DOSCO** (M. Michel P. Gimming) 507, Place d'Armes, Montréal 126, Québec. Tél. : (514) 392-7722.

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur diplômé en génie mécanique, ayant 3 à 5 années d'expérience dans le domaine industriel, ainsi qu'une expérience en estimation, pour occuper le poste d'acheteur-biens d'équipement ; il dégagera le gérant de sa fonction d'acheteur. Lieu de travail : bureaux administratifs de la compagnie.

— **ROUSSEAU, SAUVÉ, WARREN & ASSOCIÉS**, ingénieurs-conseils (M. Jean-Paul Dick, ing. ou M. Claude Boisvert, ing.) Edifice Sun Life, bureau 1860, Montréal, Québec. Tél. : (514) 878-2621.

Ce bureau est à la recherche d'un ingénieur ayant 3 années ou plus de pratique en mécanique pour le projet de la Baie James.

— **SOCIÉTÉ D'INGÉNIERIE SHAWINIGAN LIMITÉE** (M. Jean Desautels, conseiller) 620 ouest, boulevard Dorchester, Montréal 101, Québec. Tél. : (514) 878-9311.

Cette importante société d'ingénierie est à la recherche d'un ingénieur géotechnicien, au niveau de la maîtrise, ayant un minimum de 8 années d'expérience pertinente.

Le candidat choisi aura à assumer l'entière responsabilité des travaux de nature géotechnique (routes et barrages) pour le projet de la Baie James. Relevant de l'ingénieur de projet, il s'occupera de la réalisation des tâches suivantes : planification conceptuelle, design préliminaire, analyse, plans et spécifications, choix des matériaux, préparation des rapports, préparation et présentation de soumissions, etc.

— **SPANCRETE LIMITÉE** (M. Unal Izmiroglu, ingénieur en chef) 2914, boulevard Marie-Victorin, Longueuil, Québec. Tél. : (514) 677-8956.

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur civil junior, ayant 0 année d'expérience ou plus, pour faire des dessins ou la vérification des dessins, ainsi que le calcul de murs de maçonnerie préfabriqués.

— **THOMAS BONAR CIE LIMITÉE** (M. Jean-Guy Ville-neuve, gérant) B.P. 70, East Angus, Québec. Tél. : (819) 832-2447.

Cette industrie est à la recherche d'un jeune ingénieur, diplômé en génie mécanique ou industriel, ayant 1 année ou 2 de pratique industrielle, pour la fonction d'ingénieur d'usine. Lieu de travail : East Angus. Connaissance de l'anglais nécessaire.

— **VICTORIAVILLE FURNITURE LIMITED** (M. H. Truong, directeur — recherches et développements) C.P. 190, Victoria-ville, Québec. Tél. : (819) 752-5553.

Cette compagnie est à la recherche d'un ingénieur bilingue diplômé en mécanique, ayant 5 années ou plus d'expérience, pour s'occuper de la conception de machines. Salaire à discuter.

Les intéressés sont priés de s'adresser directement à M. Truong, à frais virés.

— **VILLE DE ST-LAURENT** (M. Pierre Lalonde, officier senior, relations de travail) Hôtel de Ville, 777, boulevard Laurentien, Ville St-Laurent 379, Québec. Tél. : (514) 744-6411.

Cette municipalité est à la recherche d'un ingénieur civil, ayant 5 années ou plus d'expérience en design de structures.

## ÉVÉNEMENTS À VENIR



### « LA PLANIFICATION DE L'ÉDUCATION DE L'INGÉNIEUR »

Tel est le thème des assises annuelles de la section St-Laurent de l'AMERICAN SOCIETY OF ENGINEERING EDUCATION qui se tiendront à l'École Polytechnique, les 12 et 13 octobre 1973.

M. Yvon C. Dupuis, ing., président de la Corporation des Ingénieurs du Québec, présentera la première conférence-thème. De nombreux sujets seront traités en atelier.

