

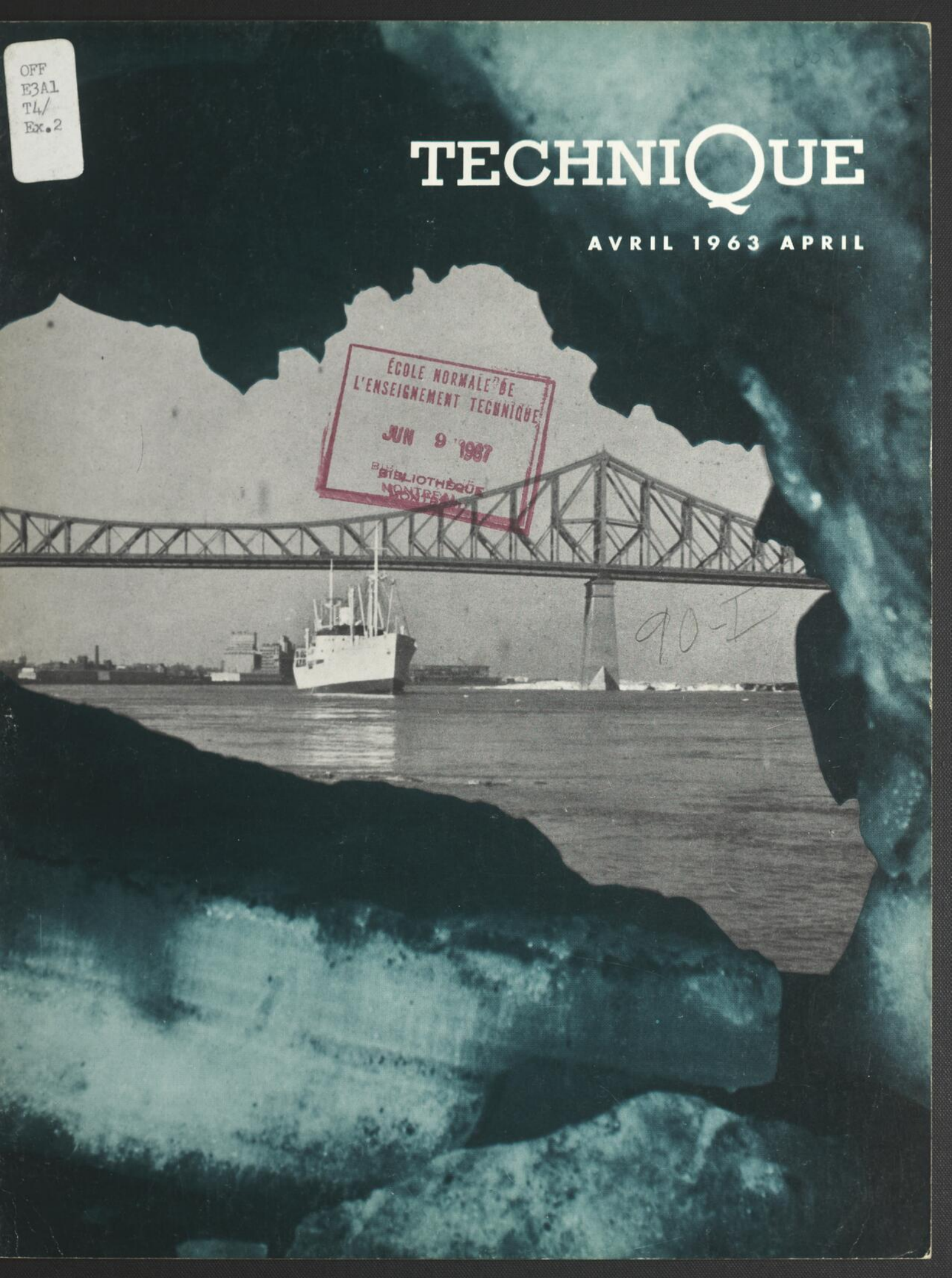
OFF
E3A1
T4/
Ex.2

TECHNIQUE

AVRIL 1963 APRIL

ÉCOLE NORMALE DE
L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
JUN 9 1987
BIBLIOTHÈQUE
MONTREAL

90-I



TECHNIQUE

La revue de l'Enseignement spécialisé de la
The Specialized Education Magazine of the

