

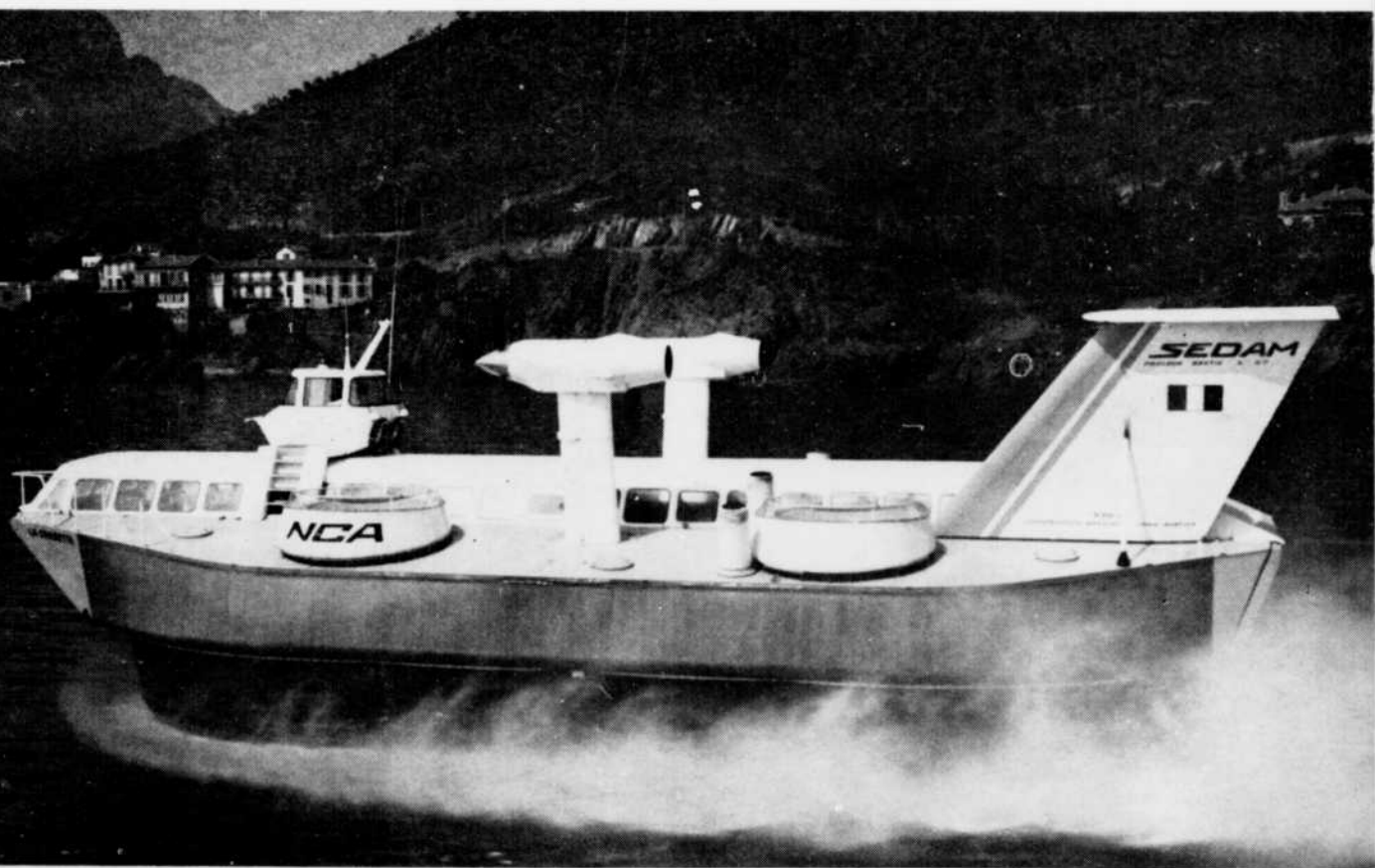


OCTOBRE 1971

No 271

57^e année

INGÉNIEUR

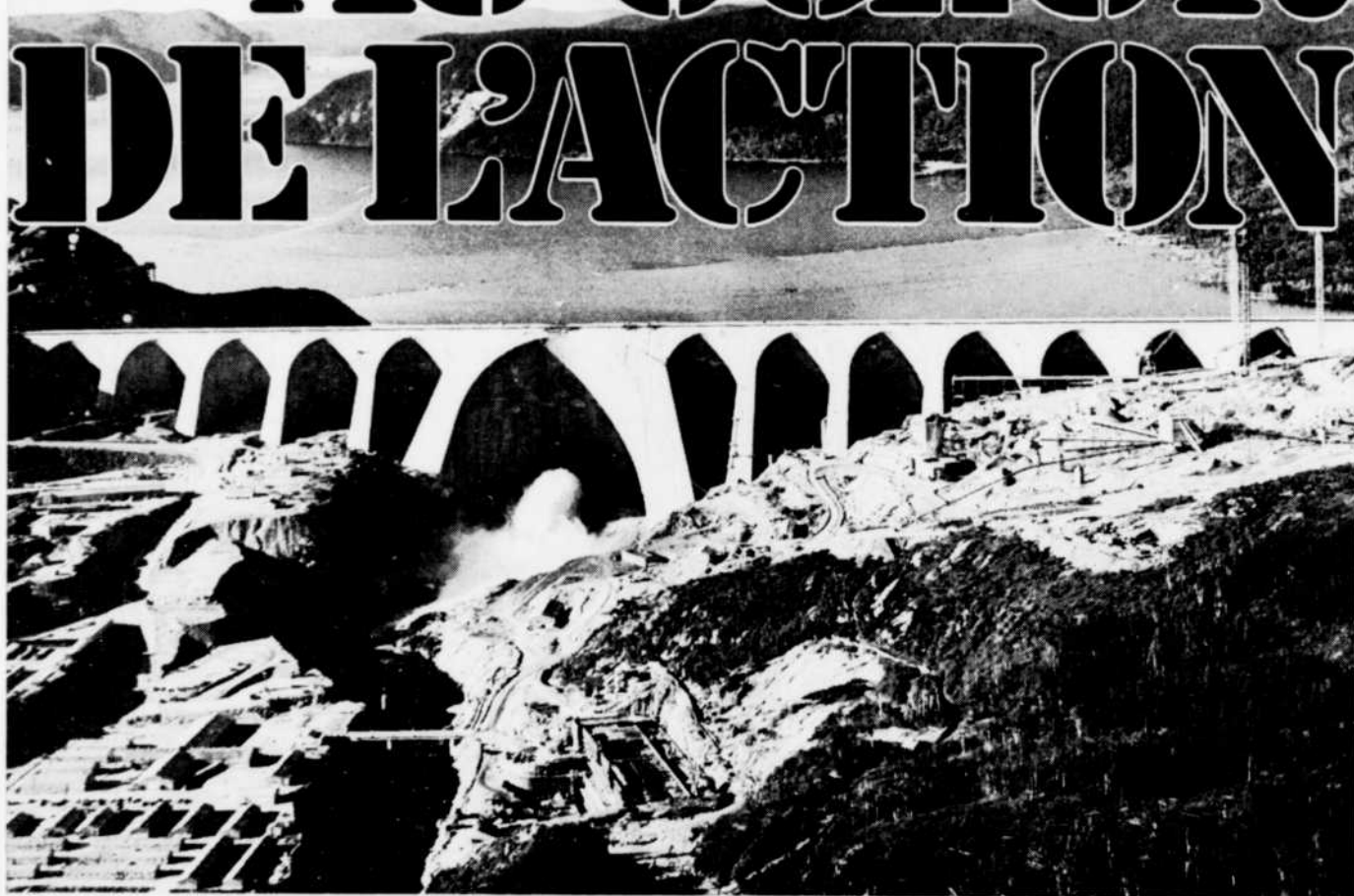


Affranchissement en numéraire au tarif de la troisième classe Permis No 11018
Port de retour garanti : 2500, avenue Marie-Guyard, Montréal 250

M. Clément Gagnier, Ing. P. E.
27 Ave. des Rapides,
Québec 5, Qué.

MARINE INDUSTRIE

AU COEUR DE L'ACTION

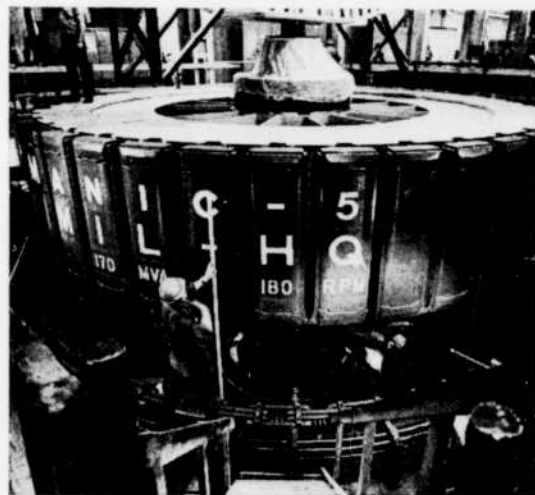


Barrage Daniel Johnson (Manic 5)

L'équipement géant des plus grandes centrales hydroélectriques comme le barrage Daniel Johnson — le plus grand barrage à arcades au monde — exige une haute compétence technique jointe à des moyens de production ultra-modernes: deux caractéristiques de l'atelier d'usinage lourd de Marine.

Techniquement à la pointe du progrès dans la fabrication de l'équipement hydroélectrique au Canada, Marine a exécuté certaines des commandes les plus considérables au monde. Ses réalisations récentes et en cours comprennent les quatre turbines de 170 mw d'Outardes 4, les huit groupes de turbo-alternateurs de 170 mw destinés à la centrale du barrage Daniel Johnson, et cinq groupes de turbo-alternateurs de 475 mw pour les chutes Churchill. D'autres commandes d'envergure doivent s'ajouter bientôt à cette liste.

Le four de recuit de Marine peut traiter des pièces pesant jusqu'à 100 tonnes à 1,800°F.



Rotor d'un des alternateurs installé par des spécialistes de Marine au barrage Daniel Johnson.



MARINE INDUSTRIE LTÉE

Siège social: édifice Marine, 1405, rue Peel, Montréal
Ateliers et chantiers maritimes: Sorel (Québec)

**ADMINISTRATION
ET RÉDACTION**
2500, avenue Marie-Guyard
Montréal 250, Tél. 739-2451

COMITE ADMINISTRATIF
Roland BOUTHILLETTE, ing.,
président
Claude BRULOTTE, ing.
Emeric-G. LÉONARD, ing.
André LOISELLE, ing.
Michel ROBERT, ing.
Jean-L. ROQUET, ing.
Michèle THIBODEAU-DEGUIRE, ing.

SECRETAIRE-ADMINISTRATIVE
Yolande GINGRAS

REDACTRICE
Madeleine G. LAMBERT

**COMITE CONSULTATIF
DE RÉDACTION**
Pierre LAROCHELLE, ing.,
directeur
Raymond BARETTE, ing.
G.-Réal BOUCHER, ing.
Donald J. BRYANT, ing.
Jean L. CORNEILLE, ing.
Josef HODE KEYSER, ing.
Adrien LEROUX, ing.
Michel RIGAUD, ing.
Jean-Charles TREMBLAY, biochim.

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

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

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

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

Tirage certifié : membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau



SOMMAIRE

ARTICLES

3 LES AEROGLISEURS

par : Jacques E. Laframboise, ing.

Trois types d'aérogliisseurs sont étudiés : le naviplane, l'aérotrain et le terraplane. Le premier est destiné aux liaisons maritimes, le second aux transports en commun, le dernier aux liaisons terrestres dans les régions en voie de développement.

L'auteur donne quelques critères permettant de situer les domaines de profitabilité de ces machines.

21 L'AVENIR DU COLOMBIUM

par : Dr Michel Rigaud et Dr Jean-Paul Baillon

Cet article a pour but d'examiner avec le plus de réalisme possible l'avenir du colombium.

L'industrie du colombium est encore très jeune. Elle prit un véritable essor vers 1959. Il est donc imprudent de se fier à une simple extrapolation du passé pour prédire l'avenir. Le besoin de faire certaines prévisions a pourtant surgi récemment. C'est le fruit des premières recherches bibliographiques des auteurs et de leurs réflexions sur le sujet que nous désirons livrer aux lecteurs.

RUBRIQUES

13 LE MOIS : Chroniques mensuelles

32 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.

PHOTO COUVERTURE

NAVIPLANE N-300 de la Société d'Études et de Développements des Aérogliisseurs Marins.

Photo courtoisie de la Société Bertin

Les valves Jenkins? N'y pensez plus!

Les valves Jenkins sont tellement fiables qu'une fois installées, vous n'aurez plus besoin d'y penser. Entretenez-les normalement et elles surpasseront en rendement toute autre marque et ce, dans les pires conditions. C'est garanti depuis 1869. Jenkins Bros. Limited, Lachine, Qué.



JENKINS

Le spécialiste en valves



Jenkins Bros

LES AÉROGLISSEURS

par Jacques E. Laframboise, ing.

Notes biographiques :

L'auteur est un gradué de l'École Polytechnique en 1951. Il poursuit des études post-graduées à l'École Polytechnique, ainsi qu'à l'Imperial College of Science and Technology en mécanique des fluides.

Par la suite, il travailla dans divers laboratoires de recherches pour le compte du gouvernement et de sociétés privées. Depuis 1969, il est consultant pour la Société Bertin à leur bureau de Montréal.

Introduction

L'aéroglesseur est un véhicule de transport caractérisé par l'utilisation d'air sous pression comme intermédiaire entre le véhicule et la surface portante. Outre l'annulation virtuelle de la traînée due au poids de la machine, il en résulte une indépendance relative vis-à-vis du profil et de la résistance de la surface portante.

Le concept du véhicule sur coussin d'air remonte à la fin du siècle dernier*. Cependant, ce n'est qu'avec Cockerell, en 1959, qu'apparaîtra un aéroglesseur fonctionnant de façon adéquate. Ce succès devait attendre la disponibilité d'éléments légers, tant au point de vue structure que motorisation des ventilateurs de sustentation. Ces éléments, alliés au jet périphérique breveté par Cockerell, ont permis la réalisation d'un appareil de démonstration, le Westland SR-N1. Cet appareil traversa la Manche moins d'une année après sa sortie.

Vers la même époque, la Société Bertin concevait un système original de coussins à jupes souples. La nouveauté du système, hors une stabilité accrue par rapport au système Cockerell, résidait dans la dissociation de la hauteur de fuite d'air de la hauteur libre sous la

structure rigide de l'appareil. Un obstacle important pouvait désormais être franchi sans dépense excessive d'air pulsé. Cette caractéristique des parois souples avait été reconnue par Cockerell : une structure souple fut installée par la suite sur le SR-N1, et subséquemment sur tous les aéroglesseurs britanniques, les Hovercraft.

Si les débuts coïncident en France et en Angleterre, il y a cependant développements parallèles, avec deux techniques distinctes. Ainsi, les Hovercraft ont connu un perfectionnement très rapide. Par contre, en France, les premiers aéroglesseurs sont terrestres. On développera en parallèle trois types distincts : le terraplaine, l'aérotrain et le naviplane. Le premier est un véhicule mixte utilisant des roues pour le guidage et la propulsion, le second est un véhicule guidé circulant sur une voie préparée, tandis que le dernier est l'équivalent de l'Hovercraft.

Depuis la sortie du SR-N1, les aéroglesseurs ont connu une popularité peu commune. Ces véhicules semblaient voués à un avenir prometteur, devant éclipser à court terme les autres modes de transport. Cet engouement a favorisé en Angleterre, l'essor de cette industrie. Le stade des prototypes fut rapidement dépassé, et les véhicules de série accédèrent au marché.

Toutefois, cette avance ne devait pas être sans aléas : les réalités commerciales prirent le dessus, et l'on dut se rendre compte que le marché aussi devait être développé. Des regroupements ont depuis ramené l'industrie anglaise à des proportions plus sages.

Ces difficultés commerciales s'expliquent par la formule de l'aéroglesseur : il s'agit d'un véhicule sustenté par air pulsé.

Il nécessite donc, en plus de la puissance propulsive, une puissance importante pour les ventilateurs. Enfin, dans le but d'obtenir un bilan poids convenable, la

* Leslie Hayward, *The History of Air Cushion Vehicles*, Kalerghi-McLeavy Publications.

structure doit être très légère, faisant appel aux techniques aéronautiques, avec motorisation par turbines à gaz. D'où, un véhicule cher à l'achat et à l'exploitation.

Le coût d'achat des aéroglisseurs de type Hovercraft ou Naviplane se situe entre \$80,000 et \$100,000 par tonne de charge mobile. La puissance installée est d'environ 200 HP par tonne de charge mobile. Cependant, ces véhicules circulent sur mer à 60 mi/h sans être incommodés par les bas-fonds ou les débris.

Le succès commercial n'est donc possible que dans les applications où les avantages de la formule compensent largement les contraintes créées par son utilisation.

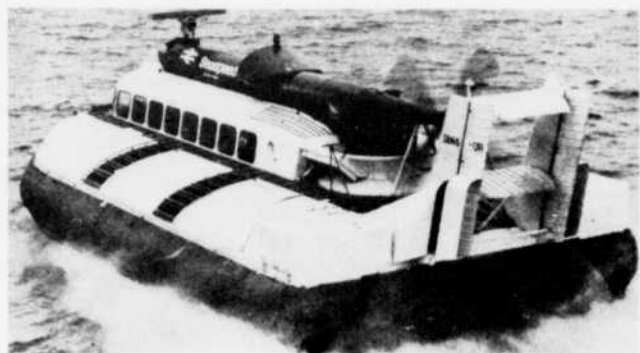
Nous ne traiterons pas ici des problèmes de mise au point de ces machines. Les aéroglisseurs possèdent, comme tout véhicule, six degrés de liberté. De plus, la présence d'un circuit d'air pulsé allié à des membranes souples introduit plusieurs systèmes élastiques, tous passibles d'oscillations entretenues. Markos*, dans un article consacré aux plateformes de manutention de l'Hydro-Québec, décrit un des modes d'auto-résonance particuliers aux coussins d'air.

Les caractéristiques du coussin d'air permettent de définir des domaines d'exploitation où cette technique est supérieure aux formules classiques : roues, rails, chenillettes, navires, etc. Nous essaierons donc de préciser ces domaines par la description de trois catégories d'aéroglisseurs qui se distinguent par le degré de préparation exigé par la voie qu'emprunte le véhicule :

1. Aéroglisseurs (libres) : Hovercraft, Naviplane.
2. Aéroglisseurs guidés : Aérotrain.
3. Aéroglisseurs mixtes : Terraplane.

1. Aéroglisseurs (libres)

L'aéroglisseur proprement dit est un véhicule amphibie, libre de tout contact avec la surface d'évolution. C'est le type le mieux connu de la famille des aéroglisseurs. Les figures 1 et 2 représentent le Hovercraft SRN-6 et le Naviplane N-300, respectivement de conception anglaise et française.



Jane's

Figure 1 : SRN6, British Hovercraft Corporation. Masse totale : 10 tonnes. Charge utile, 3,4 tonnes. Moteur RR Gnome, 900 HP continue. Endurance, 3 heures. Longueur, 48 pi. Largeur, 23 pi. Hauteur, 18 pi.

* Markos F., *Manutention de Colis Lourds sur Coussins d'Air*, L'Ingénieur, Déc. 69, 55e — No 249.