Note : Tous les ingénieurs du Québec sont particulièrement invités à participer à ces sessions d'étude. Inscription : \$20. Pour de plus amples renseignements, s'adresser à M. André Hone, ing., au numéro 344-4793.



## AVIS À TOUS LES DIPLÔMÉS ET À LEURS AMIS

Le cocktail annuel organisé par l'Association des Diplômés de Polytechnique est remplacé, cette année, par le bal de clôture du Centenaire, le 23 novembre 1973.

Un communiqué, fournissant tous les détails de l'événement, sera transmis sous peu à tous les diplômés.

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

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

### Trudeau, Gascon, Lalancette et Associés

Ingénieurs-Conseils

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



Un diplômé universitaire qui veut servir son pays en s'enrôlant dans les Forces armées canadiennes entreprend une belle carrière : fonctions responsables à l'intérieur de structures administratives modernes ; bonne rémunération ; travail des plus intéressants.

Se dévouer à la cause de la paix tout en servant son pays est une tâche qui en vaut la peine.

Examinez ces diverses fonctions d'officier :

**INGÉNIEURS : MILITAIRE, MATÉRIELS TERRESTRES, MATÉRIELS AÉROSPATIAUX, MATÉRIELS MARITIMES**

Le conseiller en carrière militaire à l'adresse inscrite sera heureux de vous donner tous les détails et de vous fixer rendez-vous au moment qui vous conviendra le mieux.

Pourquoi ne pas consulter un membre des Forces canadiennes ?

Montréal :  
1254, Bishop — 283-6518

Québec :  
1048, St-Jean — 694-3636

Sherbrooke :  
50, Couture — 565-4949

Trois-Rivières :  
1285, Notre-Dame — 374-3510

Chicoutimi :  
200 est, Racine — 543-1880

Rimouski :  
5 est, St-Germain — 723-5271



**LES FORCES ARMÉES CANADIENNES**

## DÉCÈS

**BÉIQUE, Jean-C., Poly '28**, est décédé à l'hôpital de Grand'Mère, Québec, le 29 juin 1973, après une courte maladie.

Né à Magog, Québec, le 3 janvier 1905, il fit ses études secondaires au Collège Mont Saint-Louis et son cours universitaire à l'École Polytechnique de Montréal, où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et d'ingénieur civil en 1928.

Il débuta dans sa carrière à la Cité de Magog à titre d'ingénieur résident. La même année, il accepta le poste d'ingénieur de la Cité de Grand'Mère, poste qu'il occupa jusqu'à 1937, alors qu'il prit charge d'une équipe d'arpentage du ministère de la Voirie du Québec pour le tracé de nouvelles routes. On le retrouve, en 1938, à l'emploi de la Régie provinciale de l'Électricité comme ingénieur résident sur la construction de l'usine hydroélectrique de la St. Maurice Power Corporation à La Tuque. De 1942 à 1944, il fut prêté au ministère fédéral des Munitions et Approvisionnements pour prendre charge du contrôle des utilités publiques. Il fut nommé, en 1945, gérant de la Cité de Grand'Mère, poste qu'il occupa jusqu'à sa retraite, il y a quelques années.

**DUQUETTE, Roland-R., Poly '32**, est décédé à Montréal le 23 juillet 1973.

Né à Montréal le 17 octobre 1907, il fit ses études secondaires au Collège St-Laurent et son cours universitaire à l'École Polytechnique de Montréal, où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et d'ingénieur civil en 1932.

Au cours de sa carrière, il fut associé à plusieurs bureaux d'ingénieurs-conseils. Au moment de son décès, il était depuis nombre d'années associé à la firme Friedman, Duquette & Chauvin, ingénieurs-conseils, spécialistes dans le domaine mécanique-électricité. Ce bureau d'études couvre plus particulièrement le secteur des hôpitaux.

M. Duquette était membre de la Corporation des Ingénieurs du Québec, de même que de celle de l'Ontario, de l'Institut des Ingénieurs canadiens et de l'Association des Ingénieurs-conseils du Canada.