PROVINCE de QUÉBEC

Directeur

RENÉ MONTPETIT

Editor

Secrétaire de la rédaction

MARCEL SÉGUIN

Assistant Editor

Publiée par le Service de l'Information

Published by the Information Branch

Directeur général des études de l'Enseignement
spécialisé

Director General of Studies for Specialized Education

JEAN DELORME

Administrateur général

ARMAND THUOT

Administration



MINISTÈRE DE LA JEUNESSE

PAUL GÉRIN-LAJOIE

MINISTRE

JOSEPH-L. PAGÉ

SOUS-MINISTRE

GUSTAVE POISSON

SOUS-MINISTRE ASSOCIÉ

Rédaction

8991, rue Lajeunesse, Montréal 11, P.Q.

Canada

DU. 7-6612 — DU. 7-7108

Editorial Offices

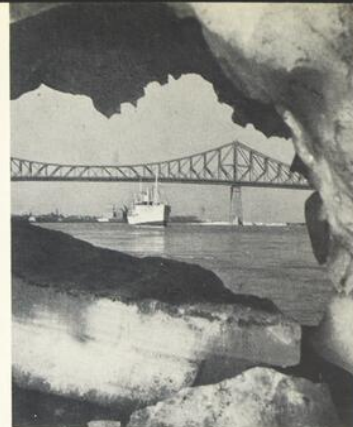
Abonnements

Case postale 40, Hôtel du Gouvernement, Qué.

Subscriptions

Le ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

Authorized as second class mail by the Post Office Department, Ottawa, and for payment of postage in cash.



L'arrivée du premier océanique dans le port de Montréal est toujours saluée avec joie, car elle est le signe de la reprise de l'activité économique et industrielle dans un vaste secteur du Canada.
(photo Bill Eccles)

AVRIL 1963 APRIL

Vol. XXXVIII, no 8

Sommaire

Summary

Domestication de la vapeur, Place Ville-Marie et le système de chauffage de l'Hydro-Québec	Robert Bastin	1
Project Relay	Edith Beauchamp	9
La machine à enseigner	Albert Dubé	12
La navigation l'hiver	Marc-Henri Côté	16
La bionique	Pierre Daudelin	21
Casavant Frères, Facteurs d'orgues	Robert Bastin	25
Nouvelles Techniques	René Torre	31