Société Bertin

Figure 2 : NAVIPLANE N-300, Société d'Études et de Développement des Aéroglisseurs Marins. Masse totale : 33 tonnes. Charge utile, 13 tonnes (Version cargo). Vitesse maximale, 70 mi/h. Vitesse croisière, 60 mi/h. Endurance, 3 heures. Moteurs Turboméca Turmo 111 N, 2 x 1280 HP, puissance continue. Longueur, 76 pi. Largeur, 36 pi. Hauteur, 26 pi.

L'aéroglisseur est caractérisé par le fait que la puissance de sustentation est relativement constante en fonction de la vitesse, et que la résistance à l'avancement est essentiellement due à la traînée aérodynamique. Ceci le distingue de l'hydroglisseur dont la puissance de sustentation est proportionnelle à la vitesse, et du navire dans lequel la coque crée un système d'ondes absorbant une énergie considérable.

Contrairement au navire et à l'hydroglisseur, l'aéroglisseur n'est pas affecté par la présence de bancs de sable, d'écueils ou de débris flottants. De plus, il se contente d'installations portuaires très sommaires : une plage suffit pour l'accostage. Le cas échéant, il pourra pénétrer plus profondément dans les terres afin d'atteindre une route ou un chemin de fer.

L'aéroglisseur pourra circuler sur terre, au-dessus de zones marécageuses par exemple. Il suffira que les voies d'accès soient choisies de façon à ce que les pentes et les obstacles soient franchissables par le véhicule. Cependant, lorsque le trajet est situé presque totalement sur terre, l'aéroglisseur mixte devient plus efficace.

1.1 Technique des coussins

L'aéroglisseur est le seul des trois catégories de véhicules à l'étude qui soit exploité commercialement. Cela est dû en grande partie à l'enthousiasme avec lequel les aéroglisseurs furent accueillis, d'où la disponibilité de fonds pour le perfectionnement de cette formule. En Europe de l'Ouest, deux écoles se précisent : l'école anglaise, avec la « British Hovercraft Corporation » (brevets Cockerell), et l'école française, avec la Société SEDAM (brevets Bertin), qui fabrique les naviplanes et terraplanes.

École anglaise

Cockerell utilise, sur le SR-N1 de 1959, un coussin à fente périphérique créant un voile d'air dirigé vers l'intérieur du véhicule (figure 3a). La composante centripète du jet maintient, par sa force vive, la pression

de sustentation sous le véhicule. Pour un débit constant, la pression créée est inversement proportionnelle à l'espace libre sous le véhicule ; ce qui assure la stabilité verticale du coussin. La stabilité latérale est assurée par l'accroissement léger de la pression sous le côté bas du véhicule, étant donné que la composante horizontale du jet devient alors plus élevée (figure 3b).

Par rapport à la chambre de pression alimentée par le centre, le voile périphérique permet de doubler la hauteur de vol. Cependant, la puissance requise demeure prohibitive pour des hauteurs libres raisonnables. C'est pourquoi Cockerell opta pour des structures souples. Celles-ci ont considérablement évolué depuis leur introduction, et la figure 3c représente leur forme actuelle.

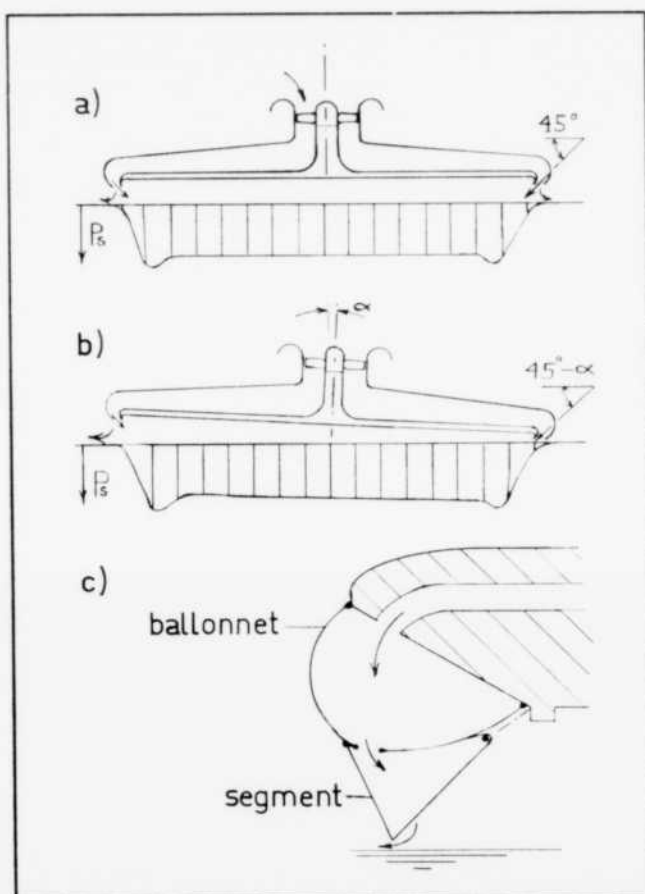


Figure 3 : Système Cockerell, BHC (British Hovercraft Corporation).

Un ballonnet gonflé par le ventilateur de sustentation distribue l'air sur la périphérie du coussin. Des segments souples (« fingers ») servent d'intermédiaire entre le ballonnet et la surface portante. La légèreté et la souplesse de ces éléments leur permettent de s'effacer sous l'action des vagues ou des obstacles. Les segments sont des éléments d'usure facilement remplaçables.

La stabilité verticale dépend de la caractéristique débit-pression du ventilateur, tandis que la stabilité latérale est associée à la déformation des coussins. Éventuellement, le contact du ballonnet avec la surface rétablira l'assiette d'un véhicule trop incliné. Ce mode de stabilisation, marginal, est maintenant amélioré par la division du coussin en trois ou quatre secteurs.

École française

L'emploi de coussins multiples apparut à la Société Bertin comme un moyen pouvant assurer la stabilité des véhicules. De plus, l'utilisation de jupes souples permettait de dissocier la hauteur de fuite de la hauteur libre sous l'appareil (figure 4). Ainsi, sans l'artifice du jet périphérique, on obtenait les hauteurs libres voulues avec une puissance de sustentation réduite. La stabilité du coussin est assurée par une relation négative débit-pression du circuit d'alimentation. Ainsi, lorsqu'un coussin se rapproche du sol la pression interne augmente, ce qui établit une nouvelle position d'équilibre. La combinaison d'au moins trois coussins sous une plate-forme définit un véhicule stable. Ce système est amélioré par l'adjonction d'une jupe périphérique entourant les coussins élémentaires (figure 4b). Cette jupe augmente la surface de portance et réduit le périmètre de fuite.

La Société Bertin a mis au point divers autres systèmes de coussins à air, entre autres le coussin à labyrinthe (figure 4c), où un seul élément est utilisé, mais avec double jupe. Les surpressions nécessaires à la stabilisation prennent naissance dans le secteur de la couronne se rapprochant le plus du sol.

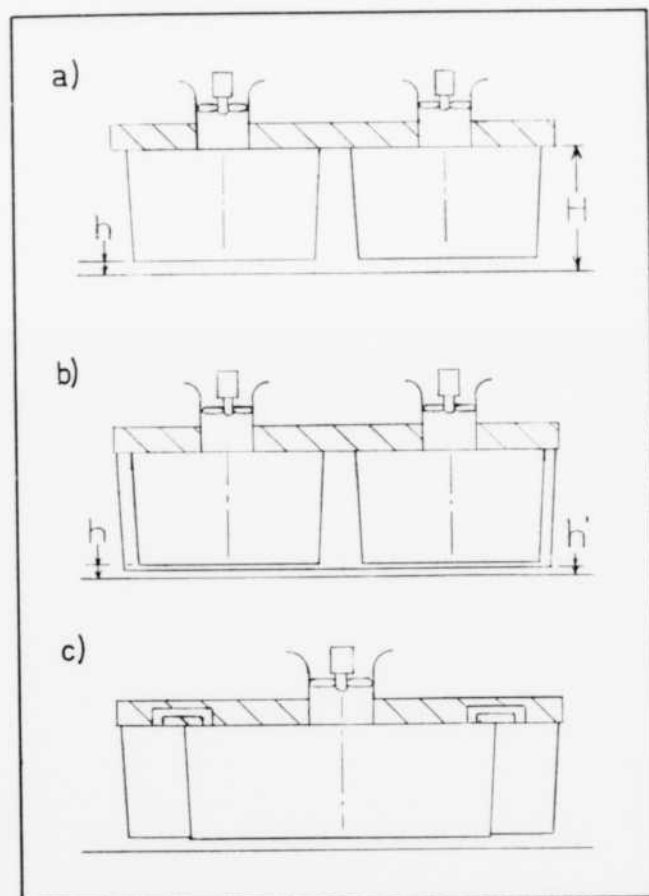


Figure 4 : Système Bertin, SEDAM (Société d'Études et de Développement des Aéroglisseurs Marins).

1.2 Motorisation

La résistance à l'avancement d'un aéroglisseur se compose de la traînée aérodynamique du véhicule et de la traînée de captation de l'air de sustentation. A cela s'ajoute, pour un aéroglisseur marin, la traînée hydrostatique créée par la formation d'un train de

vagues lorsque le véhicule se déplace à basse vitesse. En effet, à vitesse nulle, le véhicule doit déplacer une masse d'eau égale à son poids. La « cavité » ainsi formée suit le véhicule jusqu'à ce que sa vitesse soit supérieure à celle de la vague. Le véhicule « remonte » la pente jusqu'à ce qu'il en dépasse la crête. La figure 5 illustre la variation de la traînée totale d'un aéroglisseur selon sa vitesse de déplacement. Les contacts de la jupe avec la surface portante constituent une autre source de résistance. Celle-ci sera d'autant diminuée que la hauteur libre sous le bord de la jupe sera plus élevée.

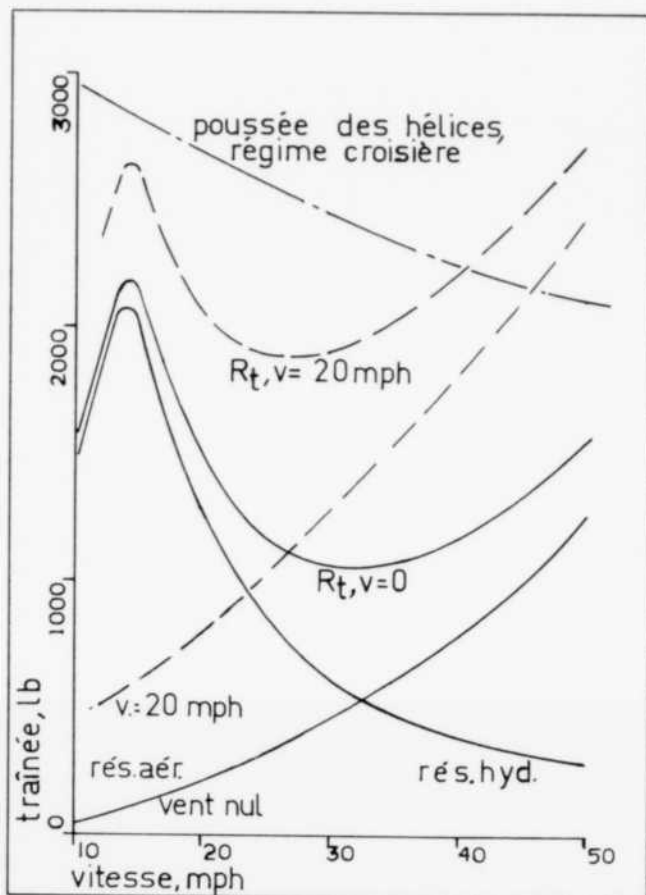


Figure 5 : Résistance à l'avancement d'un aéroglisseur marin. Projet Bertin BC 8/7, masse totale 16 tonnes.

Sustentation

La puissance demandée par le coussin est proportionnelle à la hauteur libre sous la jupe. Suivant les conditions d'utilisation : hautes vagues, surfaces inégales, et autres, la hauteur de vol choisie doit minimiser la résistance due au contact de la jupe avec la surface portante et, bien entendu, minimiser l'usure du matériel souple.

La hauteur libre correspond à environ 1/2 % de la longueur du véhicule. Il s'agit évidemment d'une dimension déterminée par l'expérience. Il s'ensuit que la puissance affectée au ventilateur de sustentation sera d'environ 30% à 50% de la puissance totale du véhicule.

Mode de propulsion

L'aéroglisseur libre est propulsé par hélices aériennes. Généralement, les aéroglisseurs commerciaux, comme les SR-N6 et N-300, ont une motorisation unique

pour les ventilateurs et les hélices. Celles-ci sont à pas variables, ce qui permet de varier la vitesse de la machine sans modifier celle des moteurs ou des ventilateurs. Le débit et la puissance de sustentation ne varient donc pas tellement suivant la vitesse du véhicule.

Le N-300 possède deux turbomoteurs de 1500 HP reliés par transmission mécanique à quatre ventilateurs et deux hélices. La position des hélices (figure 2) permet le pivotement du véhicule par manœuvre différentielle du pas des hélices. Toutes les évolutions peuvent donc être contrôlées simplement à l'aide des deux commandes de pas.

Le SR-N6, muni d'une seule hélice, ne peut utiliser celle-ci pour diriger sa trajectoire. Cette commande est assurée soit par un gouvernail placé dans le souffle de l'hélice, soit par des tuyères auxiliaires. Celles-ci, soufflant latéralement lui permettent les manœuvres à basse vitesse.

1.3 Paramètres

Afin de situer les aéroglisseurs en eux-mêmes et vis-à-vis d'autres modes de transport, les tableaux I et II présentent des caractéristiques de divers véhicules. Des valeurs normalisées ont été utilisées : soit la puissance installée par tonne de charge mobile ou la productivité en tonnes-milles par heure par tonne de masse à vide.

Le premier facteur appliqué aux aéroglisseurs circulant aux mêmes vitesses correspond, lorsqu'il diminue,

TABLEAU I — AÉROGLISSEURS

TYPE ¹	BHC SRN4	BHC SRN6	BHC BH-7	BELL ² 7380	SEDAM N-300	SEDAM ³ N-500	SEDAM N-102
a) Masse à vide, tonne	114	5,7	34	16,8	18,2	105	2,7
b) Charge mobile, tonne ⁴	70	4,3	11	27,2	14,8	86	1,6
c) Puissance maximale continue, HP	13600	900	3400	2600	2560	12500	450
d) Vitesse de croisière ⁵ , mi/h	70	60	70	47	60	80	50
e) Productivité, bd/a	43	45	23	76	49	65,5	29,6
f) Puissance unitaire, c/b	194	209	310	96	173	145	282
g) c/(a+b)	74	90	75	59	77,5	65,5	105
h) Références	6	6	6	8	7	7	7

1. Aéroglisseurs amphibies, version cargo.
2. Projet canadien le « Voyageur ».
3. En construction.
4. Charge utile plus équipage et carburant.
5. Croisière à puissance maximale continue et sur mer calme.
6. McLeavy, R., *Jane's Surface Skimmer Systems (1967-68)*, Sampson Low, Marston & Co. Limited.
7. Documentation SEDAM, 80, avenue de la Grande Armée, Paris 17e.
8. Documentation BELL Aerospace, Canada.

à une « finesse » accrue. L'augmentation du second facteur est relié à un raffinement de structure. Généralement, ces facteurs s'améliorent pour les plus grandes machines, ce qui indique que la dimension optimale n'est pas atteinte.

Il est remarquable, pour les aéroglisseurs, que la puissance installée par tonne de masse totale se maintienne aux environs de 75 HP. La productivité ou, si l'on veut, le coût de revient est associé ici au rapport charge mobile sur masse à vide puisque les vitesses se situent dans la même fourchette, soit de 60 à 80 mi/h.

Le cas du BH-7 est curieux : à moins d'erreur sur la masse à vide donnée par la référence, ce véhicule serait plutôt médiocre en exploitation commerciale.

Les hydroglisseurs, tableau II, ont une productivité, par tonne de masse à vide, nettement plus basse que les aéroglisseurs. Cependant, l'incidence de cette productivité sur le coût de revient dépendra évidemment du coût d'achat, à la tonne, de l'hydroglisseur. À noter sur ce tableau que le « Bras d'Or » et le Boeing sont des hydroglisseurs militaires.

TABLEAU II — HYDROGLISSEURS*

TYPE	De H. Can. « Bras d'Or »	SUPRAMAR			BOEING PCH-1	SORMOVO KOMETA
		PT-20	PT-50	PT-150		
a) Masse à vide, tonne	185	22.4	54	132	104	46
b) Charge mobile, tonne	53	7.8	16.2	36	30	16.6
c) Puissance maximale continue, HP	22000	1000	2200	6200	6800	1800
d) Vitesse de croisière, mi/h	70	40	39	42.5	46	37
e) Productivité, bd/a	20	13.9	11.7	11.6	13.3	13.3
f) Puissance unitaire c/b	415	128	136	172	227	108
g) c/(a+b)	92.5	33.2	31.4	36.9	50.8	28.8

* Référence : McLeavy, R., *Jane's Surface Skimmer Systems* (1967-68).

2. Aéroglisseurs guidés

Aérotrain

L'Aérotrain résulte de l'application des coussins à air aux systèmes de transport à haute densité. Il est destiné aux liaisons rapides interurbaines et suburbaines.

Grâce au coussin d'air, il est possible d'atteindre des vitesses élevées sans transmettre, à la voie ou au véhicule, les chocs et vibrations créés par le passage des roues sur la surface de circulation. Cette application comporte certains avantages, tant sur la voie que sur le véhicule lui-même, de telle sorte que l'utilisation du coussin d'air demeure profitable même pour des liaisons où une vitesse de pointe élevée serait superflue.

2.1 Le véhicule

Le véhicule est caractérisé par la présence, sous la majeure partie de la structure, de coussins d'air munis de lèvres flexibles. D'autres coussins sont aussi disposés de part et d'autre d'un mur de guidage tels qu'illustrés à la figure 6.

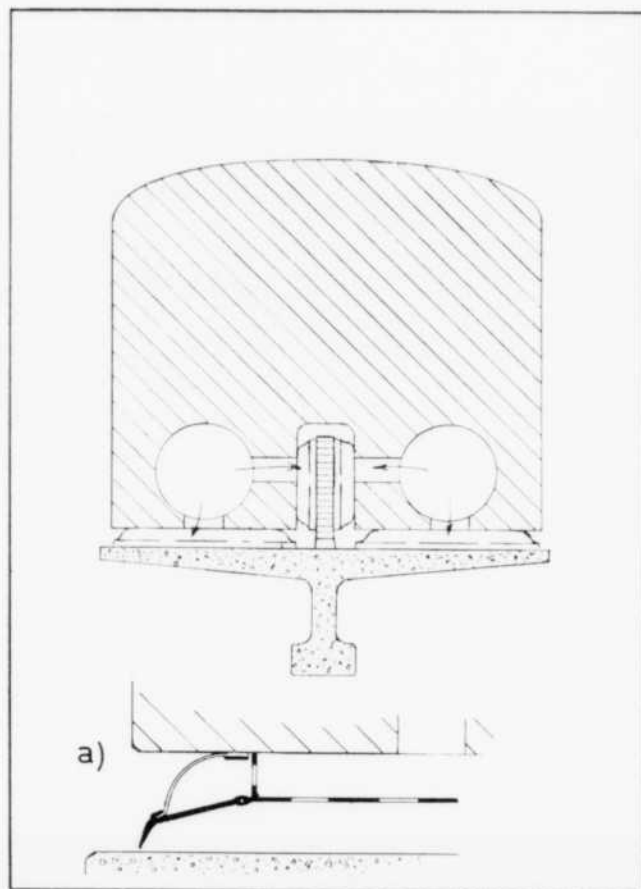


Figure 6 : Localisation des coussins sur l'aérotrain. Lèvre type.