**LAFORTUNE, Gaston Christian, Poly '73**, est décédé accidentellement le 5 juillet 1973.

Né à Montréal le 6 mars 1952, il fit ses études secondaires au Collège Mont St-Louis et son cours universitaire à l'École Polytechnique de Montréal et y obtint les diplômes de B.Sc.A. et d'ingénieur, option mécanique, en mai 1973.

Il s'occupa activement de l'Association des Étudiants de Polytechnique à titre de vice-président à l'éducation.

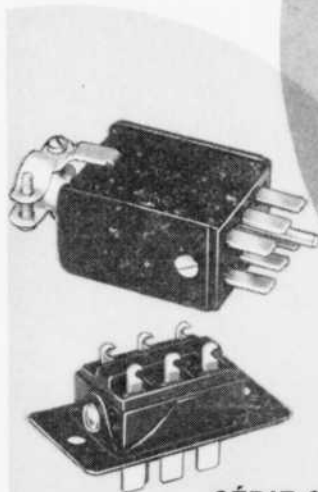
On nous informe qu'il avait accepté un poste de stagiaire à la société SOCATA de France. Il devait donc quitter incessamment.

L'INGÉNIEUR

# CONNEXIONS JONES

## Boîte de jonction et panneau- Câble à câble

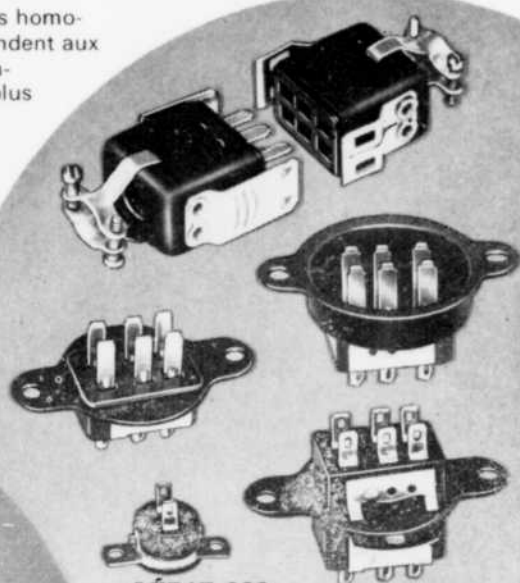
Les prises de courant Jones homologuées par l'ACNOR répondent aux normes de fiabilité, de commodité et d'économie les plus élevées. Fabriquées au Canada, en différents types et dimensions, elles sont vendues par les meilleurs distributeurs d'appareils électroniques. Catalogue C-1 sur demande.



### SÉRIE 2400

Montage sur couvercle ou panneau (Service intensif) 1700 volts de tension nominale RMS\*  
\*La tension nominale est le 1/3 de la tension de rupture.

10 ampères d'intensité.  
Contact de 2500 watts maximum.



### SÉRIE 300

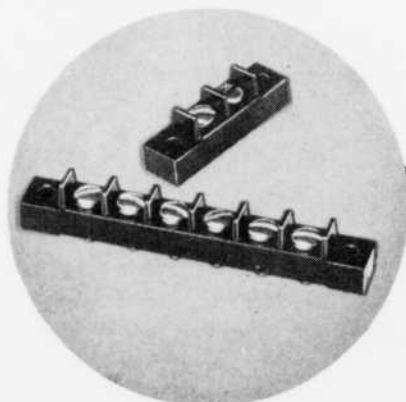
Montée sur couvercle ou panneau (Service moyen ou modéré)  
730 volts de tension nominale RMS\*

\*La tension nominale est le 1/3 de la tension de rupture.