Abonnements: 10 numéros par an

Subscriptions: 10 issues per year

CANADA \$2.00

Autres pays — Foreign Countries \$2.50

Sources

Credit Lines

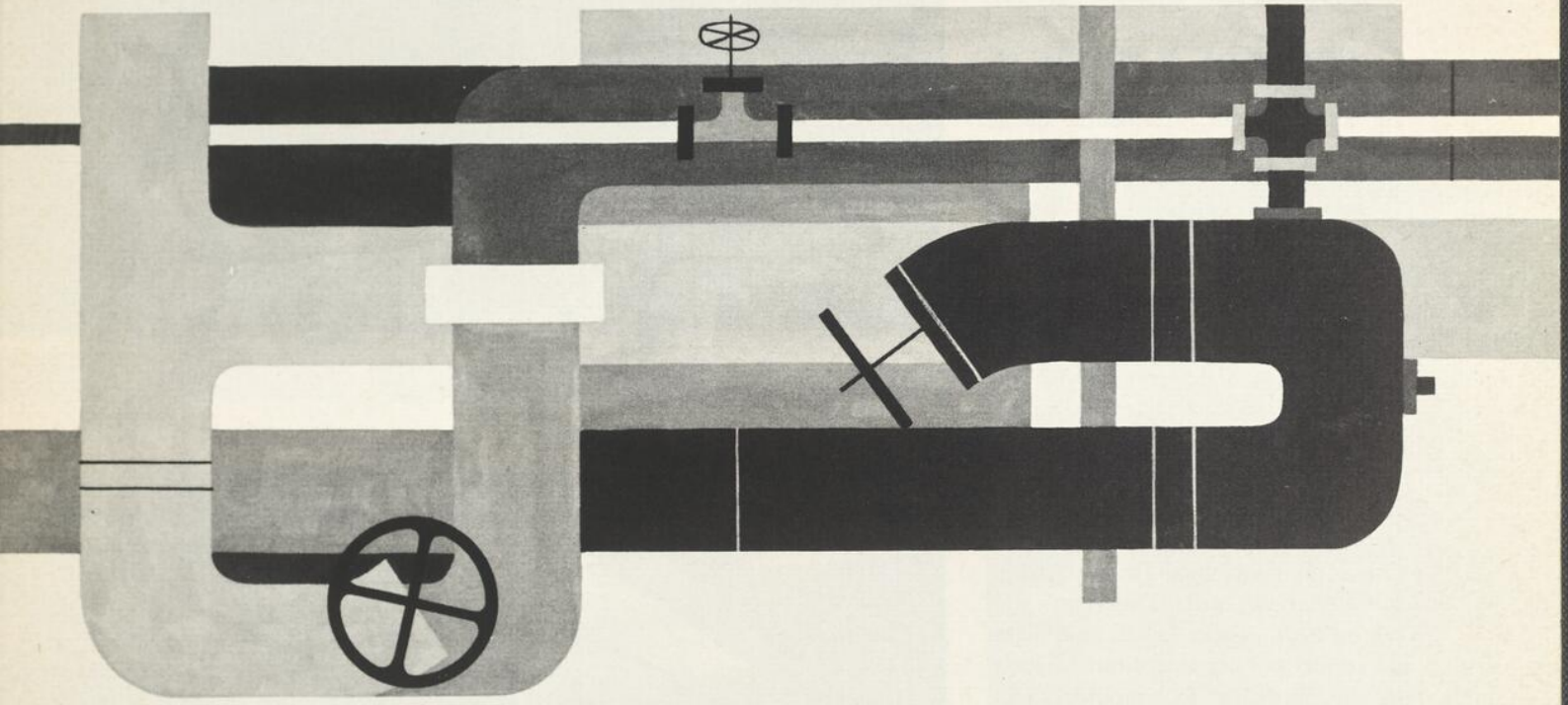
Place Ville-Marie, photos d'Alain Bassompierre. Bionique, ill. de Science Service. Machine à enseigner, ill. de Grolier Inc. Relay, ill. de RCA Victor. Orgues Casavant, photos Studio Lumière, St-Hyacinthe et George Hunter, Toronto. Nouv. tech., Syncom, Carl Byoid & Associates Inc.

OFF
E3A1
T4/
2



PLACE VILLE-MARIE

DOMESTICATION DE LA VAPEUR, DE L'EAU, DE L'AIR



Grâce à un système très complexe de climatisation, un éternel printemps règne dans le vaste immeuble de la place Ville-Marie qui pointe orgueilleusement dans le ciel montréalais ses quarante-deux étages de verre, de béton et d'acier.

ROBERT BASTIN
photos: ALAIN BASSOMPIERRE

Dans cette immense fourmilière plusieurs milliers d'hommes vivent, circulent, travaillent.

Pour assurer leur confort, chaque minute deux millions de pieds cubes d'air parfaitement climatisé sont débités par une vaste gamme d'appareils dont, merveille de l'automatisation, un seul préposé assure la surveillance et le contrôle.

Nous avons eu recours à une étude de l'ingénieur-conseil Monroe Kert pour présenter à nos lecteurs une description aussi complète que possible des différents services et systèmes conçus et réalisés pour arriver à créer un climat idéal dans des locaux dont la superficie couvre plus de deux millions et demi de pieds carrés.