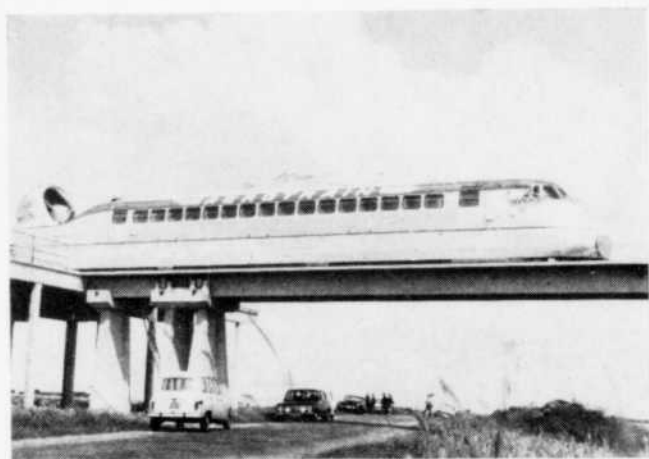
De cette disposition résulte une absence de charges concentrées et de moments fléchissants sur le véhicule. La structure peut donc être très légère tout en conservant des coefficients adéquats de sécurité. Le véhicule Orléans 250-80, à la figure 7, pèse moins de 12 tonnes à vide, et sa charge mobile est de 8 tonnes. De cette légèreté découle la très faible charge transmise par le coussin à la surface de circulation, soit de l'ordre de 1 lb/po². La légèreté du véhicule est un atout, particulièrement pour les liaisons suburbaines où les arrêts et départs multiples absorbent la majeure partie de l'énergie exigée par ce type de service. Sur parcours interurbain, la légèreté du véhicule permet à celui-ci de franchir des rampes importantes sans ralentissement notable : l'aérotrain Orléans, par exemple, peut négocier une pente de 5% sans réduire sa vitesse de pointe de plus de 20%. Ceci simplifiera considérablement le choix des tracés de route par rapport aux chemins de fer puisque les collines n'auront plus besoin d'être contournées.

Suspension

Le véhicule Orléans circule à 290 km/h (180 mi/h) sur une voie pouvant présenter des irrégularités de

l'ordre du centimètre. Un véhicule expérimental a atteint 265 mi/h et il est possible d'atteindre des vitesses plus élevées si la puissance propulsive est suffisante. L'obtention de ces vitesses est pratiquement dissociée de l'état de la voie. De telles performances sont possibles grâce à la suspension qui présente une masse non suspendue nulle, l'air des coussins correspondant aux roues et essieux d'une suspension classique. Il y a donc absence totale de chocs dus aux irrégularités de surface

La fréquence propre de la suspension est contrôlée par la rigidité du ressort pneumatique (figure 6a) formé par le volet supportant les lèvres du coussin. La pression existant dans le coussin est déterminée statiquement par la distance des lèvres à la surface de roulement. L'amortissement du système s'effectue par déphasage entre la pression interne et la position des lèvres lorsque le système est en mouvement.



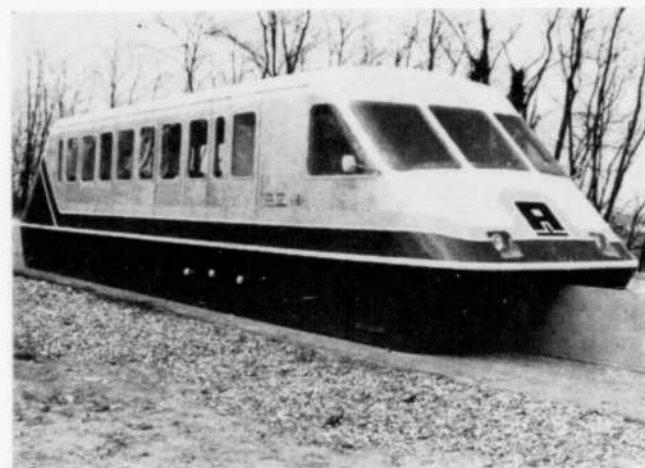
Société Bertin

Figure 7: Aérotrain Interurbain «Orléans», Société de l'Aérotrain, Paris. Masse totale, 20 t métriques. Capacité, 80 passagers. Vitesse maximale, 180 mi/h. Vitesse croisière, 150 mi/h. Endurance, 1 1/4 heure. Propulsion: Turboméca Turmo III C, 2 x 1300 HP puissance continue. Sustentation: Turboméca Astazou XIV, 720 HP puissance continue. Longueur, 85 pi. Largeur, 10,5 pi. Hauteur (à l'arrière) 14 pi. Largeur de la voie, 11 pi. Muret central, 3 pi.

Motorisation

La puissance propulsive exigée par le véhicule à haute vitesse est déterminée par la traînée aérodynamique du véhicule (C_x de l'ordre de 0.23 pour le véhicule Orléans), ainsi que la traînée de captation de l'air des moteurs et des coussins. La puissance absorbée par la traînée aérodynamique variant avec le cube de la vitesse, le véhicule rapide aura suffisamment de puissance à vitesse réduite pour obtenir des accélérations adéquates. Par contre, pour le véhicule suburbain, tel que celui illustré à la figure 8, ce sera l'accélération qui dimensionnera les moteurs. La puissance nécessaire à la sustentation est d'environ 30% de la puissance propulsive. À l'exploitation, le coût de cette puissance disparaît dans le bilan puisqu'un véhicule classique, ayant une masse à vide égale à plus de cinq fois la charge mobile contre 1.5 pour l'aérotrain, demandera

une puissance triple pour maintenir des performances équivalentes. La puissance totale, par tonne de charge mobile, est de 220 HP par tonne pour l'aérotrain suburbain filant à la vitesse de 125 mi/h. Le véhicule Orléans, pour une vitesse de 180 mi/h, a une puissance installée d'environ 400 HP par tonne.



Société Bertin

Figure 8: Aérotrain Suburbain (Société de l'Aérotrain, Paris). Masse totale, 12 t métriques; capacité, 44 passagers. Vitesse, 125 mi/h, 112 mi/h en 3/4 de mille. Propulsion: moteur électrique linéaire Merlin Gérin, 400 kW. Sustentation: puissance installée, 250 kW. Longueur, 47 pi. Largeur, 9 pi. Hauteur, 10 pi.

L'aérotrain n'est lié à aucun mode de propulsion. L'aérotrain suburbain, par exemple, utilise le moteur électrique linéaire, ce qui assure un fonctionnement silencieux et économique. L'aérotrain interurbain Orléans utilise un ventilateur caréné motorisé par turbines à gaz. Dans un cas comme dans l'autre, le choix est dicté par des facteurs d'économie et d'environnement.

Divers

Afin de faciliter les manœuvres de garages, l'aérotrain peut évoluer sur des aires planes, sans guidage par le muret de la voie. À cette fin, le véhicule est muni de deux roues motorisées et orientables qui lui permettent de se diriger, à basse vitesse, à la manière d'un autobus.

Le freinage du véhicule peut s'effectuer de diverses façons: soit par renversement du vecteur propulsif, soit par des plaquettes de frein agissant de part et d'autre du muret central, soit enfin par arrêt des ventilateurs de sustentation. Dans ce dernier cas, le véhicule se pose alors sur une série de galets montés sous la caisse.

2.2 Voie de l'aérotrain

Une roue d'acier roulant sur un rail y applique une pression de l'ordre de 10,000 lb/po². Un pneu de camion exerce une pression d'environ 90 lb/po². Par contre, l'aérotrain s'appuie sur la voie avec une pression de 1 lb/po², sans chocs ni vibrations.

Il n'est pas nécessaire d'élaborer plus avant pour démontrer que la voie de l'aérotrain est, pour une installation équivalente, moins chère qu'une voie destinée

à un véhicule sur roue. La voie prototype construite à Orléans (figure 7) se compose de poutrelles de béton précontraint surélevées de cinq mètres. Cette surélévation évite les contraintes de parcours causées par les croisements, et permet à l'aérotrain de traverser des communautés sans créer de frontières artificielles. Cependant, si un tracé au sol est disponible, comme par exemple une voie de chemin de fer désaffectée, la voie de l'aérotrain peut être placée au sol. Elle consiste alors en un simple muret de guidage ancré au centre d'un pavage d'asphalte.

Le coût d'une voie double d'aérotrain, similaire à celle d'Orléans, est de l'ordre de \$750,000 en rase campagne. Dans une ville, le coût est évidemment très variable, mais pour des raisons qui n'ont rien à voir avec le principe de l'aérotrain.

2.3 Exploitation

Le seuil de profit d'une ligne d'aérotrain se situe entre 6,000 et 10,000 passagers par jour, dans les deux sens. Pour ce trafic, le coût d'un billet, sans subsides, devient inférieur à celui de première classe en chemin de fer. Lorsque ce niveau est atteint, le capital investi dans le réseau se divise à peu près également entre l'infrastructure et le matériel d'exploitation.

Le trafic nécessaire sera créé s'il existe une demande globale sur le trajet considéré, et si la qualité du service offert est supérieure à celle des moyens classiques. Cette qualité provient d'un temps de trajet réduit, d'une fréquence élevée du service et enfin, de l'accessibilité du réseau.

La vitesse propre de l'aérotrain assure au passager un temps minimal de trajet. Afin d'éviter les attentes, le service est assuré par des véhicules dont la capacité est calculée de façon à maintenir la fréquence de service aux cinq minutes. Cela signifie qu'aux heures de pointe, les départs se succèdent à la cadence maximale pour se maintenir, aux heures creuses, à quatre ou cinq départs par heure.

L'accessibilité du service doit être prévue lors de la conception du réseau. S'il est avantageux que l'aérotrain puisse pénétrer au centre des villes, il faut se rappeler que les villes modernes sont très grandes. La commodité demande donc, qu'à l'intérieur d'une ville, il y ait plusieurs points d'accès, ceux-ci permettant la correspondance avec les services urbains de transport.

Le service fourni par l'aérotrain est équivalent à celui d'un métro, sauf qu'il s'étend à la dimension du pays. Ainsi le service Ottawa-Montréal, centre-à-centre, peut maintenant être garanti d'une durée de quarante minutes, et Montréal-Québec, d'une heure. Il est permis de penser que la mobilité rattachée à un service du genre ouvrira de nouvelles perspectives sociales.

3. Aéroglesseurs mixtes

Terraplaine

Le terraplaine est un aéroglesseur mixte à effet de sol et à roues. Il est destiné aux liaisons terrestres

sur sols à faible résistance. Il peut aussi négocier des plans d'eau ou des gués, mais à vitesse réduite par rapport à l'aéroglesseur pur.

Le terraplaine est conçu de manière à être manœuvré comme un camion ordinaire : des roues servent à sa propulsion et à son guidage, bien que dissociées, dans une certaine mesure, de la fonction portance. De plus, la pression utilisée dans les coussins est environ deux fois plus élevée que dans les aéroglesseurs, ce qui maintient le gabarit dans des limites raisonnables.

Il convient aux pistes de chantier ou aux axes à faible circulation, lorsque le tonnage transporté est trop faible pour justifier la construction d'une route normale. D'autre part, au chantier, son utilisation réduit les parcours là où des marais ou des lacs obligeraient à des détours considérables.

3.1 Description

Le terraplaine (figure 9) conserve l'apparence du camion classique. Il en diffère cependant par sa conception. Si certains éléments proviennent de la technique automobile, la nécessité d'établir des passages d'air à l'intérieur d'une coque légère oblige à repenser la structure. Dans le cas du BC-7, la structure consiste en un caisson d'aluminium contenant les ventilateurs et leur moteur, ainsi que deux moteurs propulsifs.



Société Bertin

Figure 9 : BC-7 SEDAM. Masse totale, 5 tonnes. Charge utile, 2 tonnes. Endurance, 3 heures. Vitesse sur piste, 50 mi/h, sur terrain varié, 30-40 mi/h, sur eau, 4 mi/h. Moteurs : sustentation, 140 HP, propulsion, 2 x 45 HP, (puissances continues). Longueur, 31.5 pi. Largeur, 10 pi. Hauteur, 9.8 pi.

La suspension est à adhérence variable. Elle porte, suivant les conditions d'utilisation, de 0 à 100% du poids total. La charge est variée à l'aide de vérins hydrauliques ou pneumatiques utilisés à la place des ressorts. En piste, la pression des vérins est ajustée de façon à obtenir exactement l'adhérence nécessaire à la propulsion du véhicule et à sa commande. Les coussins élémentaires (dix sur le BC-7) se distribuent la charge entre eux. Selon la distance des jupes individuelles à la surface moyenne du sol, chaque coussin prend plus ou moins de charge. L'effet est donc celui de roues à suspension très souple. Comme pour l'aérotrain, l'absence d'éléments non suspendus permet des vitesses élevées sur des terrains à profils torturés.

La coque du véhicule est étanche de façon à permettre la traversée de plans d'eau sans crainte des pannes de moteur. La propulsion sur l'eau est assurée par des pales montées sur les roues ou par des hélices auxiliaires. La puissance propulsive du terraplane est équivalente à celle d'un camion conventionnel de même tonnage. Par contre, à cause de la nature accidentée des terrains d'évolution, la puissance installée des ventilateurs atteint deux fois la puissance de propulsion, soit 66% de la puissance totale.

3.2 Coût d'exploitation

Nous avons ici un véhicule fonctionnant, en moyenne, avec le double de la puissance normale du camion ordinaire équivalent. Son coût d'achat, toujours en comparaison du camion, est de trois à quatre fois plus élevé, compte tenu de la motorisation des ventilateurs, de la coque légère, etc.

Le coût d'exploitation direct s'établit donc, grosso modo, à environ 2½ fois celui du camion. D'où, si le camion revient à \$0.10 par tonne-mille, le terraplane coûte \$0.25 par tonne-mille de transport. Cet excédent doit être placé en regard du coût d'une route qui permettrait la même productivité avec le camion conventionnel. Par exemple, si le coût d'une route, construite sur un tracé de terraplane et comprenant les ponts non exigés par celui-ci, se situe à \$100,000 du mille, on peut évaluer le coût annuel de cette

route, intérêt et entretien compris, à \$15,000 le mille. D'où l'on déduit que pour un trafic annuel inférieur à 100,000 tonnes, le tandem « piste-terraplane » est plus économique que celui de la route et du camion. A plus forte raison s'il s'agit d'une route temporaire.

Conclusion

L'aéroglesseur n'est pas une panacée. Cependant, dans certains cas bien précis, son emploi permet d'envisager des exploitations qui demeurent profitables face aux techniques classiques.

En résumé, le naviplane et l'hovercraft offrent un type de service qui se situe, quant à la vitesse et au prix, entre le navire et l'avion. Dans certains cas particuliers, l'aéroglesseur demeure le seul moyen de transport possible. Nous songeons ici à la desserte des îles du golfe St-Laurent durant l'hiver.

L'aérotrain permet d'entrevoir un transport de masse qui ramènera, dans le temps, les dimensions de la province à celle de la grande banlieue. Plus modeste, le terraplane permet, à prix réduit, la liaison terrestre lorsque l'établissement de routes n'est pas économiquement souhaitable.

Nous avons dans l'aéroglesseur un nouveau mode de transport. Cet article n'a couvert qu'une partie des possibilités de cette technique. Saurons-nous prévoir les implications sociales et économiques qu'elle comporte ou devons-nous les subir ? ■



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 : MATÉRIEL TERRESTRE, MILITAIRE, MARITIME.
CONTRÔLEUR DU TRAFIC AÉRIEN.
OFFICIERS : NAVAL, D'INFANTERIE.**

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 - 562-0870

Trois-Rivières :
1368, Notre-Dame - 374-3510

Chicoutimi :
200 est, Racine - 543-1880

Rimouski :
80 ouest, St-Germain - 723-5271



**LES FORCES
ARMÉES CANADIENNES**



**École Polytechnique
PROFESSEUR DE RECHERCHE
EN GÉNIE INDUSTRIEL**

LE POSTE : En collaboration avec les professeurs et les étudiants du département, le professeur chercheur aura à planifier, organiser et diriger un projet global de recherche appliquée se rapportant aux différents aspects de la fabrication et de la distribution dans un secteur industriel comme, par exemple, l'alimentation.

LE CANDIDAT : Le candidat sera de préférence un ingénieur possédant une longue expérience industrielle, ayant occupé des postes exigeant une vue d'ensemble et globale des activités d'une entreprise et ayant de l'expérience en recherche appliquée. Il devra être familier avec les méthodes modernes de la gestion industrielle comme la recherche opérationnelle et l'utilisation des ordinateurs. La préférence sera accordée aux détenteurs d'une maîtrise ou d'un doctorat.

RÉMUNÉRATION : \$15,000 par année ou plus, selon l'expérience.

Prière de faire parvenir votre curriculum vitae, qui sera traité confidentiellement, avant le 1er novembre 1971, au :

**DIRECTEUR
DÉPARTEMENT DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
CASE POSTALE 501, SNOWDON
MONTRÉAL 250**

GRAND SUCCÈS DU TOURNOI DE GOLF DE L'A.D.P.

Plus de 250 ingénieurs ont participé, le vendredi 20 août dernier, au tournoi de golf annuel de l'Association, au club Vallée du Richelieu. On comptait plus de 400 personnes au dîner qui a clôturé la journée et à la remise des trophées et de nombreux prix.

Nos félicitations aux gagnants :

- Mme P. E. Rogers THOMAS (Pointage brut — 49) Trophée présenté par M. Roger-P. Langlois, Directeur de l'École Polytechnique.
- M. Maurice D'ARCY, '60 (Pointage brut — 75) — Trophée présenté par M. Jean Roquet, Président de l'A.D.P.
- M. Réal LUSSIER, '62 (Pointage net — 71) — Trophée présenté par M. Bernard Lavigueur, Président de la Corporation de l'École Polytechnique.

Le comité du tournoi de golf se fait le porte-parole des membres de l'Association pour remercier les firmes :

- Entrepreneur : BAU VAL INC.
 - Ingénieurs conseils :
DESJARDINS, SAURIOL & ASSOCIÉS,
GENDRON, LEFEBVRE & ASSOCIÉS
- pour le vin offert aux participants de ce tournoi.

Nos remerciements s'adressent aussi aux entreprises et particuliers qui ont contribué au SUCCÈS de ce tournoi en offrant de magnifiques prix.