2 à 12 contacts avec courant nominal de 7.5 ampères. (Contact de 1875 watts)  
13 à 33 contacts avec courant nominal de 4.5 ampères. (Contact de 1125 watts)

### Avantages particuliers des prises de courant Jones

- Contacts des prises au bronze-phosphore, languettes en laiton, ces deux pièces étant cadmiées.
- Fiche à double surface de contact sur les deux côtés de la prise.
- Couvercles métalliques et doublures isolantes assurant robustesse et isolation électrique.
- Languettes polarisées assurant un engagement sûr et efficace.
- Dispositifs de blocage assurant une robuste connexion mécanique.



### Blocs de jonction barrière pour circuits imprimés.

Pour les jonctions, les bornes des planches de circuits imprimés sont montées en un isolateur monobloc. Existent avec 2 ou 10 bornes pour planches de 1/16" et 1/8". Bulletin "Cinch" PBC-170 sur demande.

UNITED-CARR DIVISION OF TRW CANADA LIMITED

Bureau de ventes du Québec — 3901 Jean Talon W., Montréal

**BOUTHILLETTE  
& PARIZEAU**

INGÉNIEURS-CONSEILS  
Mécanique - Électricité

9825, rue VERVILLE  
Montréal 357 — 337-3747

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



615, RUE BELMONT

MONTRÉAL 101

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

**Propriétaire-exploitant**

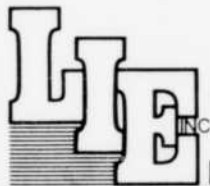
Études géotechniques — Contrôle du dynamitage  
Contrôle de la qualité des matériaux et de la fabrication  
Investigations civile, mécanique et électrique

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

TÉL.:  
489-4941

## Répertoire des Annonceurs

- 16 Banque d'Expansion Industrielle
- 28 Bouthillette & Parizeau
- 
- 14-15 Carrier Air Conditioning Company
- 8 Cie Nationale de Forage et Sondage Inc.
- 11 Consolidated Engines & Machinery Co. Ltd.
- 
- C III Dominion Engineering Works Limited
- 
- 9 Fiberglas Canada Limited
- 
- C IV Hewitt Équipement Limitée
- 
- 12-13 International Harvester Co. of Canada, Ltd.
- 
- 2 Jenkins Bros. Limited
- C II Johnson Controls Ltd.
- 
- 28 Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.
- 28 Laboratoires Ville Marie Inc., Les
- 28 Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés
- 26 Les Forces armées canadiennes
- 
- 10 Marine Industrie Ltée
- 16 Montel Inc.
- 
- 28 Racey, MacCallum & Bluteau Ltée
- 16 Ruston Diesels Limited
- 
- 8 Société de dragage Richelieu Inc.
- 
- 26 Trudeau, Gascon, Lalancette et Associés
- 
- 27 United-Carr Division of TRW Canada Limited
- 
- 8 Warnock Hersey International Limited



Géotechnique / Contrôle Qualitatif  
SONDAGES ETUDES / SOLS BETON ASPHALTE ACIER

8594 LAFRENAIE  
MONTREAL 458  
TEL (514) 325 3040

2660 CHEMIN STE FOY  
CP 9220 QUEBEC 10  
TEL (418) 653 8704

335 ST HUBERT  
JONQUIERE  
TEL (418) 547 5719

LABORATOIRE D'INSPECTION ET D'ESSAIS INC.