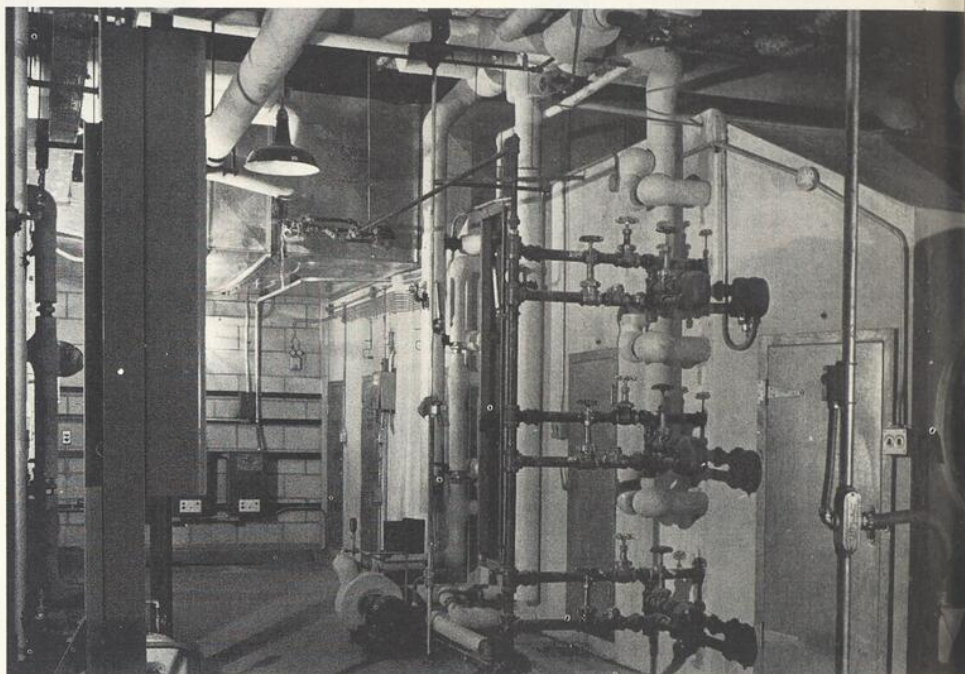
Service de vapeur

Les Chemins de Fer Nationaux fournissent toute la vapeur nécessaire à l'immeuble. Les installations comprennent trois chaudières de 90,000 livres, à 400 lbs/p.c., auxquelles il convient d'ajouter une autre chaudière de 110,000 livres ainsi qu'un générateur de 1000 kws destiné à fournir du courant de

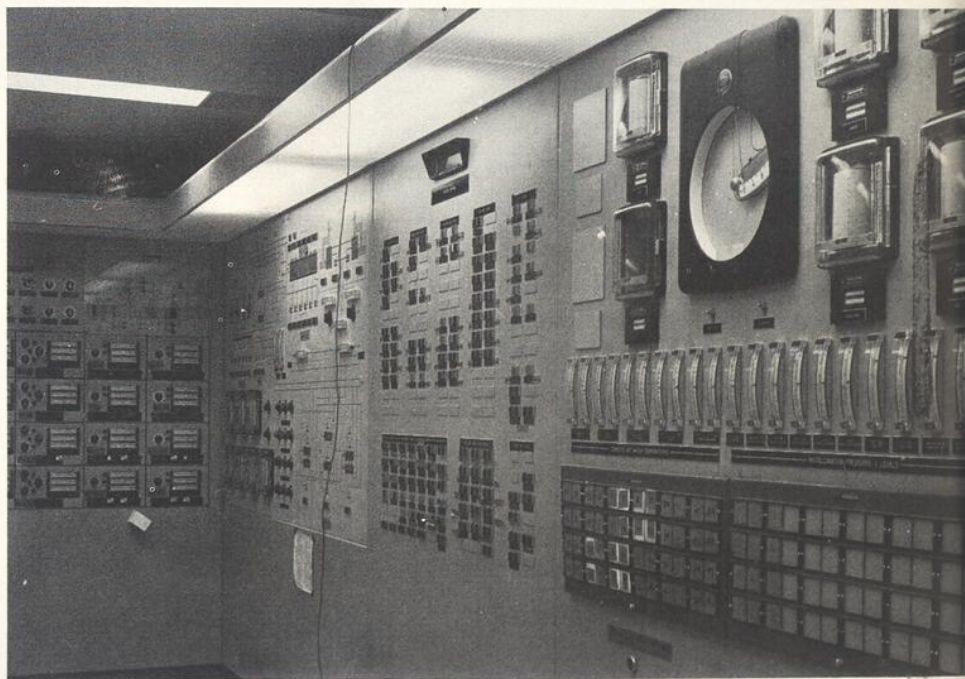
secours. Le système de générateur de vapeur est distant de 5,000 pieds de la salle de mécanique de l'édifice Ville-Marie.