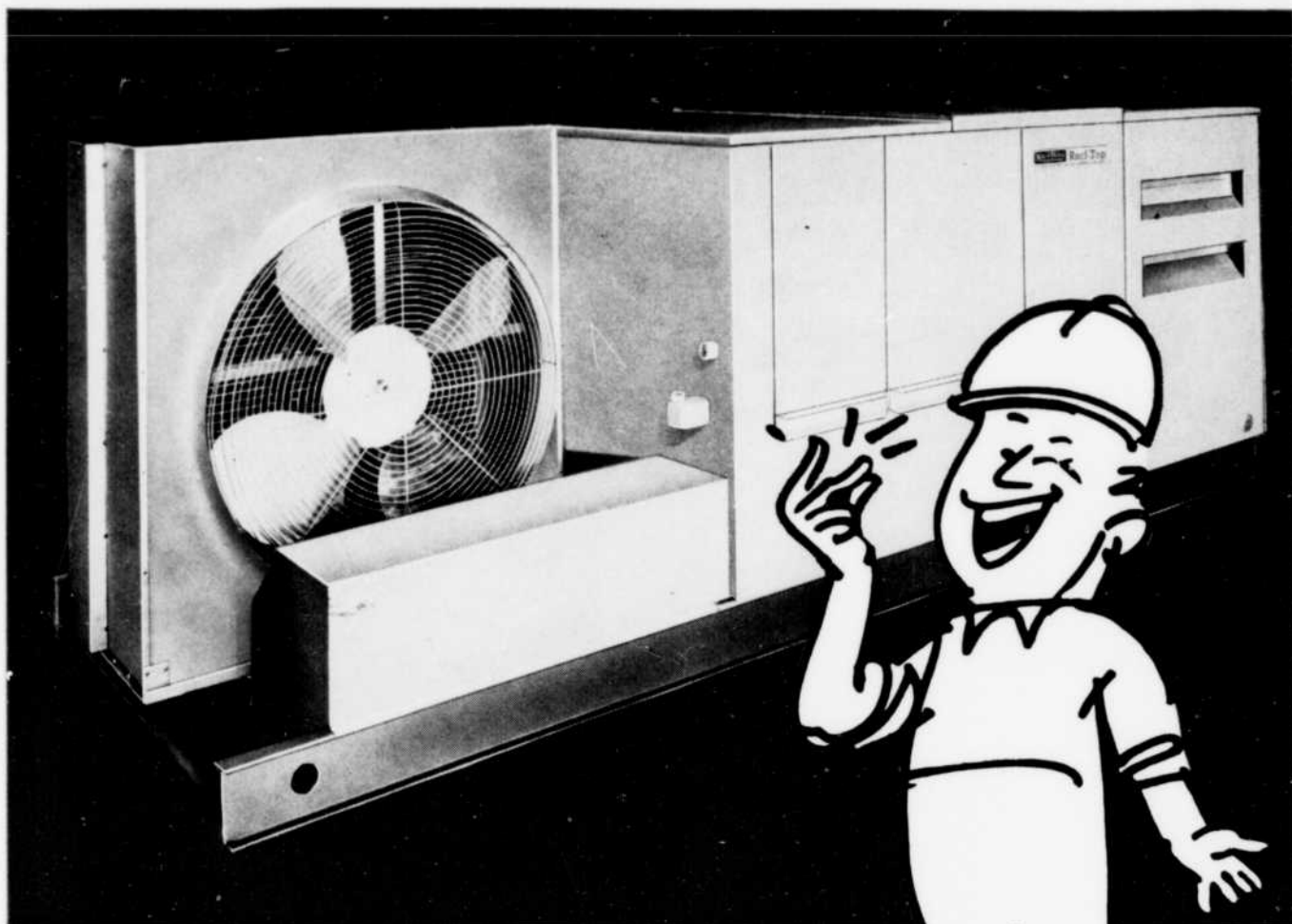
Monsieur Jean Roquet, ing., président de l'A.D.P. présente à monsieur Maurice D'Arcy, ing., le trophée réservé au joueur ayant obtenu le meilleur pointage brut.

Liste des Donateurs

Air Canada
Amyot, Bahl, Derome
Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe
Avaré Jean (Canada) Ltée
Banque Canadienne Nationale
Banque Provinciale
Barré, Pellerin, Lemoine, Toutant & Associés
Bau Val Inc.
Beauchemin, Beaton, Lapointe
Beaudry, Dupuis, Morin, Routhier
Bédard Girard Ltée
Bégin, Charland & Valiquette Inc.
Bitusable Ltée
Boulay, Leclerc
Bouthillette & Parizeau
Brasseries Canadiennes de l'Est Ltée
Brocklesby John N. Transport Ltd.
Claude Brulotte, ing.
Cannon Limitée
Carmel, Fyen, Jacques
Checo Engineering Ltd.
Ciment Canada Lafarge
Compagnie d'Évaluation Métropolitaine Ltée
Compagnie Miron Ltée
Compagnie Nationale de Forage et Sondage
Corporation B.C.R. Ltée
Crane Canada Limited
Darling Brothers Limited
Degremont Canada Limitée

Pierre De Guise & Associés
Demers, Lemieux & Roy
Omer De Serres Ltée
Desjardins, Sauriol & Associés
Deslauriers, Mercier & Associés
Desmarais Pierre Inc.
Jean Dizazzo & Associés
Dominion Bridge Co. Ltd.
Dubuc Tank Lines
Vincent Forgues Automobile Inc.
Franki Canada Limitée
Gendron, Lefebvre & Associés
Gulf Oil Canada Ltée
Hewitt Equipment Limited
Inter State Paving Inc.
Janin Construction Ltée
Jenkins Bros. Limited
Laboratoire de Béton (1968) Ltée
Laboratoire International Ltée
La Brasserie Labatt Ltée
Labrecque, Vézina Inc.
La Cie Mussens Ltée
La Distillerie Meagher Limitée
Lagacé Construction Ltée
Lalande, Tétreault & Associés
Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés
J. Bernard Lavigueur, ing.
Larocque, Samson & Guerette
Laurion Equipment Ltd.
Leroux, Leroux, Nantel, Papin & Associés
Les Ciments du St-Laurent
Les Estimateurs Professionnels

Les Industries Poly
Les Laboratoires Industriels et Commerciaux
Les Laboratoires Ville-Marie Inc.
Les Mir Construction Inc.
J. A. Levasseur Construction Inc.
Lord & Compagnie Limitée
Mark Hot
Raymond Matte & Fils Ltée
M & L Testing Equipment Co. Ltd.
J. Meloche Inc.
Mine Equipment
Noël Roméo & Cie Ltée
Nettoyeur Krystal Inc.
Pelletier Engineering Ltd.
Pepsi-Cola Canada Ltée
Permacon Inc.
Petrofina Canada Ltée
Maurice Roch
L. L. Roquet Inc.
St-Amant, Vézina, Vinet, Brassard
Services Chimiques et Techniques Inc.
Simard-Beaudry Inc.
Spino Construction Cie Ltée
Surveyer, Nenniger, Chênevert Inc.
Test de Fondation Inc.
Technique Construction Inc.
The Hughes-Owens Company Ltd.
Trudeau, Gascon, Lalancette & Associés
Val Royal
Warnock Hersey International Ltd.
Westinghouse Canada Ltée
Westeel - Rosco Limited



Au-dessus de tous



pour l'économie d'installation, aussi!

Chaque appareil KeepRite monté sur toiture est livré avec des poutres en I autoportantes, et n'exige que 4 colonnes en saillie comme appui. On peut ainsi prévoir l'installation au moment de la mise en place de la charpente en acier. Le câblage, ainsi que le montage des tuyaux et la mise en charge en usine réduisent encore davantage les frais d'installation. La chambre de répartition d'air com-

plète et les contre-solins télescopiques font partie intégrante de chaque appareil.

Les panneaux amovibles et le couvercle de compartiment du compresseur monté sur charnières facilitent l'inspection et l'entretien de tous les organes des appareils de chauffage et de climatisation KeepRite pour toiture.

Pour obtenir des renseignements

complets sur les avantages économiques des appareils KeepRite, appelez le représentant KeepRite. Pourquoi pas aujourd'hui même?



UNE TECHNIQUE *SYSTÉMATIQUE* AU SERVICE DE LA REFRIGÉRATION, DE LA CLIMATISATION ET DU CHAUFFAGE

KeepRite

Products Limited
Brantford (Ontario)

Bureaux de vente

Halifax, Montréal, Ottawa, Toronto,
Hamilton, London, Calgary et
Vancouver.

Division Unifin — London (Ontario).

LE

MOIS

INGÉNIEURS DEMANDÉS

NÉCROLOGIE / EN BREF

CARNET

Ingénieurs demandés

— **ARSENAULT & GARNEAU**, ingénieurs-conseils (M. Hubert Pilon, ing.) 1550 ouest, rue Louvain, Montréal 355, Qué. Tél. : 389-5958.

Ingénieur civil avec 5 années ou plus d'expérience en filtration et traitement des eaux potables et en épuration des eaux vannes, ou avec maîtrise en génie sanitaire et une ou deux années de pratique dans la spécialité, pour Département de Génie sanitaire, dans bureau d'ingénieurs-conseils à Montréal. Salaire : suivant expérience.

— **BANQUE D'EXPANSION INDUSTRIELLE** (M. Raymond Bernaquez, Ingénieur régional) 901, Carré Victoria, Montréal 128, Qué. Tél. : 866-2701.

INGÉNIEUR DES ÉTUDES — Ingénieur gradué avec, en plus, soit : M.B.A., diplôme en Sciences Commerciales ; R.I.A., D.S.A. ou équivalent complété par des études à temps partiel, pour étude concernant la rentabilité des projets soumis à la banque.

Note : Prière d'écrire ou de téléphoner à M. Bernaquez pour fixer entrevue.

— **BESSETTE, CREVIER, PARENT, TANGUAY & ASSOCIÉS**, ingénieurs-conseils (M. Pierre Tanguay, ing.) 1157 est, rue Ste-Catherine, Montréal 132, Qué. Tél. : 524-3575.

Ingénieur civil sénior avec 8 ou 10 années d'expérience en charpentes, pour le poste de chef de Département de Structures, dans bureau d'ingénieurs-conseils à Montréal. Salaire : suivant expérience.

— **B.P. REFINERY CANADA LTD.** (M. Gilles Dallaire, Gérant du Personnel) 9301 est, boulevard Métropolitain, Ville d'Anjou, Montréal 438, Qué. Tél. : 352-1700.

a) Jeune ingénieur chimiste bilingue, diplômé de '71 ou '70, pour travail à titre de « Junior Process Engineer », à la raffinerie de Ville d'Anjou. Salaire : selon expérience.

b) Ingénieur chimiste bilingue, ayant 5 à 10 années d'expérience dans l'industrie chimique, pétrolière ou pétro-chimique, pour travail à titre de « Senior Process Engineer », à la raffinerie de Ville d'Anjou. Salaire : selon expérience.

Note : Prière de poser candidature par écrit, en envoyant « curriculum vitae ».

— **HYDRO-QUÉBEC** (Mlle Michelle Mongeau, Conseiller en placement) 75 ouest, boulevard Dorchester, Montréal 129, Qué. Tél. : 875-4311, poste 222.

Ingénieur en électronique, possédant de 2 à 6 années d'expérience dans la conception, l'installation ou l'entretien des réseaux de télécommunication. De l'expérience en téléphonie serait un atout. Lieu de travail : Montréal. Salaire : selon les normes de l'Hydro-Québec.

— **CANRON LIMITED** (M. R.J. Harbec, ingénieur de District) 277, rue St-Maurice, Trois-Rivières, Qué. Tél. : (819) 378-4801.

Ingénieur mécanicien bilingue, ayant 4 ou 5 années d'expérience dans l'industrie, pour travail comme ingénieur de projets à la division des tuyaux (pipe division) de la Compagnie, laquelle fabrique des tuyaux de fonte à Trois-Rivières et des tuyaux de béton à Ville d'Anjou. Poste ouvert présentement à la fabrique de Trois-Rivières. Salaire : à discuter.

— **CARMEL, FYEN, JACQUES**, ingénieurs-conseils (M. Roger Fyen ou M. Lucien Jacques) 700 ouest, boulevard Crémazie, suite 100, Montréal 303, Qué. Tél. : 274-5671.

a) Jeune ingénieur en structures avec 1 à 5 années d'expérience, pour travail dans cette discipline chez ingénieurs-conseils à Montréal.

b) Ingénieur en structures avec 5 années ou plus d'expérience, pour travail dans cette discipline chez ingénieurs-conseils à Montréal.

Note : Dans les deux cas, le salaire est à discuter. Prière de téléphoner pour rendez-vous.

— **JACQUES DAIGLE CONSTRUCTION LTÉE** (M. Jacques Daigle, Président) R.R. 3, Cowansville, Qué. Tél. : (514) 263-0232.

Ingénieur constructeur avec expérience dans l'industrie des bâtisses préfabriquées, pour assumer la direction d'une fabrique d'habitations multi-familiales, à Cowansville. Salaire : suivant expérience.

Note : Poser candidature par écrit, en donnant détails de l'expérience en ce qui a trait aux maisons préfabriquées.

— **MANAGEMENT EXECUTIVE SEARCH** (M. William Lum, recherchiste) 666 ouest, rue Sherbrooke, Montréal 111, Qué. Tél. : 842-4686.

Ingénieur industriel parfaitement bilingue et ayant expérience comme ingénieur de méthodes et autres disciplines du génie industriel, pour travail dans fabrique d'appareils électriques et électroniques, à St-Jérôme, Qué. Salaire : selon expérience du candidat.

— **MATHEWS CONVEYER CO. LTD.** (M. Jacques Drouin, ing.) 1478 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal 107, Qué. Tél. : 931-2441.

Jeune ingénieur mécanicien parfaitement bilingue (anglais écrit et parlé), ayant de 0 à 5 années d'expérience dans un établissement industriel, et intéressé à s'entraîner immédiatement pour être prêt à remplacer un représentant technico-commercial sénior au bureau de Montréal, au moment où ce dernier prendra sa retraite dans quatre ans. L'entraînement se fera à la manufacture de la Compagnie à Port Hope, Ontario. Le poste à remplir sera au bureau de Montréal, à titre de représentant couvrant toute la province de Québec.

Note : Si intéressé, prière de téléphoner à M. Drouin pour entrevue.

Tout ingénieur qui acceptera un des postes offerts dans cette liste est prié d'en avvertir le Directeur du Bureau de placement des Diplômés, M. Charles-E. Tourigny, ing., téléphone : 739-2451, poste 218.

— **DOMTAR LIMITED** (M. V.P. Johnson, Coordonnateur de Placement) 395 ouest, boulevard de Maisonneuve, Montréal 101, Qué. Tél.: 874-5539.

a) Poste No 1677, « Design Engineer — steam and power plants ».

Ingénieur mécanicien sénior, couramment bilingue et ayant au moins 8 années d'expérience dans le « design » de chaudières à vapeur et services connexes. L'expérience des « recovery boiler plants » dans l'industrie du papier est absolument nécessaire. Travail à Montréal. Salaire: suivant expérience.

b) Poste No 1555, Ingénieur de procédés (pâtes et papiers).

Ingénieur chimiste couramment bilingue et connaissant bien les procédés et les machines utilisées dans la fabrication du papier, et ayant au moins deux années d'expérience orientée vers la production dans fabrique de papier. Travail à East Angus. Salaire: suivant expérience.

c) Poste No 1629, Ingénieur de Projets.

Ingénieur mécanicien sénior, couramment bilingue et qualifié pour « investigate », « engineer » and « manage » différents projets d'entretien, d'opération et de développement dans fabrique de pâtes et papier, ainsi que des projets spéciaux pouvant impliquer plusieurs Départements ou Divisions de la compagnie. Travail à Lebel-sur-Quévillon. Salaire: suivant expérience.

— **HYDRO-DYNAMIQUE LTÉE** (M. Claude Quenneville, ing., Poly '51) 3240, rue Sartelon, Ville St-Laurent, Montréal 382, Qué. Tél.: 332-0443.

Jeune ingénieur diplômé en mécanique, bilingue de préférence, dynamique, débrouillard et intéressé à la fonction technico-commerciale, pour vente technique d'équipement pour projets de génie municipal tels que pompes, appareils de filtration et d'épuration, matériel de laboratoire, contrôles de moteurs, etc. La représentation se fera auprès des ingénieurs-conseils et des entrepreneurs. Le candidat choisi recevra entraînement. Bureau à Montréal. Salaire: suivant expérience.

— **INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT** (M. Harold R. Young, Ing.) 1818 H Street N.W., Washington, D.C. 20433, U.S.A.

La Banque Mondiale cherche, pour son bureau de Washington, D.C., des ingénieurs civils séniors, âgés de 35 à 55 ans, couramment bilingues et ayant beaucoup d'expérience de voirie (planification, ingénierie, construction, entretien et administration de réseaux routiers), ainsi que des connaissances en économie des transports (transportation economics). Bien que stationnés normalement à Washington, D.C., les candidats choisis doivent être prêts à voyager beaucoup, et peuvent même être appelés à agir comme ingénieurs résidents outremer, pour des périodes allant jusqu'à deux ans.

Note: Prière aux intéressés de poser candidature par écrit, en envoyant « curriculum vitae » (en anglais) à M. Young.

— **SOMA INC.**, Société de Montage Automobile (M. Pierre Cardinal, Directeur du Personnel) 1395, boulevard Marie-Victorin, St-Bruno, Qué. Tél.: (514) 653-3691.

a) **INGÉNIEUR INDUSTRIEL** — Ingénieur industriel avec expérience pour prendre charge du Département de Génie industriel, à l'usine d'assemblage de St-Bruno. Salaire: à discuter.

b) « **PRODUCT ENGINEER** » — Ingénieur mécanicien connaissant assez bien les normes militaires (military standards) acceptées dans l'industrie nord-américaine, pour se qualifier comme ingénieur de produits (product engineer). Une des fonctions sera de déterminer si les pièces offertes par les fournisseurs rencontrent les normes canadiennes. Travail à St-Bruno. Salaire: à discuter.

— **LAWSON LITHO LTÉE** (M. Michel Bastien, adjoint exécutif au Directeur général) 6674, avenue Esplanade, Montréal 155, Qué. Tél.: 277-3131.

ADJOINT AU SURINTENDANT D'USINE — Diplômé en génie industriel, bilingue et ayant 4 ou 5 années d'expérience dans milieu industriel, pour travailler sur projets spéciaux: établir des normes de production; réviser et améliorer les rapports de production; embaucher le personnel d'usine; planifier et contrôler la production; préparer les programmes de travail; rédiger les procédures de travail, etc., dans fabrique de cartonnages, boîtes pliantes, etc., à Montréal. Salaire: \$10,000 à \$11,000 selon les qualifications.

— **LEMIEUX, MORIN, BOURDAGE, DOUCET, SIMARD**, ingénieurs-conseils (M. Benoit Auclair, ing.) 350, boulevard St-Joseph, Roberval, Qué.

Ce bureau d'ingénieurs-conseils a présentement trois postes à offrir à des ingénieurs civils, à savoir:

a) Jeune ingénieur en structures;

b) Jeune ingénieur en génie municipal;

c) Ingénieur généraliste sénior, avec 5 à 10 années d'expérience dans les diverses disciplines du génie civil.

Note: Pour plus de renseignements, prière de communiquer avec M. Auclair.

— **MICROSYSTEMS INTERNATIONAL LIMITED** (M. K. Watkins, Département du personnel) C.P. 3529, Station « C », Ottawa, Ontario K1Y 4J1.

Cette compagnie a une ouverture pour un ingénieur industriel avec expérience en méthodes de production de même qu'en manutention des matériaux. Cette compagnie développe et fabrique des circuits intégrés et autres composantes miniatures pour l'industrie électrique.

Note: Prière de poser candidature par écrit, en envoyant « curriculum vitae » à M. Watkins.

— **MAURICE MURPHY**, ing., Poly '58, Conseiller en Administration, 293, boulevard Maple Grove, Maple Grove, Qué. Tél.: 739-8130 ou 429-5868.

Jeune ingénieur civil ayant de 2 à 5 années d'expérience en travaux publics: voirie, aqueducs, égouts, etc., à l'emploi d'un entrepreneur, pour seconder le président d'une société d'entreprise générale à titre d'administrateur de contrats, calculs de quantités, estimations, soumissions, chantiers de construction. Travail surtout dans la région de Valleyfield. Salaire: intéressant, comporte possibilité de participation.

Note: Prière de poser candidature par écrit, en envoyant « curriculum vitae ».

— **PIRELLI CABLES LTD.** (M. Fritz Nadeau, Directeur du Personnel) 77, rue Richelieu, St-Jean, Qué. Tél.: (514) 346-6831.