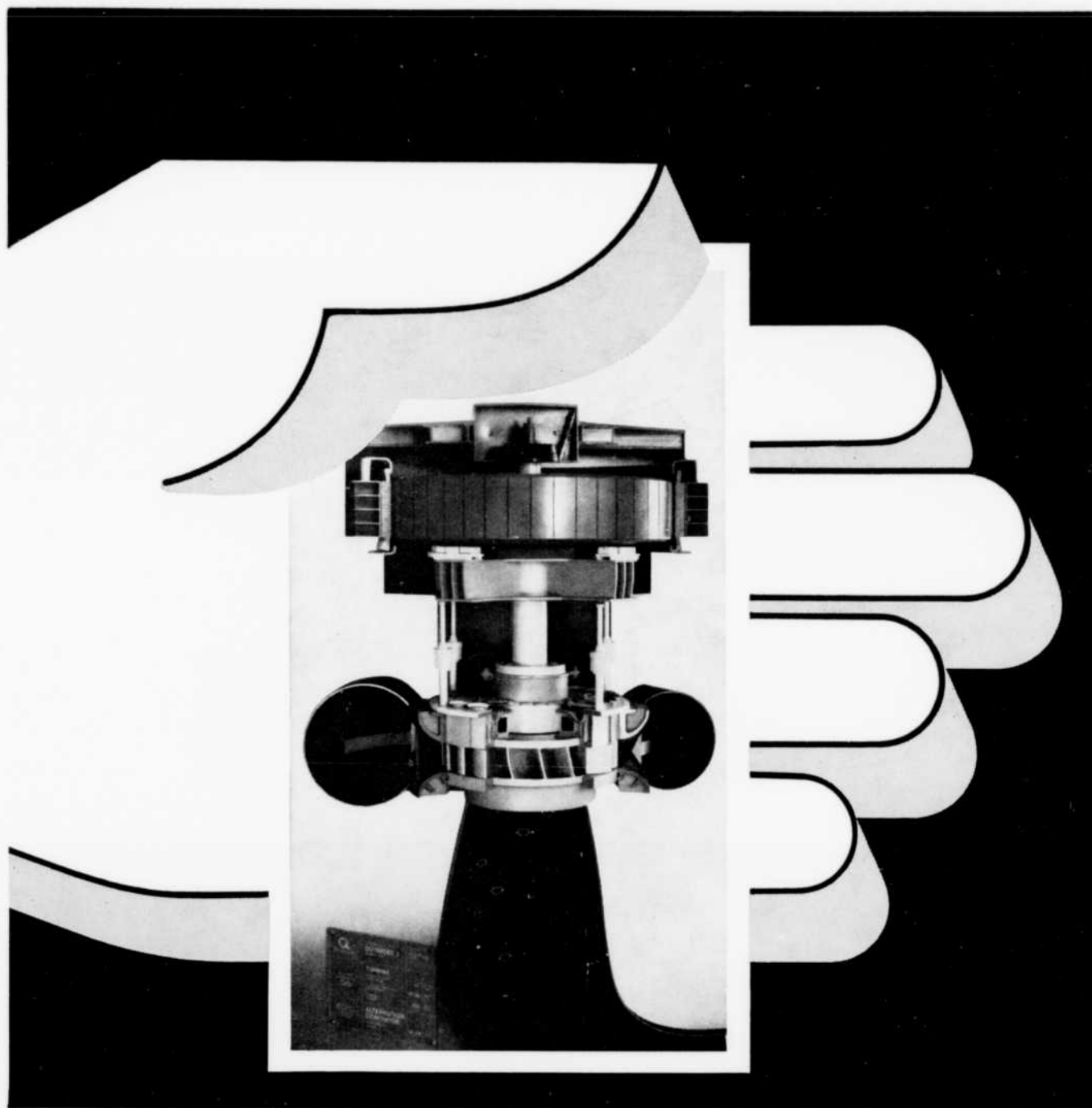


LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.

1875, BOULEVARD INDUSTRIEL, LAVAL

QUÉBEC

Société d'études de sols — Laboratoire de matériaux



## À portée de la main...

Toutes les ressources humaines et techniques qu'exige l'exploitation hydro-électrique sont à portée de la main au Québec. Depuis 1920, la Dominion Engineering Works et la Compagnie Générale Électrique du Canada, la première fabriquant les turbines et la seconde les alternateurs, stimulent l'industrie hydro-électrique québécoise. Sources d'emplois dans les secteurs de pointe, sources d'investissements et de revenus pour la province, DEW-CGE conçoivent, fabriquent et installent des groupes turbine-alternateur avec une compétence et une expérience mondialement reconnues.