Jeune ingénieur électricien bilingue, récemment diplômé ou ayant quelques années d'expérience dans l'industrie, et intéressé à se faire une carrière dans la fabrication des câbles et fils électriques dans fabrique établie à St-Jean, Qué. Salaire: selon expérience.

— **ROYALMOUNT CONSTRUCTION LTD.** (M. Roland Ledoux, ing.) 1478 ouest, rue Ste-Catherine, ch. 102, Montréal 107, Qué. Tél.: 931-3819.

Jeune ingénieur civil ayant de 2 à 5 années d'expérience des chantiers de construction de travaux publics, pour projets surtout dans la province de Québec. Salaire: selon expérience.

— **F. VINET INC.**, Entrepreneur électricien (Directeur du personnel) 1200, rue St-Amour, Ville St-Laurent, Qué.

Poste ouvert à jeune ingénieur électricien, dynamique, doué d'entregent et, de préférence, ayant quelques années d'expérience dans le calcul des quantités et l'estimation des coûts de projets d'installations électriques. De l'expérience dans la préparation des plans et devis, ainsi que dans la surveillance de chantiers pour ingénieurs-conseils serait un atout.

Note: Prière de poser candidature par écrit, en envoyant « curriculum vitae ».

— **REICHHOLD CHEMICALS CANADA LTD.** (M. Camille Charette, ing.) Rue Blanchard, Ste-Thérèse, Qué. Tél. : 430-2330.

Ingénieur mécanicien ou chimiste, bilingue et ayant de 2 à 5 années d'expérience dans l'industrie (chimique de préférence), pour travail comme ingénieur de projets dans fabrication de résines synthétiques, à Ste-Thérèse, Qué. Salaire : à discuter.

— **P.S. ROSS & ASSOCIÉS**, Conseillers en Administration (M. Jean-Pierre Bourbonnais, conseiller senior), 1, Place Ville-Marie, Montréal 113, Qué. Tél. : 861-7481.

INGÉNIEUR EN CHEF — Ingénieur mécanicien, capable de prendre charge complète de la gestion du département d'ingénierie, dans fabrique de produits récréatifs. Relevant directement du Directeur général et/ou du Vice-président exécutif, le candidat choisi aura sous sa direction des ingénieurs et techniciens « design », « machine testing », recherche et développement, contrôle de qualité, « styling », etc. Salaire : très intéressant.

Note : Prière de téléphoner pour rendez-vous.

— **SIEMENS CANADA LTD.** (M. Hans Kruse, ing.) 7300, Route transcanadienne, Pointe-Claire, Dorval 730, Qué. Tél. : 693-7300.

Ingénieur électricien bilingue, spécialisé en contrôles de moteurs et ayant 2 ou 3 années d'expérience dans la fabrication de ce genre d'équipement. Travail à Pointe-Claire. Salaire : à discuter.

NÉCROLOGIE

BOUCHARD, Raymond, Poly '52, est décédé le 21 avril 1971, à la suite d'une longue maladie.

Après avoir obtenu les diplômes B.Sc.A., et Ingénieur civil à l'École Polytechnique, en 1952, M. Bouchard travailla pendant plusieurs années au Service des ponts du ministère des Travaux publics du Québec. Ou début des années '60, il travailla pendant un certain temps au Saguenay comme ingénieur municipal à Port Alfred, après quoi il vint travailler à St-Janvier comme ingénieur des chantiers de l'Autoroute des Laurentides pour le compte de la Société d'Entreprises Générales. En 1964, il entra à l'emploi de l'Hydro-Québec qui lui confia un poste cadre sur ses chantiers à Angliers, au Témiscamingue. Peu après son retour à Montréal, en 1967, il fut atteint par la maladie qui causa son décès.

CHÉNÉ, Jean-D., Poly '09, est décédé à Hull le 4 avril 1971.

Né à Hull en 1885, il y fit ses études primaires et secondaires. Entré à l'École Polytechnique en 1905, il en sortit en 1909 avec les diplômes d'ingénieur civil et d'ingénieur chimiste. Il alla ensuite étudier à l'Institut Pasteur à Paris, où il obtint, en 1912, le diplôme de bactériologiste.

Revenu au Canada, il travailla d'abord comme Ingénieur municipal de la Cité de Hull, puis entra au ministère des Affaires Indiennes où il travailla jusqu'en 1936, quand il fut nommé au Service des constructions du Département des Mines et Ressources. En 1940, il ouvrit un bureau d'ingénieur-conseil à Hull, comme spécialiste des chantiers de ponts et de routes. Au moment de son décès, il était à la retraite depuis assez longtemps.

PLANTE, Walter, Poly '41, est décédé à Trois-Rivières, le 7 septembre 1971.

Né à Yamaska le 29 janvier 1915, il fit ses études classiques au séminaire de Nicolet, où il obtint son B.A. en 1936. Il fit ses études universitaires à l'École Polytechnique, où il reçut son diplôme d'ingénieur civil en 1941.

Pendant ses vacances d'été, il travailla comme chaîneur et homme d'instrument pour le ministère provincial de la Voirie. À sa graduation, il fut nommé ingénieur résident pour le ministère de la Voirie sur différents projets de construction de routes en régie et sous contrat. En 1944, il devint Ingénieur surintendant pour la société Massicotte & Fils Limitée, entrepreneurs en construction de routes, poste qu'il occupait encore, au moment de son décès.

EN BREF

LE SERVICE DE DOCUMENTATION SUR LE COLOMBIUM DU CENTRE DE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le Conseil d'administration de la Corporation de l'École Polytechnique a autorisé la création d'un service de documentation sur le columbium ci-après nommé SEDCO-POLY, rattaché au Centre de Développement Technologique de l'École Polytechnique nouvellement créé.

SEDCO-POLY se donne comme mission essentielle de faire connaître les caractéristiques du columbium à tous les utilisateurs éventuels dans le but ultime de promouvoir l'utilisation du columbium et de ses composés sur le marché des matériaux, donc de favoriser la mise en valeur des minerais de columbium et du columbium lui-même.

Le Service se propose entre autres d'offrir les avantages suivants :

- de dépister et de colliger le maximum de documentation technologique et scientifique relative au columbium (niobium) ;
- de classer et de codifier cette documentation par des méthodes appropriées ;
- de produire, de temps à autre, des rapports, synthèses ou autres documents du même type, sur des sujets spécifiques ;
- d'identifier des problèmes de recherches à résoudre, soit de nature fondamentale, soit de nature appliquée ;
- d'organiser des symposiums et des séminaires sur des sujets appartenant au champ d'activité du Service ;
- d'organiser des séances d'étude et des stages dans des domaines spécialisés, en particulier à l'intention des cadres scientifiques des organismes qui subventionneront le Service ;
- se charger d'études et de recherches pour des organismes extérieurs à l'École Polytechnique, en particulier ceux qui subventionneront le Service, en vertu d'ententes et de contrats spécifiques ;
- de stimuler et d'intéresser les Jeunes Chercheurs en métallurgie, aux niveaux 2e et 3e cycles, en créant par le Service un lieu de contacts et de rencontres.

M. Michel Rigaud, directeur du Département de Génie Métallurgique, a été nommé directeur de SEDCO-POLY par le Conseil d'administration de la Corporation de l'École Polytechnique. M. Jean-Paul Baïlon, chargé d'enseignement au Département de Génie Métallurgique a été nommé secrétaire. L'assemblée des membres de SEDCO est formée présentement de MM. J. Daniel, I. Dickson, J. M. Dorlot, M. Hone, A. Hone, G. Gagnon, en plus de MM. Baïlon et Rigaud, tous professeurs au Département de Génie Métallurgique de l'École Polytechnique. Plusieurs membres associés viendront se joindre prochainement à ce groupe de membres fondateurs.

CONSEIL NATIONAL DES RECHERCHES DU CANADA

Le Conseil National des Recherches du Canada a octroyé, dans le cadre de son programme de subventions spéciales de développement régional, des subventions au montant de \$158,840 à quatre groupes de chercheurs de la Faculté des sciences de l'Université Laval afin d'accélérer le développement des groupes de recherches à cette faculté. Les secteurs identifiés sont :

Les argiles sensibles

Une somme de \$42,000 est accordée au professeur Pierre LaRoche et à ses collaborateurs, MM. François Tavenas

(suite page 18)



LE NOUVEL ISOLANT THERMIQ
résiste à
une chaleur intense
de 600°

Dorénavant vous profiterez de l'économie assurée par Fiberglas dans plus de 80% de toutes les applications de l'industrie énergétique, de transformation et de services publics.



MIQUE FIBERGLAS POUR TUYAU

Depuis longtemps, nous voulions fabriquer un isolant pour tuyau qui résiste aux températures supérieures à 450° F. Enfin, nous y sommes arrivés! L'important n'est pas de savoir comment nous avons fait, mais pourquoi nous l'avons fait. Premièrement, la commodité. Dorénavant, un seul isolant à tuyau répondra à plus de 80% de toutes les applications industrielles: l'isolant à tuyau Fiberglas 600°.

L'isolant Fiberglas est économique. Moins épais que les autres, il accomplit les mêmes performances. Vous réalisez donc une économie. De plus, à épaisseur égale, il vous coûte moins cher d'entretien. En outre, l'isolant à tuyau Fiberglas 600° s'assemble facilement d'après une nouvelle méthode éprouvée.

Vous pouvez faire les ajustements nécessaires à l'isolant Fiberglas sur les lieux du travail. Il se coupe facilement à l'aide d'un couteau ordinaire; il ne craque pas et ne s'effrite pas. Il résiste de plus aux grandes pressions et aux dommages causés par l'équipement robuste de l'installation. Il n'attaque pas le tuyau d'acier, de cuivre et d'aluminium et n'occasionne pas de corrosion par fatigue à l'acier inoxydable. Ignifuge, Fiberglas ne rétrécira pas et ne se déformera pas sous l'influence d'un choc thermique.

Ne jouez plus avec le feu! Exigez l'isolant à tuyau Fiberglas 600°, vous aurez un produit qui répondra à toutes vos exigences et vous bénéficierez d'une économie appréciable. Intéressant, n'est-ce pas? Communiquez avec nous pour de plus amples renseignements.

FIBERGLAS[®]
CANADA LTÉE

1855, 52ÈME AVENUE, LACHINE, QUÉ.

et Marius Roy, tous du Département de génie civil, pour des recherches sur le comportement des argiles sensibles de l'est du Canada. Depuis plus de huit ans, les activités de recherche dans ce domaine n'ont cessé de croître et l'étude des propriétés des argiles sensibles s'est développée de façon importante. Le professeur LaRoche a été appelé, comme on le sait, à agir comme coordonnateur des études géotechniques du glissement de terrain de St-Jean-Vianney, caractérisé par des dépôts d'argiles sensibles.

La recherche sera particulièrement articulée sur les méthodes de prélèvements et d'essais en laboratoire, sur les méthodes d'essais en place, ainsi que sur les observations du comportement de fondations réelles et de prototypes de grandeur nature, dans des conditions contrôlées.

La biologie cellulaire et moléculaire

Un montant de \$40,000 est accordé à M. Jean Lafontaine afin d'accélérer le développement du laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire du Département de biologie.

Les travaux de recherche du laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire portent sur l'étude de l'ultrastructure et de l'organisation biochimique du noyau cellulaire.

La combustion et la pollution de l'air

Un montant de \$20,000 est accordé au professeur Albert Schlader du Département de génie mécanique pour poursuivre des recherches au laboratoire de combustion de ce département. Les recherches porteront sur les procédés de combustion et leurs effets sur la pollution de l'air. On essaiera de vérifier en particulier l'effet de l'addition de vapeur d'eau sur la combustion et sur la formation d'oxydes d'azote. De plus, une étude sera entreprise dans le but de réduire la pollution engendrée par les moteurs à deux temps. La subvention servira aussi à la poursuite d'une étude fondamentale sur la formation d'oxydes d'azote dans les flammes turbulentes, ce qui éventuellement permettra d'en réduire la formation dans les grandes fournaies industrielles.

On espère que ces recherches conduiront à la conception d'appareils de combustion qui devraient polluer beaucoup moins l'atmosphère.

La chimie

Pour sa part, le Département de chimie de la Faculté des sciences reçoit une somme de \$56,840 pour différents projets de recherche en cours à ce département.

Le Département de chimie pourra ainsi accélérer le développement des recherches en cours auxquelles participent déjà plusieurs chercheurs de renom.

COOPÉRATION CANADA-BRÉSIL

L'École Polytechnique de Montréal collaborait déjà avec des institutions de quelques pays d'Afrique. Elle vient d'ajouter l'Amérique latine à son champ d'action.



M. René Dufour, ing.

Du 19 juillet au 13 août, le professeur René Dufour du Département Génie minier de l'École Polytechnique de Montréal a présenté un cours sur les exploitations à ciel ouvert à l'École de Mines d'Ouro Preto, Brésil. Il était assisté de M. Pierre Dubé, étudiant en maîtrise du même département.

L'organisation de ce cours fut possible grâce à l'appui de CESO (Canadian Executive Service Overseas), de la « Companhia Vale Do Rio Doce » et de l'« Escola de Minas de Ouro Preto ».

Ce cours de quatre semaines a traité principalement des problèmes rencontrés dans les exploitations à ciel ouvert. Le forage, le sautage, la stabilité des talus, la manutention des minerais, le contrôle des coûts, l'automatisation, l'entretien de l'équipement et plusieurs autres sujets furent traités.

Bien que l'exploitation des minerais au Brésil se fasse presque exclusivement par méthodes à ciel ouvert, le cours de génie minier donné par les écoles de mines brésiliennes est orienté vers les exploitations souterraines. C'était la première fois que les quelque 35 participants suivaient un cours d'exploitation à ciel ouvert.

L'École de Mines d'Ouro Preto est considérée comme la plus vieille école de mines du continent sud-américain. La ville du même nom, déclarée monument historique par le Gouvernement brésilien, fut construite sous la domination portugaise; plus de 100,000 esclaves étaient alors employés à l'exploitation de l'or contenu dans les formations de fer. Ce sont maintenant ces formations de fer et non l'or qui sont exploitées. La Compagnie CVRD, le plus grand producteur brésilien de minerai de fer, est considérée dans ce domaine comme une des plus importantes au monde.

Ce premier cours fut un tel succès que l'on compte répéter l'expérience et même accentuer cette coopération qui n'en est qu'à ses débuts. L'École Polytechnique apporte ainsi sa participation au développement des pays de l'Amérique latine.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS



M. Henri-L. Isabelle, ing.

Au cours d'un congrès tenu à Atlantic City en juin 1971, l'American Society for Testing Materials a décerné le prix P.H. Bates à l'ingénieur Henri-L. Isabelle, Poly '50, directeur du service technico-commercial de la société Ciments Canada Lafarge Limitée, pour sa participation à la préparation d'une publication technique intitulée: « A study of Cement and Concrete Strength Correlation ».

ALLIED CHEMICAL CANADA LIMITED

Bourse d'études



Le 20 septembre 1971 à l'École Polytechnique, M. Lucien P. Chartré, adjoint au Secrétaire de Allied Chemical Canada Limited, remettait une bourse d'études de \$750, pour l'année universitaire 1971-72, à M. Daniel Béland, étudiant finissant en génie chimique.

CARNET

BOULAY, Pierre, Poly '69, qui faisait auparavant partie du Génie industriel à la Continental Can Co. of Canada Ltd., à Ville St-Laurent, travaille maintenant pour le bureau d'études Asselin, Benoit, Boucher, Ducharme & Lapointe, ingénieurs-conseils à Montréal, à titre d'ingénieur en mécanique lourde, pour études relatives au projet de la Baie James.

BARIL, Serge, McGill '68, travaille depuis juin dernier, à titre d'ingénieur électricien, pour la société Hewitt Equipment Ltée, à Montréal.

CARDINAL, Philippe-A., Poly '55, a récemment été nommé au poste de directeur des études pour la construction du complexe immobilier Place Desjardins. Avant d'occuper ce poste, M. Cardinal a contribué à la construction de la Place Ville-Marie, de la Place Victoria, de la Place Bonaventure et de la Place de la Justice, à Montréal.

COUSINEAU, L.J., McGill '49, fait maintenant partie de la direction du groupe de Montréal de Blackwood Hodge Québec. M.Cousineau sera principalement responsable de l'administration des opérations de Suntract Rentals Ltd., au Québec, et il agira comme expert de la planification, au sein du groupe.

FAVREAU, Jean, Poly '70, qui travaillait auparavant au bureau de Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Desjardins & Sauriol, ingénieurs-conseils à Ville Laval, depuis quelques mois.

GOSSELIN, Rodrigue-B., Queen's '40, a récemment été élu à la présidence de l'Association des Mines de Métaux du Québec (A.M.M.Q.) pour l'exercice 1971-72. Directeur du Groupe minier Sullivan, division des Cantons de l'Est, depuis 1960, M. Gosselin est membre de la Corporation des Ingénieurs du Québec, du C.I.M.M., et de plusieurs autres sociétés professionnelles.

IMBEAULT, Fernand-A., Poly '64, est revenu à Montréal en août 1971, après quatre années d'études post-grade au Département de Génie civil de l'University of Illinois, où il a obtenu la Maîtrise ès Sciences, M.S. (C.E.) en 1968, et le Doctorat ès Sciences, Ph.D. (C.E.) en 1971. Sa thèse portait sur la dynamique des structures à plusieurs étages soumises aux effets des tremblements de terre.

MERCIER, Réal-O., Poly '62, est revenu à Montréal il y a quelque temps, après un stage d'environ deux ans en Afrique, à l'emploi de la Compagnie des Bauxites de Guinée, société pour laquelle il administrait les travaux de construction d'un édifice à bureaux de plusieurs étages à Conakry, capitale de la république de Guinée. Il travaille présentement au bureau d'études Surveyer, Nenniger & Chênevert, ingénieurs-conseils, à Montréal.

ISSA, Élie, Poly '70, qui a travaillé auparavant pour Air Canada, au projet du hangar et de la piste du Boeing 747 à l'aéroport de Dorval, et qui est à l'emploi de la société Gaz Métropolitain Inc., depuis novembre 1970, a été promu au poste de Gérant de l'usine Lasalle Coke, à Montréal, en juillet dernier.

IZMIROGLU, Unal, Sherbrooke '71, occupe depuis quelque temps un poste d'ingénieur civil, à l'emploi de la société Sotramont Inc., entrepreneurs généraux dont le bureau est à Ottawa.

MARQUIS, Charles-Émile, Poly '50, a récemment été nommé au Conseil d'administration de la Banque Canadienne Nationale. M. Marquis est ingénieur associé de la firme Beaudet-Marquis et président de Frs Marquis Ltée, et des Immeubles Laurier Inc.

SAIDERO, Walter, Poly '70, qui travaillait auparavant pour le ministère fédéral des Travaux publics, est maintenant à l'emploi de la société Bau-Val Inc., entrepreneurs généraux, à Longueuil, Québec.

Certains transformateurs Hammond n'ont pas l'air de ce qu'ils sont... mais l'air ne fait pas la chanson!



Parmi les clients de Hammond, nombreux sont ceux qui veulent un transformateur pour un usage peu commun, ou pour une application courante qui se double d'une particularité inusitée. Nous offrons une solution économique et rapide parce que, à la base, notre expérience se fonde sur 95.000 différents modèles de transformateurs. Nous montons des transformateurs sur commande, nous fabriquons des prototypes et nous produisons en grande série... mais chaque transformateur Hammond, qu'il en ait l'air ou non, accomplit la tâche qui lui est imposée. *N'hésitez pas à nous consulter.*

HAMMOND

HAMMOND MANUFACTURING CO. LTD. • GUELPH (ONTARIO)

BUFFET — DANSANT

Association des Diplômés de Polytechnique

Lieu : Hôtel Windsor
Salons Windsor et Versailles

Date : Vendredi, 12 novembre 1971

Heure : 20h30 (8h30 p.m.) danse
23h00 (11h00 p.m.) buffet chaud

Frais d'inscription : \$12/personne

Orchestre : PAUL CAPELLI et ses musiciens

Maximum : 400 personnes

Date limite d'inscription : Mardi, 9 novembre 1971

Note :

Une invitation personnelle sera transmise à tous les diplômés, et veuillez noter que les invités des membres de l'A.D.P. seront les bienvenus à cet événement.

Renseignements :

(Mlle) Yolande GINGRAS

Secrétariat de l'A.D.P.

Tél.: 739-2451 — poste 218

Avis aux Diplômés de Polytechnique

Le Chœur Polytechnique de Montréal

Formule d'adhésion

NOM :

PRÉNOM : (M.)

(Mme)

ADRESSE :

Tél. :

Soprano Alto Ténor Basse

Retourner à :

École Polytechnique
Service aux Étudiants
2500, avenue Marie-Guyard
Montréal 250, Québec

Le « Service aux Étudiants » organise présentement une chorale mixte à l'École Polytechnique.

Tous les diplômés de Poly (incluant épouses et amis des diplômés), connaissant la musique et le chant, sont invités à s'inscrire à cette activité à la fois récréative, sociale et culturelle.

Les fêtes du Centenaire approchent rapidement. Nul doute qu'il y aura place pour le « Chœur Polytechnique de Montréal ».

Si vous désirez y participer, retournez dès maintenant la formule d'adhésion ci-contre.

PAUL-ÉMILE BLOUIN, B.SC.

Le Chef des Services aux Étudiants

L'AVENIR DU COLOMBIUM*

par Dr Michel Rigaud et Dr Jean-Paul Bailon

Notes biographiques :

DR MICHEL RIGAUD, D.Sc.A., ingénieur, professeur agrégé, directeur du Département de génie métallurgique de l'École Polytechnique.

DR JEAN-PAUL BAILON, D.Sc.A., chargé d'enseignement au Département de génie métallurgique de l'École Polytechnique.

MM. Rigaud et Bailon viennent d'être nommés respectivement directeur et secrétaire du Service de documentation sur le colombium de l'École Polytechnique (SEDCO-POLY). Ce nouveau service est rattaché au Centre de Développement Technologique de l'École Polytechnique. Un communiqué décrivant la mission de ce service est présenté en page 15 du présent numéro de la revue L'Ingénieur.

Cet article est divisé en trois grandes parties :

- 1) les propriétés et la technologie du colombium, du minerai au métal ;
- 2) l'industrie du colombium ; les différents secteurs de consommation, la structure actuelle de l'industrie, le prix du colombium et les métaux concurrents ;
- 3) l'avenir de l'industrie du colombium.

Première partie

Propriétés et Technologie du Colombium

Propriétés du Colombium

Le colombium est essentiellement un métal, dit réfractaire, car il est caractérisé par un point de fusion élevé (voir tableau I), la plus faible densité et la plus faible section efficace pour les neutrons thermiques parmi les autres métaux dits réfractaires (tungstène, molybdène et tantale). Le colombium possède en outre un coefficient de dilatation thermique relativement élevé, un coefficient de conductibilité thermique qui croît

avec la température, une température élevée de transition conducteur-supraconducteur, une bonne ductilité même à des températures atteignant -200°C et une remarquable résistance à la corrosion par les métaux liquides et même par les acides. Ceci peut paraître paradoxal car le colombium est reconnu pour être un métal réactif. En réalité, cette résistance à ce type de corrosion est due à la croissance très rapide d'un mince film d'oxyde, d'hydroxyde ou de sel protecteur qui assure la passivation du métal.

Tableau I

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU COLOMBIUM

Numéro atomique	41
Masse atomique	92.91
Température de fusion	2468°C
Température d'ébullition	4400°C
Masse spécifique à 25°C	8.57 gr/cm^3
Système cristallin	cubique centré
Rayon atomique	1.459 Å
Conductibilité thermique à 25°C	$0.125 \text{ cal/cm}^2\text{/cm/C/sec}$
Chaleur spécifique à 25°C	$0.064 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C}$
Coefficient de dilatation linéaire à 25°C	$6.9 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^{\circ}\text{C}$
Résistivité électrique à 25°C	14.8 microhm-cm
Température de transition supraconductivité	8.3°K
Propriétés magnétiques	faiblement paramagnétiques
Section efficace totale pour les neutrons	1.1 barns

On doit s'arrêter sur le fait que le module de Young du colombium soit relativement faible. Autant un module de Young faible est bénéfique lorsqu'on considère les efforts résultants de gradients thermiques importants, autant ceci peut poser des problèmes lorsqu'on considère le dessin d'une pièce en fonction du comportement au flambage. Il faut rappeler que les propriétés mécaniques du colombium dépendent dans une très

* Colombium = niobium : voir l'historique simplifié du colombium, figure 3 de cet article.

grande mesure de sa pureté, comme pour tous les autres métaux, (notamment de sa teneur en oxygène, azote, hydrogène et carbone) et aussi de l'histoire thermo-mécanique du métal avant essais.

Le columbium est un métal qui allie une grande ductilité à température ambiante avec des propriétés mécaniques acceptables jusqu'à 1300°C. Il n'est pas fragile à froid et a une fort bonne tenue au fluage. Il est suffisamment ductile pour être laminé à froid, les recuits devant se faire sous atmosphère inerte. La température de restauration est d'environ 650 à 800°C, et la température de recristallisation comprise entre 1200 et 1300°C de laminage à chaud doit se faire sous atmosphère protectrice. L'usinage se compare à celui des aciers inoxydables. Le soudage s'effectue soit à l'arc électrique sous argon soit au four à bombardement d'électrons.

Toutefois la médiocre résistance à l'oxydation du columbium est un gros désavantage qui restreint actuellement son champ d'application à températures élevées, là où précisément ses propriétés intrinsèques seraient des plus avantageuses. Même si l'oxyde de columbium est relativement stable au-dessus de 500°C l'oxydation du métal est très rapide, l'oxyde n'étant pas protecteur. A titre de consolation, le même problème se pose pour plusieurs autres métaux réfractaires et c'est pourquoi on s'est évertué, depuis les quinze dernières années, à améliorer la résistance à l'oxydation du columbium. De nombreuses solutions ont été proposées en développant soit des alliages à base de Cb soit des revêtements protecteurs. Les succès enregistrés et prévisibles d'ici 1975 peuvent s'apprécier sur la figure 1. Quoi qu'il en soit, la majeure partie du columbium utilisée l'est comme additif dans l'acier sous forme de ferro-columbium, et non pas comme métal pur ou allié possédant des propriétés qui devraient en faire un métal économiquement intéressant. Nous étudierons en profondeur cet état de fait dans les paragraphes suivants.

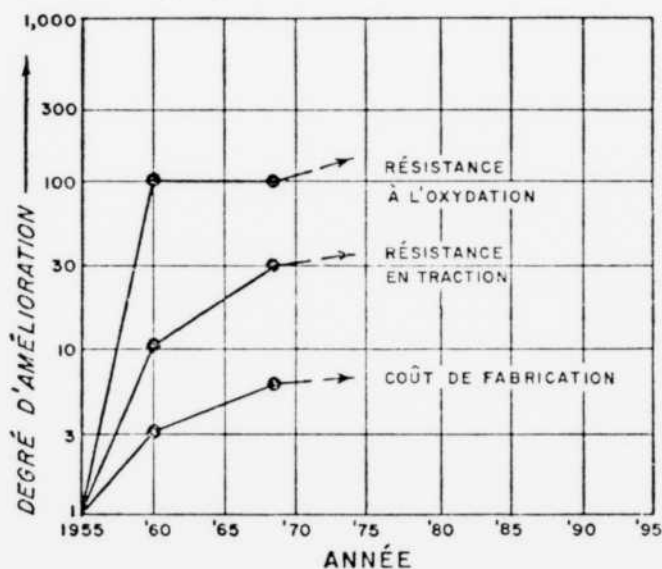


Figure 1

Nous avons regroupé dans les tableaux I, II et III les principales propriétés physiques, chimiques et mécaniques du columbium commercialement pur. Des infor-

mations complémentaires et des analyses comparatives avec d'autres métaux peuvent être obtenus en contactant le service de documentation sur le columbium de l'École Polytechnique de Montréal.

Tableau II PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DU COLOMBIUM DE PURETÉ COMMERCIALE

a) Résistance à la corrosion par les milieux aqueux :	
acide sulfurique	exc. à froid pour toutes conc. attaquée à chaud ;
acide chlorhydrique	exc. à froid pour toutes conc. attaquée à chaud ;
acide nitrique	exc. à toutes températures et concentrations ;
acide phosphorique	bonne à froid ;
acide fluorhydrique	attaqué ;
alcalins	attaqué ;
chlorures	excellente.
b) Résistance à la corrosion par les gaz :	
air	bonne jusqu'à 250°C — catastrophique au-dessus de 250°C ;
oxygène	bonne jusqu'à 250°C — catastrophique au-dessus de 250°C ;
azote	bonne jusqu'à 250°C — catastrophique au-dessus de 250°C ;
hydrogène	bonne jusqu'à 200°C — absorption max. à 350°C ;
CO	bonne jusqu'à 300°C.
c) Résistance à la corrosion par les métaux liquides :	
sodium	bonne jusqu'à 1000°C ;
potassium	bonne jusqu'à 1000°C ;
uranium	bonne jusqu'à 1200°C ;
magnésium	bonne jusqu'à 1200°C.

Tableau III PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU COLOMBIUM DE PURETÉ COMMERCIALE

Module d'élasticité à 25°C	1.04 x 10 ⁴ kg/mm ²
Limite élastique à 25°C	23.8 kg/mm ²
Limite élastique à 850°C	6.8 kg/mm ²
Charge de rupture à 25°C	27.2 kg/mm ²
Charge de rupture à 850°C	13.6 kg/mm ²
Allongement de la rupture à 25°C	30%
Réduction de section possible sans recuit intermédiaire	95% à 25°C 90% à 850°C
Dureté à 25°C	100 VHN
Fragilité à l'impact T de transition	— 150°C
Résistance à la fatigue pour 10 ⁷ cycles	16 kg/mm ²
Fluage (charge nécessaire à 1000°C pour avoir un allongement de 1% en 24 h)	4.3 kg/mm ²

La Technologie du Columbium : du minerai au métal

Tout d'abord, nous devons distinguer deux grandes catégories de minerai : la colombite-tantalite et le pyrochlore. Les minerais de colombite-tantalite sont des oxydes de Cb₂O₅/Ta₂O₅ en diverses proportions. On peut obtenir du Cb₂O₅ pur plus facilement à partir de

la colombite qu'à partir du pyrochlore qui est un minerai très complexe à traiter. De fait, la colombite est le minerai utilisé pour produire le colombium métal pur alors que le pyrochlore sert presque exclusivement à la production du ferro-colombium. On retrouve aussi des oxydes de colombium dans les minerais d'étain (cassitérites) et certaines compagnies d'étain revendent les scories provenant du smeltage de ces minerais en vue d'en extraire le Cb_2O_3 et, éventuellement, le colombium métallique. Les quantités de Cb_2O_3 ainsi obtenues demeurent faibles par rapport à la quantité totale consommée chaque année (voir tableau IV). Il est peut-être bon de rappeler que le colombium est un élément aussi abondant dans la croûte terrestre que le Cu, le Ni, le Pb, le Sn et le Zn. Par conséquent, pour qu'un gisement soit économique il ne suffit que de quelques livres de Cb_2O_3 par tonne de roches ; mais, de ce fait, la valorisation du minerai est complexe et onéreuse. A partir du concentré, on produit principalement du ferro-colombium et en beaucoup moins grande quantité du colombium. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

Tableau IV
**PRODUCTION MONDIALE DES
 CONCENTRÉS DE COLOMBIUM,
 EN MILLIONS DE LBS
 (pays occidentaux seulement)**

<i>Année</i>	<i>Production</i>
de 1954 à 1958 (moyenne)	7.99
1959	6.04
1960	7.02
1961	7.54
1962	9.21
1963	10.66
1964	11.75
1965	14.62
1966	23.03
1967	21.05
1968	20.33
1969	32.68

La production des ferro-alliages se fait habituellement directement à partir des minerais concentrés soit aux fours à arcs électriques avec additions de silicium et ou ferro-silicium et de chaux et silice agissant comme fondants, soit par aluminothermie. Quel que soit le procédé utilisé, on peut obtenir différentes qualités de ferro-colombium, ayant une concentration en colombium de l'ordre de 65% en poids, le reste étant principalement du fer et du silicium, du carbone ou de l'aluminium et du tantale suivant le procédé et le minerai utilisé.

La production du colombium métallique à partir du minerai concentré (la métallurgie extractive) est aussi complexe et onéreuse que la valorisation du minerai (la minéralogie). La colombite étant le plus souvent utilisée, il faut d'abord séparer le Cb_2O_3 du Ta_2O_5 . Le procédé le plus ancien, connu sous le nom de procédé Marignac, peut se décrire ainsi : fusion du concentré par NaOH à chaud, lavage par HCl pour éliminer les impuretés, mise en solution du résidu dans HF et précipita-

tions de K_2TaF_7 par addition de KOH ; la solution restante subit des opérations multiples pour obtenir finalement Cb_2O_3 pur. Les deux autres procédés classiques utilisés pour séparer Cb_2O_3 du Ta_2O_5 et obtenir du Cb_2O_3 pur sont les procédés d'extraction liquide-liquide et de distillation fractionnée.

Le colombium est ensuite obtenu par réduction sous vide de son oxyde, le Cb_2O_3 pur, par le carbone, en deux étapes. La première, effectuée avec un excès de carbone, consiste essentiellement à produire un carbure de niobium, alors qu'au cours de la seconde, qui se fait à 1600°C sous vide poussé, l'oxyde est mélangé à une quantité bien déterminée de carbure produit lors de la première étape de façon à avoir le carbone stoechiométriquement nécessaire pour réduire l'oxyde et donc produire le métal pur. Le niobium est ainsi obtenu de premier jet sous forme de poudre plus ou moins frittée qui contient encore une proportion notable d'impuretés (O, C, H, N, Fe, Si).

La phase métallurgique suivante, dite de consolidation, est donc essentiellement une phase de purification effectuée sous vide poussé. On opère soit par frittage soit par fusion au four à arc à électrode consommable ou au four à bombardement d'électrons. Cette fusion sous vide permet une très bonne épuration du métal pour ce qui concerne toutes les impuretés interstitielles ou volatiles. Elle peut être pratiquée après frittage ou avant fusion à l'arc. La phase suivante de la fabrication est une transformation destinée à améliorer la structure du métal brut. Elle se pratique aisément à froid pour le métal pur ou ses alliages les plus malléables, à chaud sous gaine (techniques analogues à la transformation du béryllium) pour les alliages plus robustes (Nb-W, Nb-Mo, Nb-Zr, etc.). La transformation finale s'effectue le plus souvent à froid par tous les procédés classiques du laminage, étirage, tréfilage, emboutissage ; les seules précautions à prendre concernent la propreté des opérations et la lubrification des outillages. Tous les traitements thermiques en cours de transformation ou sur produits finis doivent être pratiqués sous atmosphère rigoureusement neutre ou de préférence sous vide poussé.

Deuxième Partie

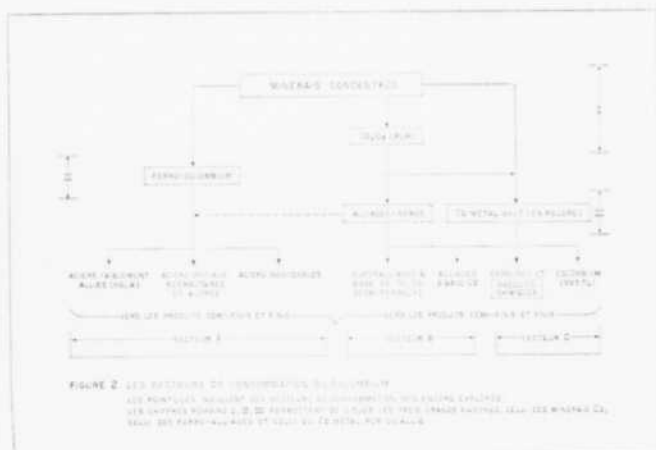
L'Industrie du Colombium

Les Secteurs de Consommation du Colombium

Nous avons tenté de schématiser sur la figure 2 la façon dont est consommé actuellement le colombium, sans énumérer les produits ou objets finis dans lesquels se retrouve cet élément. Nous devons distinguer trois grands secteurs inégaux de consommation (A, B, C) indiqués par des traits horizontaux sur la figure 2 et trois marchés différents (I, II, III) indiqués par des traits verticaux et dont nous discuterons dans le paragraphe suivant.

Le secteur A est le secteur où le colombium est utilisé comme élément d'addition dans les aciers. C'est le secteur de consommation du colombium de loin le plus important (80% du total actuellement, presque 100% il y a vingt ans). A l'heure actuelle, le colombium

est inoculé dans l'acier presque exclusivement sous forme de ferro-colombium. Nous verrons dans un paragraphe subséquent qu'il serait intéressant d'examiner plusieurs autres façons d'introduire le colombium dans les aciers, au moins dans l'intérêt des producteurs de concentrés.



La fonction importante du colombium dans la fabrication de l'acier est de former des carbures stables. Cette caractéristique est la raison pour laquelle ce métal est employé dans les aciers inoxydables, austénitiques et ferritiques, des séries 300 et 400. Le colombium a aussi pour fonction de favoriser l'affinage du grain. Dans les aciers faiblement alliés à bas carbone, il suffit d'ajouter de 0.01 à 0.03% de colombium pour obtenir une augmentation de la limite élastique de 15000 psi. Le colombium (comme le Cr, Mo et W) réduit l'écart de température au-dessus duquel l'austénite est stable et tend à promouvoir la formation de ferrite. Le tableau V donne les quantités de ferro-colombium utilisées par type d'acier aux U.S.A.

Tableau V
CONSUMMATION DU FERRO-COLOMBIUM
COMME ADDITIF DANS L'ACIER,
EN MILLIERS DE LBS DE Cb CONTENU,
AUX U.S.A., DE 1959 À 1965

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Aciers inoxydables	256	390	554	536	434	516	586
Aciers de construction, à bas carbone	10	22	78	224	166	178	266
Aciers à outils	0	0	0	4	2	2	2
Fontes grise et malléable	2	0	2	0	0	0	0
Aciers réfractaires et superalliages (y compris les non-ferreux)	152	148	306	464	682	742	1282
Autres usages	30	32	38	64	28	20	26
Total	450	592	978	1292	1312	1458	2162

Le deuxième secteur de consommation du colombium en importance (15 à 20% du total actuellement) est le secteur du colombium allié, soit comme élément

d'addition, soit comme constituant de base. Là encore c'est comme élément d'addition que le colombium est le plus employé et ce dans les superalliages non-ferreux à base de nickel : l'inconel 625 (4% Cb), l'inconel 718 (5% Cb), l'udimet 630 (6% Cb) ou à base de cobalt comme dans le S-816 (20% Cr, 20% Ni, 4% Cb). La quantité de colombium consommée dans les alliages à base de Ta, Mo, W, Ti ou Zr n'est pas très importante, car ces alliages, dits réfractaires, ne sont pas encore plus répandus que les alliages à base de Cb eux-mêmes. Nous reviendrons sur cet aspect quand nous traiterons de l'avenir du colombium.