*Ci-dessus, une vue éclatée d'un groupe turbine-alternateur; la turbine, de type Francis, s'adapte à des chutes de 100 à 1,500 pieds.*



COMPAGNIE  
**GENERALE  
ELECTRIQUE  
DU CANADA**  
LIMITEE



**Dominion  
Engineering  
Works Limited**

*Hewitt*

# L'ENERGIE.

## ÇA NOUS CONNAIT...

Nous vous offrons une gamme complète de moteurs Diesel pour l'industrie de la construction, des mines et des chantiers maritimes. Hewitt offre également un excellent service après-vente et un inventaire complet de pièces de rechange.



- a. **Groupes électrogènes** 50 à 900 kW équipés d'une armoire de contrôle pour applications industrielles, maritimes ou comme source d'urgence.
- b. **Moteurs marins** — 125 à 1125 H.P. au volant en service continu — pour la propulsion et groupes auxiliaires.
- c. **Moteurs industriels** — pour la construction, les opérations forestières, les concasseurs et les usines d'asphalte. Ils servent aussi comme moteurs stationnaires ou moteurs de remplacement.

### MOTEURS PERKINS

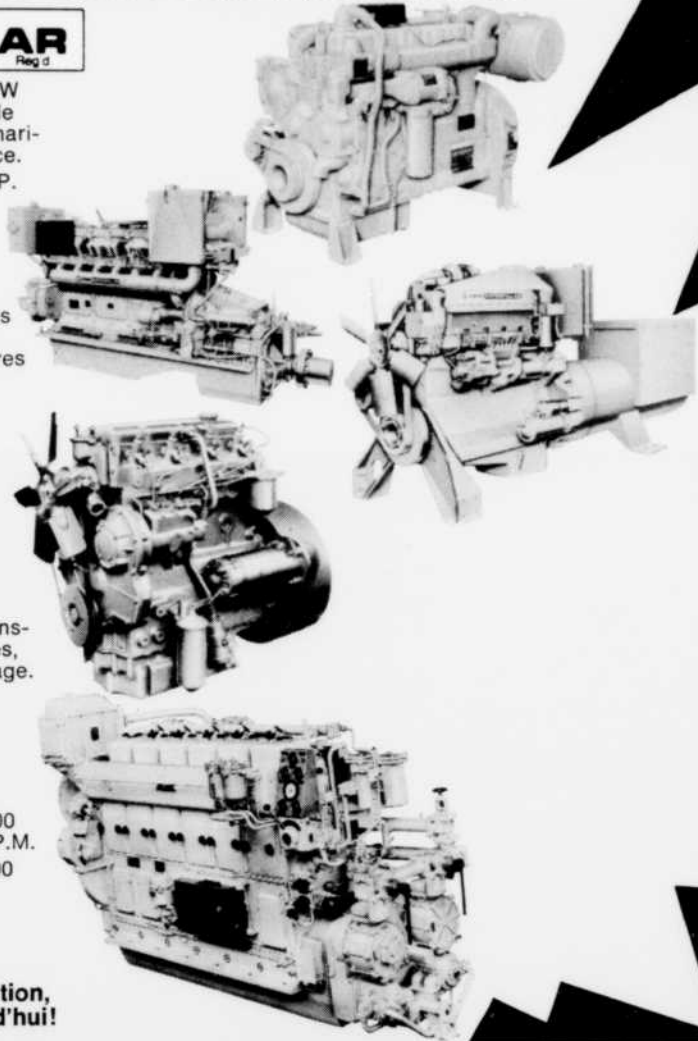
- a. **Groupes électrogènes** — de 20 à 70 kW.
- b. **Moteurs marins** — de 50 à 185 H.P.
- c. **Moteurs industriels** — pour la construction, les opérations forestières, l'industrie minière et le camionnage.

### MAK

- a. **Moteurs marins** — de 300 à 10,000 H.P. à un régime de 425 à 900 T.P.M.
- b. **Groupes électrogènes** — de 1,000 à 7,000 kW.

Moteurs de propulsion et groupes auxiliaires.

**Peu importe l'application, appelez-nous aujourd'hui!**



*Hewitt*



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