Le troisième secteur est de loin le plus petit : 1 à 2% de la consommation totale. C'est un secteur où nous avons regroupé les usages les plus divers comme l'utilisation du Cb dans les électrodes de soudage, comme radiotraceur sous forme de Cb-95 (cet isotope est un bon émetteur de rayons-X et a une demi-vie de 35 jours), comme getter ou émetteur d'électrons dans les tubes électroniques, comme carbure où il entre en solution avec les carbures de Ta et de W, comme élément de gainage du combustible des réacteurs de puissance dans l'industrie nucléaire.

Nous retrouvons, sur la figure 2, deux régions encadrées en pointillés. Ce sont des secteurs de consommation non encore explorés à notre connaissance et dont nous traiterons dans le paragraphe sur l'avenir du colombium.

Structure de l'Industrie du Colombium

Comme l'indique la figure 3, l'industrie du colombium a pris son essor à partir de 1956 seulement. On y distingue maintenant trois grands marchés que nous allons passer brièvement en revue.

Le marché des minerais et concentrés de colombium : les deux grands producteurs de concentrés de pyrochlore sont actuellement la CBMM au Brésil en relation avec la Molybdenum Corporation aux U.S.A., et la St. Lawrence Colombium d'Oka au Canada. En 1969, ces deux compagnies ont produit près de 90% de la production mondiale de concentrés de Cb (pays communistes non-inclus). Les producteurs de concentrés de colombite et de scories de cassitérites sont en Afrique (Niger, Congo, Mozambique). Le tableau VI donne une idée de la répartition géographique de la production mondiale de concentrés de colombium. Il est bon de noter que la consommation mondiale du colombium a doublé de 1960 à 1970.

Le marché du ferro-colombium : la production du ferro-colombium a toujours été fortement concentrée aux U.S.A. De 1933 à 1956, Union Carbide a été l'unique producteur de ferro-colombium. De 1956 à 1959, le nombre de producteurs américains est passé de 1 à 9 pour retomber à 6 en 1966 (Union Carbide, Vanadium Corporation, Molybdenum Corporation, Kawecki Chemical, Reading Alloys, Shieldalloy). En 1960, les Européens (France, Angleterre, Autriche, Allemagne, Suisse, Italie et Belgique) entrèrent sur le marché du ferro-colombium, les Japonais suivirent en

1963. Au Canada, Masterloy Products Ltd., qui a produit dans son usine d'Ottawa 820,000 lbs de ferro-colombium en 1969, et St. Lawrence Colombium sont les deux seuls producteurs de ferro-colombium. Au Canada, toujours, le colombium est uniquement utilisé sous forme de ferro-colombium par les aciéristes.

Figure 3

HISTOIRE SIMPLIFIÉE DU COLOMBIUM (NIOBIUM)

- 1801 Découverte de l'oxyde par Hatchett, chimiste anglais qui le nomme oxyde de colombium, d'après le pays d'origine du minerai d'où provenait cet oxyde, les U.S.A. (Columbia).
- 1844 L'élément est isolé pour la première fois à l'état métallique (plus ou moins pur) par Rose, qui lui donne le nom de niobium, en l'honneur de Niobée, sœur de Tantalus dans la mythologie grecque, parce que le premier métal nommé tantale par le suédois Ekeberg, en 1802, était, comme établi par Rose, un mélange de Ta et de Nb.
- 1866 Marignac, en France, démontre que le colombium de Hatchett et le niobium de Rose ne sont qu'un seul et même élément du tableau périodique.
- 1907 Premier métal pur, ductile à chaud, en Allemagne.
- 1918 Première production de ferro-colombium, en Allemagne.
- 1929 Début de la production commerciale de Cb aux U.S.A. par Fansteel Metallurgical Co.
- 1933 Début de la production commerciale de ferro-colombium aux U.S.A. par Union Carbide, seul producteur de ferro-colombium aux U.S.A. jusqu'en 1956.
- 1935 Premier métal pur ductile à froid.
- 1956 Naissance de l'industrie du colombium. Plusieurs producteurs de ferro-colombium entrent en production. La consommation mondiale du colombium se met à augmenter de façon spectaculaire. Elle doublera de 1960 à 1970.

Tableau VI

PRODUCTION MONDIALE DE CONCENTRÉS DE COLOMBIUM EN 1969 (pays occidentaux seulement)

Type de minerais	Pays d'origine	Tonnes produites (short tons)
Pyrochlore	Bresil	11,300
	Canada	3,100
Colombite et Cassiterites	Niger	1,500
	Congo	105
	Malaysia	75
	Mozambique	70
	Brésil	70
	Autres pays	120
	Total	16,340

À l'exception de CBMM et de St. Lawrence Colombium, les producteurs de ferro-colombium ne sont pas des firmes intégrées à la production d'une mine et, comme nous le verrons ultérieurement, seuls Kawecki et Union Carbide semblent avoir une production de ferro-colombium intégrée à la production de colombium métallique. De plus, les producteurs de ferro-colombium commercialisent de nombreux autres ferro-alliages et aucun n'est spécialisé dans la vente du ferro-colombium.

Le marché du colombium métal pur ou allié : c'est un marché beaucoup plus petit (en dollars) que le marché du ferro-colombium ou des concentrés, et qui est installé en grande partie aux U.S.A. Au moins quatorze compagnies fabriquent des pièces en colombium aux U.S.A., les principales étant Wah Chang, DuPont, Union Carbide et Fansteel qui contrôlent près de 70% de la production totale aux U.S.A. Le tableau VII est une liste des compagnies impliquées dans ce marché et de leurs possibilités respectives. Fansteel était la seule compagnie à fabriquer du colombium métallique avant 1956. De 1956 à 1965, dix autres compagnies se joignirent à Fansteel pour se partager un marché assez restreint (250 tonnes aux U.S.A. en 1961). Depuis 1965, le U.S. Bureau of Mines ne divulgue plus de chiffres relatifs à ce marché aux U.S.A. Tout porte à croire que le nombre de compagnies encore en production est tombé à 3 ou 4 et que le niveau de production est inférieur à 100 tonnes par an aux U.S.A. Nous ne possédons pas encore de statistiques concernant l'activité des firmes européennes et japonaises sur ce marché.

Tableau VII

LISTE DES COMPAGNIES IMPLIQUÉES DANS LE MARCHÉ DU COLOMBIUM EN TANT QUE MÉTAL DE BASE AUX U.S.A.

Compagnies	Installation disponible
Fansteel Metallurgical Corp.	1, 4, 5
Kennametal Inc.	1, 2, 4
Kawecki Berylco Co.	1, 2, 4
Wah Chang Corp.	1, 2, 3
Allegheny-Ludlum Steel Corp.	1, 2
General Electric Co.	1, 2
Westinghouse Co.	1, 2
Universal-Cyclops Steel Corp.	2
Union Carbide Metals Inc.	2, 4
E.I. duPont de Nemours Co.	2, 4
U.S. Federal Bureau of Mines	2, 3, 4
National Research Corp.	2, 3
Haynes Stellite (division of Union Carbide)	2, 4
Temescal Inc.	3
Wilbur Driver Co.	4
M and C Nuclear Corp.	4
Bridgeport Brass Co.	4
Superior Tube Co.	5

1. Installation pour la métallurgie des poudres de Cb
2. Four de fusion à arcs et/ou à électrodes consommables
3. Four de fusion à bombardement d'électrons
4. Installation d'extrusion et laminage
5. Installation pour la fabrication de tubes

Prix du Colombium sur ces trois Marchés

Actuellement les limites de fluctuation des prix du pyrochlore et de la colombite se recouvrent. Il en coûte \$1.05 à \$1.20 la livre de Cb_2O_3 , pour des rapports Cb/Ta variant entre 8 et 10. Sur le marché du ferro-colombium la fluctuation des prix est assez grande. Présentement, le prix est de \$2.50 à \$2.75 par lb de Cb , soit de 2 à 2.5 fois le prix de pyrochlore. Le prix du ferro-colombium de haute qualité (i.e. sans tantale) peut varier de \$4.25 à \$5.50 la lb de colombium contenu. Le prix du colombium métallique est lui aussi très variable, selon la qualité (degré de pureté) et la forme à l'achat. Actuellement on peut se procurer, en quantité industrielle, du colombium en poudre à \$11.00 la lb et du colombium en lingot à \$28.00 la lb. Ceci est deux à trois fois moins élevé que le prix du tantale. Même si le prix du colombium ne fait que décroître depuis les 30 dernières années, son prix est encore trop élevé. En se basant sur sa concentration dans la croûte terrestre (0.0024%) le colombium devrait pouvoir se vendre au prix du cuivre, soit environ \$0.50 la lb. C'est technologiquement impossible aujourd'hui.

Les Matériaux concurrents du Colombium

Sur le marché des ferro-alliages : selon le produit final obtenu, les principaux concurrents du colombium sont le titane (dans les aciers inoxydables 18-8), le vanadium (dans les aciers faiblement alliés), le tungstène et le molybdène (dans les aciers et alliages résistants à hautes températures).

Sur le marché du colombium : le tantale est un concurrent agressif. Malgré son prix et sa plus grande densité, on préfère encore aujourd'hui utiliser le tantale dans la fabrication des condenseurs, des échangeurs de chaleur, des contenants et de la tuyauterie dans l'industrie chimique spécialisée.

A l'intérieur des limites technologiques actuelles, les alliages à base de fer, nickel ou cobalt et ne contenant que peu ou pas de Cb , sont encore préférés aux alliages de Cb comme alliages réfractaires car il est possible de les protéger de l'oxydation rapide plus adéquatement que les alliages de colombium.

Parmi tous les alliages réfractaires développés récemment, seuls les alliages à base de molybdène possèdent actuellement des atouts valables pour concurrencer les alliages à base de Cb . Quoi qu'il en soit, ces alliages sont encore très peu utilisés industriellement. Le Cb ne semble pas avoir de concurrent sérieux à l'heure actuelle dans les applications prévues pour les supraconducteurs que l'on utilisera dans les générateurs MHD et peut-être pour les lignes de transmission. Par contre, le zirconium concurrence le Cb en génie nucléaire et le carbure de colombium est souvent remplacé par les carbures de W et Ta , alors qu'il possède des propriétés très voisines.

Troisième Partie

L'Avenir du Colombium

Étant donné l'importance du marché du ferro-colombium pour l'industrie du colombium, nous avons

sondé l'avenir de ce secteur en premier lieu. Les chiffres ne manquent pas pour se faire une idée des niveaux de production que les aciéries atteindront en 1975, au moins aux U.S.A., selon les différentes catégories d'aciers que nous avons choisies au tableau V. Il en ressort que pour les États-Unis :

- le marché des aciers inoxydables contenant du colombium se maintiendra à son niveau actuel au moins jusqu'en 1975 (400,000 t d'acier par an) soit 40% de la production totale d'aciers inoxydables. On peut prévoir une consommation de colombium de 0.75 million de lbs en 1975 ;
- dans les aciers de construction à bas carbone, la consommation du colombium continuera d'augmenter pour atteindre en 1975 un niveau de l'ordre du million de lbs, soit le triple du marché de ces dernières années ;
- dans les aciers alliés (en incluant ici les non-ferreux à base de Ni et de Co) le marché du Cb pourrait doubler d'ici 1975, advenant la mise au point de nouvelles turbines d'avions et d'automobiles fonctionnant à plus hautes températures qu'actuellement. Prévoir une consommation de 2 millions de lbs en 1975 n'est pas irréalisable pour 1975.

Une consommation de Cb dans les aciers, aux U.S.A., de l'ordre de 3.5 à 4 millions de lbs est prévisible, ce qui permet d'estimer à au moins 7.0 millions de lbs la consommation mondiale en 1975.

Le marché des ferro-colombium pourrait subir la concurrence des producteurs de concentrés ou d'autres intermédiaires comme nous l'invoquons sur la figure 2, si on venait à démontrer l'intérêt d'introduire le Cb dans les alliages spéciaux sous forme différente du ferro-colombium. Nous pensons ici à la possibilité d'utiliser directement du Cb_2O_3 pur et des agents réducteurs appropriés ou bien des alliages mères à base de Cb , comme des $Cr-Cb$ ou $Ni-Cb$. D'autre part, tout développement qui amènerait le coût du colombium dans les aciers à environ \$2.00 la livre aurait une grosse influence sur la décision d'utiliser le colombium à la place soit du titane dans les aciers inoxydables, soit du vanadium dans les aciers HSLA, et peut-être du molybdène et du tungstène dans les aciers réfractaires.

En résumé, l'avenir paraît rassurant dans ce domaine. En se basant sur de telles projections, nous pouvons prévoir que la consommation du Cb , qui a déjà doublé de 1960 à 1970, doublera de nouveau de 1970 à 1980 (60% d'augmentation intermédiaire d'ici 1975), même si en 1970 on a enregistré une production de pyrochlore 30% supérieure à la demande à l'échelle mondiale.

L'avenir du colombium métallique est beaucoup plus incertain. Il ne représente à l'heure actuelle qu'un très petit secteur de l'industrie du colombium, pourtant les débouchés potentiels sont nombreux. Dans le domaine des transports, l'utilisation des alliages de colombium est envisagée

- 1) pour la fabrication d'aubes de turbines à gaz pour la propulsion des véhicules, où ces alliages permettraient d'atteindre des températures de 1100 à 1200°C, conduisant ainsi à un gain appréciable de performance comparé à l'emploi des superalliages

limité à 1000°C. Toutefois, les problèmes pratiques de réalisation des aubes et surtout les difficultés de protection contre l'oxydation par les gaz de combustion différent ce développement :

- 2) pour les structures de véhicules spatiaux du type planeur pour lesquelles on pourrait réaliser des panneaux légers et résistant bien à l'échauffement, en utilisant des alliages convenablement revêtus.

Dans l'industrie de l'électronique, certains alliages (Cb-Ti, Cb-Zr) ou composés intermétalliques de Cb (Cb₂Sn) présentent un intérêt considérable par leurs propriétés supraconductrices. Ils sont déjà utilisés sous forme de fils fins ou de rubans pour construire des bobines de faible volume qui, refroidies à l'hélium liquide, permettent d'obtenir des champs magnétiques très intenses. Ils peuvent également être employés pour la réalisation de transformateurs, générateurs de courant, lignes de transport d'énergie, qui, sous de faibles volumes, peuvent absorber des puissances considérables. Même si actuellement ces applications n'ont pas encore dépassé le stade de l'expérimentation pilote, il est normal de penser que se trouvent là des débouchés d'avenir du Cb. En fait, les applications commerciales sont limitées d'une part par des difficultés inhérentes aux techniques cryogéniques, d'autre part par un choix des alliages évoluant constamment.

Le columbium n'a encore pénétré que de façon extrêmement modeste l'industrie chimique, mais, grâce à son excellente résistance aux métaux liquides, sa remarquable inertie aux acides, sa résistance mécanique élevée, sa bonne conductibilité thermique, sa densité plus faible et son prix moins élevé que ceux du tantale, il n'est pas interdit de penser que le columbium trouvera sa place dans la construction d'échangeurs de chaleur, condenseurs et tubes de chauffage.

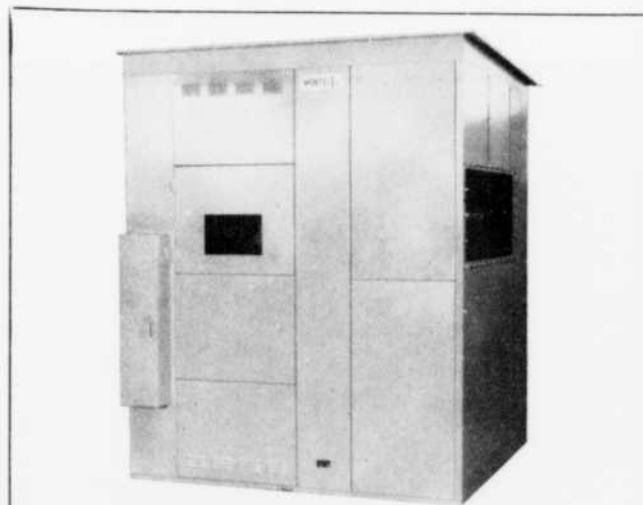
Dans l'industrie nucléaire, un très grand consommateur du columbium pourrait devenir le circuit de refroidissement et de transmission de chaleur des réacteurs utilisant des métaux alcalins liquides qui circulent dans des tubes en alliage de Cb.

En résumé, les propriétés du columbium font que son avenir dans de nombreux secteurs de la technologie paraît prometteur et brillant, bien que les contraintes industrielles et économiques tempèrent ces promesses. Ce développement industriel du columbium est subordonné à l'abaissement de son prix mais également à des efforts de recherches accrues pour sa mise en œuvre pratique (surtout sa résistance à l'oxydation à hautes températures). Or, le coût du développement et de la recherche, en regard du volume des ventes réelles ou supputées, semble à prime abord très important. En effet, les conditions de production nécessitent la mise en œuvre de procédés de réduction très délicats, la contrainte la plus lourde étant la nécessité d'obtenir des produits ayant des degrés de pureté que l'on n'exige pas pour des métaux plus classiques. Pour éviter toute contamination en général rédhibitoire, il faut opérer à l'abri de l'air et dans des appareillages très particuliers, et mettre en œuvre des techniques très spéciales pour la consolidation et la transformation.

Pour conclure, les usages prévisibles à court terme pour le columbium métallique dans la grande industrie semblent encore assez flous, et nous ne nous hasarderons pas à prévoir quelle sera la consommation du columbium métallique en 1975 ou 1980. Toutefois, il nous apparaît souhaitable que dès maintenant les producteurs de concentrés cherchent à développer une industrie du columbium vraiment intégrée du minerai au métal. A l'heure actuelle ces producteurs dépendent des firmes qui produisent du ferro-columbium et comme nous l'avons vu, aucune de ces firmes n'a pour mission première la vente du columbium. Il n'existe aucun organisme coopératif qui se préoccupe actuellement de la promotion technique de ce métal alors que tels organismes existent déjà pour le molybdène, le vanadium, le cobalt et le nickel entre autres métaux.

Pour notre part, nous espérons que le Service de Documentation sur le Columbium que l'École Polytechnique vient de mettre sur pied sera un jour englobé dans un programme encore plus ambitieux de promotion du columbium. Entretemps, nous comptons contribuer à faire connaître les propriétés du columbium et de ses alliages, de publier des mises à jour, des analyses critiques de sujets de recherches et des synthèses de différents travaux de développement qui s'effectuent à l'heure actuelle et qui touchent la consommation du columbium.

On retrouvera, en page 15, un communiqué décrivant la mission de ce service nouvellement créé et rattaché au Centre de Développement Technologique de l'École Polytechnique. ■



CELLULE D'ENTRÉE 25KV
Type extérieur

Elle contient :

- 1 tête de câble 34,5KV
- 1 sectionneur de charge Stop'arc avec dispositif de protection contre la perte d'une phase
- 3 fusibles HRC 2700MVA
- 1 cellule de transition pour raccordement à un transformateur 2500KVA



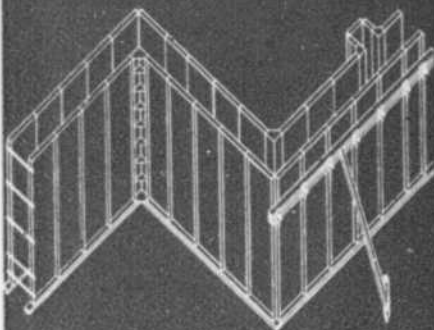
MONTEL INC.

Siège social et usine :
C. P. 130
MONTMAGNY, QUÉ.
TÉL. : (418) 248-0235

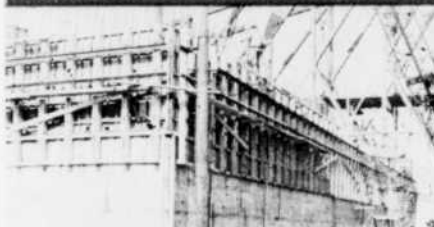
Succursale :
Édifice Fides
235 est, Dorchester
MONTRÉAL 129, QUÉ.
TÉL. : (514) 861-7445

LES COFFRAGES DE BÉTON

FORM-X



FORMEX met gratuitement à votre disposition un service technique complet lorsque vous avez besoin de coffrages — aussi compliqués qu'ils puissent être. Nos services comprennent l'assistance de nos ingénieurs, le tracé des plans, l'estimation et la surveillance des travaux de début afin d'assurer les méthodes les plus économiques et rapides possible pour vos coffrages — qu'il s'agisse d'une maison ou d'un barrage.



PONTS et PORTS



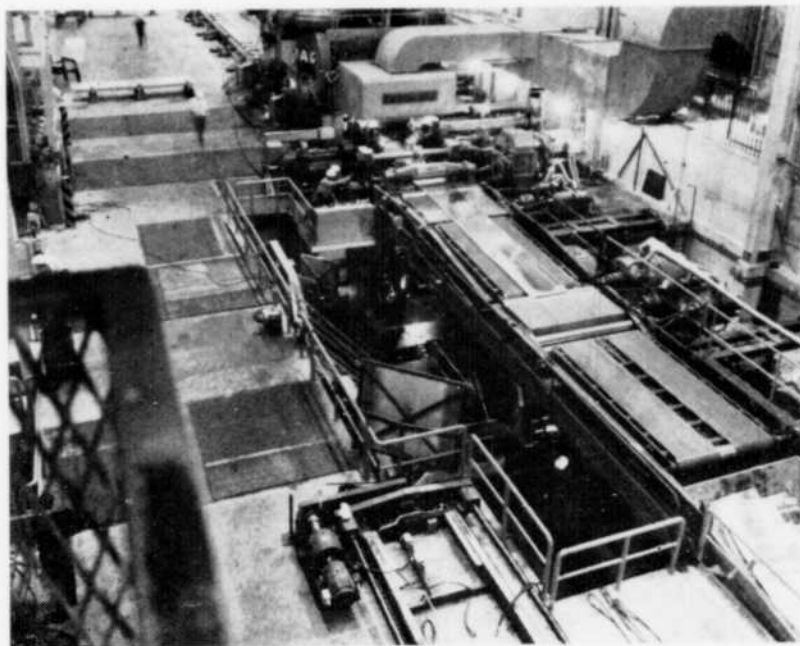
ROUTES et BATISSES

Pour documentation et un service rapide et efficace, écrivez ou téléphonez à



**499, Boul. Guimond
Parc Industriel Jacques-Cartier
Longueuil, Montréal
Tél.: 527-1821 et 679-3430**

ALCAN AU SAGUENAY



Vue générale de l'installation de coulée et laminage en continu de la nouvelle Usine Saguenay des Produits Alcan Canada, à Arvida. On y voit deux des trois cages de laminage à chaud ainsi que l'enrouleuse automatique (au premier plan). La machine à couler et le premier laminoir ne sont pas visibles.

Renseignements généraux

Coût :	\$14,3 millions
Capacité totale des poches de coulée contenant le métal en fusion provenant des usines d'électrolyse :	10 000 livres
Trois fours basculants :	capacité brute : 115 000 livres chacun ; poids : 260 tonnes ; s'inclinent hydrauliquement jusqu'à 36 degrés
Commandes électro-mécaniques installées par :	Canadian General Electric
Machine à coulée Hazelett :	
Lingot - épaisseur :	de 1/2 à 1 1/2 pouce
largeurs possibles actuellement :	de 30 à 63 pouces
vitesse de coulée :	de 4 à 60 pieds par minute, selon l'alliage utilisé
Laminoirs à chaud :	un laminoir duo et deux quarto
longueur des rouleaux de travail :	90 pouces
largeur de travail effective :	84 pouces
	Matériel fabriqué par Demag en Allemagne occidentale
Ébauche de relaminage :	
épaisseur :	de 1/4 à 1/10 de pouce
dimensions de la bobine :	80 pouces de diamètre externe 20 pouces de diamètre interne
largeurs actuelles :	de 41 à 63 pouces
largeurs futures :	de 41 à 84 pouces
poids :	jusqu'à 36 500 lbs
vitesse de sortie :	jusqu'à 360 pieds par minute selon l'épaisseur
Capacité de production :	70 000 tonnes par an (pourrait atteindre 150 000 tonnes par an)

Alcan au Saguenay — suite

Le 23 septembre 1971 marque l'inauguration d'un nouveau laminoir pour ébauches de relaminage à Arvida, Québec. Dans l'industrie de l'aluminium, ce laminoir atteint la fine pointe du progrès. En effet, unique en son genre, ce laminoir qui utilise une machine à coulée Hazelett allie la fabrication de la tôle d'aluminium par coulée continue au laminage à chaud pour produire des ébauches de relaminage d'une largeur inusitée et en grand volume.

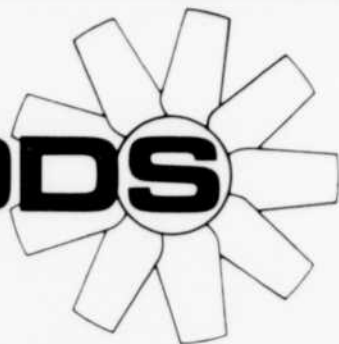
Alcan a réussi à combiner plusieurs éléments distincts pour rendre le nouveau procédé réalisable : système « sur mesure » de manutention du métal en fusion, progrès atteints en technique de fonderie grâce aux essais préliminaires à Kingston, synchronisme rigoureux et enfin système précis de commande. Ces facteurs sont ici vitaux puisque le laminoir, d'une conception très poussée, permet de changer, sans interruption de la production, l'épaisseur, la largeur et le profil des ébauches. De plus, la dimension des bobines de ces ébauches peut être déterminée d'avance, et le degré d'automatisation est tel que le bobinage passe automatiquement d'une enrouleuse à l'autre une fois que le diamètre sélectionné est atteint.

Le métal en fusion parvient des usines d'électrolyse d'Arvida situées à 1 1/2 mille du laminoir. Les quantités considérables de métal en fusion requises par le laminoir sont contenues dans des poches de coulée transportées sur camions-remorques. De ce fait, on élimine la nécessité de couler le métal en lingots, qu'il aurait fallu par la suite refondre ou réchauffer en vue de laminage à chaud.

Une fois sur place, le métal est transvasé par siphonnement dans trois fours basculants, les plus gros du Canada et parmi les plus gros au monde. Ces fours, d'une capacité de 115 000 livres de métal chacun, peuvent s'incliner jusqu'à 36 degrés pour déverser le métal en fusion dans la machine à coulée. Celle-ci le transforme en un lingot coulé en continu de largeur maximale de 63 pouces et d'un pouce et demi d'épaisseur. Ce procédé de coulage en continu utilise un moule fait de deux courroies de métal sans fin maintenues sous tension élevée. Les courroies se déplacent parallèlement, créant des parois de moule comme dans un convoyeur. Les parois mobiles du moule sont formées de blocs de métal attachés sur sangles sans fin et pris en sandwich entre les courroies. Le métal en fusion versé dans le moule mobile est rapidement refroidi et solidifié à l'eau qui circule jusqu'à concurrence de 8,000 gallons par minute.

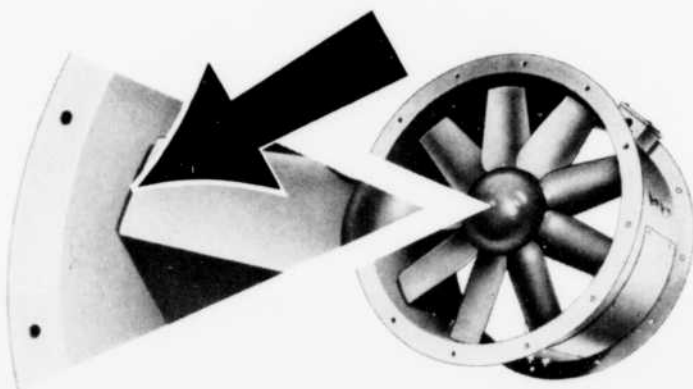
(suite page 30)

WOODS



INCORPORE LA **QUALITÉ**
À CHAQUE PRODUIT

PRÉCISION = EFFICACITÉ



Pour toujours obtenir le rendement le plus efficace des ventilateurs axiaux, un écart minime entre les bouts d'ailette et le carter est essentiel. Cet écart minime est assuré par la forme unique de la barre d'accouplement du carter et du moteur du ventilateur Woods.

Chez Woods de Colchester Ltd., on retrouve l'excellence technique dans tous les produits, ce qui en assure la fiabilité en vue d'une économie à long terme. En tant que représentants canadiens exclusifs des produits Woods, nous fournissons une consultation spécialisée et les produits les plus susceptibles de résoudre tout problème de ventilation qui peut se présenter. Les ventilateurs Woods sont les plus utilisés au monde.

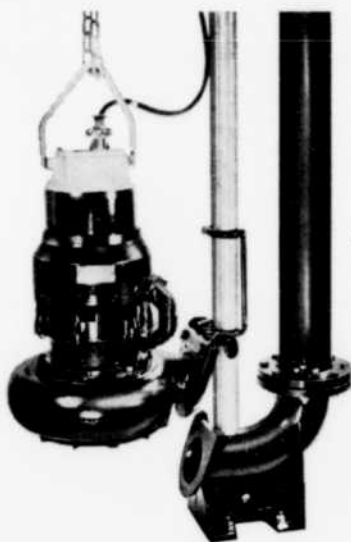
Il y a maintenant de grands stocks de ventilateurs Woods au Canada. Téléphonez ou écrivez à :

DOUGLAS ENGINEERING
COMPANY LIMITED

1562, FLEURY EST, MONTREAL, P.Q.
514 384-8040



Flygt comble le vide dans le domaine d'égout:



en fournissant des
systèmes de pompage
qui se prêtent à toutes
les stations
de relèvement,
tout en convenant
à votre budget.

Basé sur des pompes électriques submersibles, automatiques et à entretien minime (unités simples, doubles ou multiples en série ou en parallèle), le système Flygt s'installe dans des stations de béton pré-fabriquées ou coulées sur place, ou sont fournies comme parties intégrales des stations fabriquées dans les usines Flygt, en acier enduit d'époxy ou en plastique renforcé de fibre de verre.

Grâce au raccord de décharge automatique breveté, un homme peut lever une pompe Flygt pour but d'inspection sans entrer dans le puisard.

Téléphonez ou écrivez maintenant pour des renseignements plus détaillés.



FLYGT CANADA LIMITED

Siège social: Dorval, Qué.
Succursales: Vancouver & Kelowna, C.-B.,
Calgary & Edmonton, Alb., Québec, Qué.,
Moncton, N.-B., St. Jean, T.N.,
Churchill Falls, Lab.
Aux E.-U.: Flygt Corporation, Norwalk, Conn.
Distributeurs: G. F. Seeley & Son Ltd.,
Toronto, Ont.,
Power & Mine Supply Co. Ltd., Winnipeg, Man.,
Eastern Fluid Dynamics Ltd., Dartmouth, N.-E.

VENTE ET SERVICE A TRAVERS LE CANADA

(suite)

Immédiatement après la coulée et pendant qu'il est encore chaud, le lingot mince passe dans la première cage de laminage à chaud. Ce laminoir duo, mû hydrauliquement, exerce assez de pression pour réduire de moitié l'épaisseur du lingot. Et parce qu'il roule lentement à température élevée, il nécessite des cylindres en acier spécial et un lubrifiant approprié. Il est fabriqué en Allemagne par DEMAG comme le sont d'ailleurs tous les autres matériels de laminage. Deux laminoirs quarto exécutent l'aplatissement final de l'aluminium et donnent un produit fini ayant jusqu'à 63 pouces de largeur et une épaisseur pouvant varier de 1/4 à 1/10 de pouce.

Ce laminoir n'aurait jamais vu le jour sans les dispositifs de surveillance transistorisés hautement complexes et accouplés à des servomécanismes ultrarapides semblables à ceux qu'utilise l'industrie aérospatiale. Deux hommes devant le tableau de commandes surveillent la marche critique du laminage.

La nature continue et hautement automatisée du procédé a nécessité l'intégration des opérations de laminage et d'entretien. Exception faite du démarrage et de l'arrêt de la production, le travail consiste essentiellement à surveiller le fonctionnement des machines, l'intervention physique n'étant requise qu'exceptionnellement. Ceci, bien sûr, a nécessité la formation d'un personnel spécialisé qui a suivi un entraînement intensif en électronique et en hydraulique.

Tous ces avantages amèneront l'Alcan à fournir un meilleur service à sa clientèle tout en produisant sur place la majeure partie des besoins de la Compagnie en tôle d'aluminium.

DICTIONNAIRES WEBSTER

Format bibliothèque édition 1970, tout neufs, encore dans leur boîte d'expédition. Prix original: \$45.00.

(VENTE AU RABAIS
POUR \$15.)

Réduction de 10% sur commande de 6 ou plus

POSTEZ À

North American Liquidators
58 - 158, 2nd Ave N., Dept. Q-349
Saskatoon, Saskatchewan.

Dépôt requis de \$1.00 par volume sur les commandes payables sur livraison. Solde plus frais d'expédition payables sur livraison. Si non satisfait après examen, remboursement garanti si le colis est retourné dans les 10 jours qui suivent sa réception. Vente directe sans intermédiaires, chaque volume porte la mention estampée qu'il ne peut être revendu.

**BOUTHILLETTE
& PARIZEAU**

INGÉNIEURS-CONSEILS
Mécanique · Électricité

9825, rue VERVILLE
Montréal 357 — 387-3747

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs-conseils

8790, avenue du Parc — Tél. 384-6410
MONTRÉAL 354, QUÉ.

LETENDRE, MONTI, LAVOIE, NADON

Ingénieurs-conseils

1253 MCGILL COLLEGE, MONTRÉAL 110 — 878-9543

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

- ÉTUDES GÉOTECHNIQUES
RECOMMANDATIONS ET CHOIX
DE FONDATION
- CONTRÔLE ET SURVEILLANCE
BÉTON DE CIMENT
BÉTON BITUMINEUX
- CONTRÔLE DE LA COMPACTION

8594, LAFRENAIE, MONTRÉAL 458, (514) 325-3040

335, ST-HUBERT, JONQUIÈRE, (418) 542-2927

2660, CHEMIN STE-FOY, C.P. 220, QUÉBEC 10, (418) 653-8704

**LES LABORATOIRES INDUSTRIELS
& COMMERCIAUX LIMITÉE**

Professionnels et techniciens à votre service

- Étude des fondations
- Contrôle & Essais : béton, asphalte, sols
- Analyses chimiques

2449 LUCERNE / VILLE MONT-ROYAL / 735-4665

**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. : 866-2433

RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

Bouthillette & Parizeau	31	Jenkins Bros. Limited	2
•		•	
Canadian Westinghouse Co. Ltd.	Couv. III	KeepRite Products Limited	12
Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.	31	•	
•		Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.	31
Dictionnaire Webster	30	Laboratoires Industriels & Commerciaux Limitée, Les	31
Douglas Engineering Co. Ltd.	29	Laboratoires Ville-Marie Inc., Les	32
•		Lalonde, Girouard & Letendre	31
École Polytechnique	10	Les Forces armées canadiennes	10
•		Letendre, Monti, Lavoie, Nadon	31
•		•	
Fiberglas Canada Ltd.	16-17	Marine Industrie Ltée	Couv. II
Flyght Canada Limited	30	Montel Inc.	27
Formex	28	•	
•		Volcano	Couv. IV
•		•	
Hammond Manufacturing Company Limited	19	Warnock Hersey International Ltd.	32



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

NDLR

Nous invitons les lecteurs à nous
faire parvenir leurs commentaires
sur la revue l'Ingénieur et à nous
suggérer des sujets d'articles.



LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.

1875, BOULEVARD INDUSTRIEL, LAVAL

QUÉBEC

Société d'études de sols — Laboratoire de matériaux

Éléphantastiquement durable!

Notre nouvelle lampe au "Krypton".

Il s'agit de nos nouvelles lampes PAR et R, à base de "Krypton".

Le "Krypton" est ce gaz rare qui permet à nos lampes PAR et R de 250 watts de durer jusqu'à 4000 heures, soit deux fois plus longtemps que les lampes-projecteurs PAR et R de type courant.

Elles peuvent être utilisées à l'intérieur comme à l'extérieur, partout où un

éclairage d'une intensité plus grande et d'une durée prolongée est requis.

Et malgré leur durée prolongée, vous les payez bien moins cher que les lampes PAR à base d'halogène.

Contactez votre représentant Westinghouse. Vous ferez peut-être la meilleure affaire de votre vie.



Westinghouse Canada Limitée,
Service de commercialisation (lampes), F 10
9545 Côte de Liesse, Dorval 760, P.Q.

Veuillez m'envoyer une documentation sur les lampes PAR et R au "Krypton".

J'attends la visite de votre représentant.

Nom _____

Fonction _____

Adresse d'affaires _____

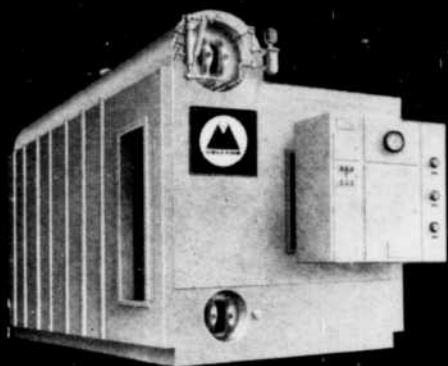
Ville _____ Zone _____ Prov. _____

Pour plus de sûreté, exigez Westinghouse 

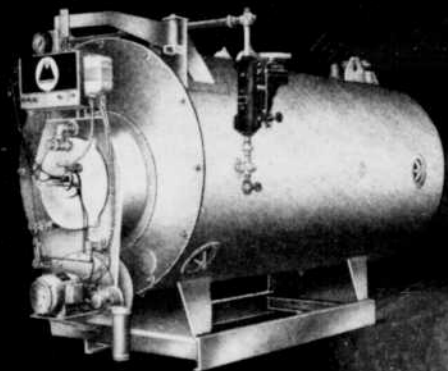
Tout un monde à découvrir

La femme n'achète pas à peu près. Faites de même lorsque vous projetterez l'installation de chaudières. Explorez d'abord le monde de VOLCANO, où la technologie moderne et le rendement vont de pair.

VOLCANO, depuis de nombreuses années, se spécialise dans les installations commerciales, industrielles et institutionnelles. Qu'il s'agisse d'eau chaude, de vapeur ou de liquide thermique, VOLCANO peut répondre à tous vos besoins.



DUOFIN — Aquatubulaires
10,000 à 75,000 lb./hre.
Murs d'eau à double ailettes.
Enveloppe monolithique.
Aucune enveloppe intérieure requise.
Absorption maximum des gaz.



STARFIRE — Tubes à feu
10 à 600 HP.
Construction à 3-passes concentriques.
Aucune chicane ni déflecteur dans les tubes. Rendement maximum par pied carré de surface de chauffe.

VOLCANO



UN MONDE
QUI MÉRITE
D'ÊTRE EXPLORÉ

Membre du groupe d'entreprises Marine Industrie Limitée. Siège social: 8635 St-Laurent, Montréal 351.