Entre cette salle et celle des services mécaniques des Chemins de Fer Nationaux on a ajouté de nouveaux conduits d'amenée de vapeur et d'eau de condensation. Ainsi donc, à l'heure actuelle, les installations des Chemins de Fer Nationaux, situées sous la Gare Centrale servent à alimenter en vapeur la gare proprement dite, le service des voies, l'immeuble de la gare, celui de l'aviation internationale, l'hôtel Reine Elizabeth et la place Ville-Marie.

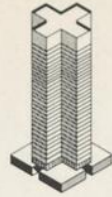
Un nouveau conduit de vapeur de 10 pouces, un autre de 6, en cas d'urgence, ainsi qu'une canalisation de 6 pouces pour l'eau de condensation relie la salle de mécanique de la Gare Centrale à celle de l'immeuble Ville-Marie, située au niveau de 92 pieds, par la voie d'un tunnel qui existait déjà auparavant, du moins partiellement. On a dû construire l'autre partie. Les charges que l'ancrage des conduits de vapeur faisait supporter au tunnel étaient trop lourdes pour la structure et les modifications nécessaires se révélaient trop onéreuses. On a donc utilisé des joints d'expansion du type charnière ne demandant que trois ancrages pour une distance de 1,000 pieds. La pression est réduite de 320 lbs/p.c., plus ou moins, à 125 lbs/p.c. pour usage général et, ensuite, à 30 lbs/p.c. pour les besoins de la ventilation et du chauffage. Des valves de sécurité avec des orifices d'évacuation s'ouvrant à l'air libre montent jusqu'à l'étage mécanique inférieur de l'immeuble de la Banque Royale. Les services de vapeur sont fournis aux garages, aux boutiques, aux quatre pavillons d'angle, à l'im-



Serpentins de refroidissement et serpentins de re-chauffage pour le système périphérique.



Panneau de la chambre de contrôle de la ventilation et de la climatisation de l'air.



meuble cruciforme et à celui de la rue Cathcart, de même qu'aux bureaux de la firme Alcan. Un conduit spécial de vapeur a été installé pour alimenter la chaîne des magasins et ce service s'étendra au fur et à mesure de l'occupation des locaux. Un conduit de 125 lbs/p.c. s'élève du niveau de 92 pieds à 700 pieds, desservant l'étage mécanique inférieur ainsi que le premier et le deuxième penthouses où sont aménagés les services mécaniques pour la ventilation, la

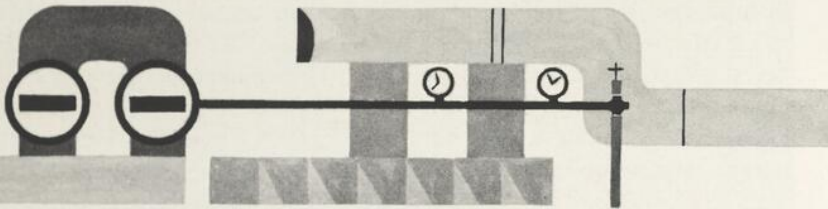
vecteurs, les radiateurs, les ventilateurs à air chaud et les appareils de chauffage. Lorsque la vapeur est utilisée dans les cuisines, on a recours à des échangeurs pour éviter que le traitement subi par l'eau pour les chaudières ne contamine les aliments.

Systèmes de chauffage, de climatisation de l'air et de ventilation

Comme chacun le sait, la place Ville-Marie couvre une grande par-

noxyde de carbone ne doit pas excéder 150 ppm. si l'on séjourne très peu de temps dans le local et 100 ppm. si l'on y demeure pour des périodes plus étendues.

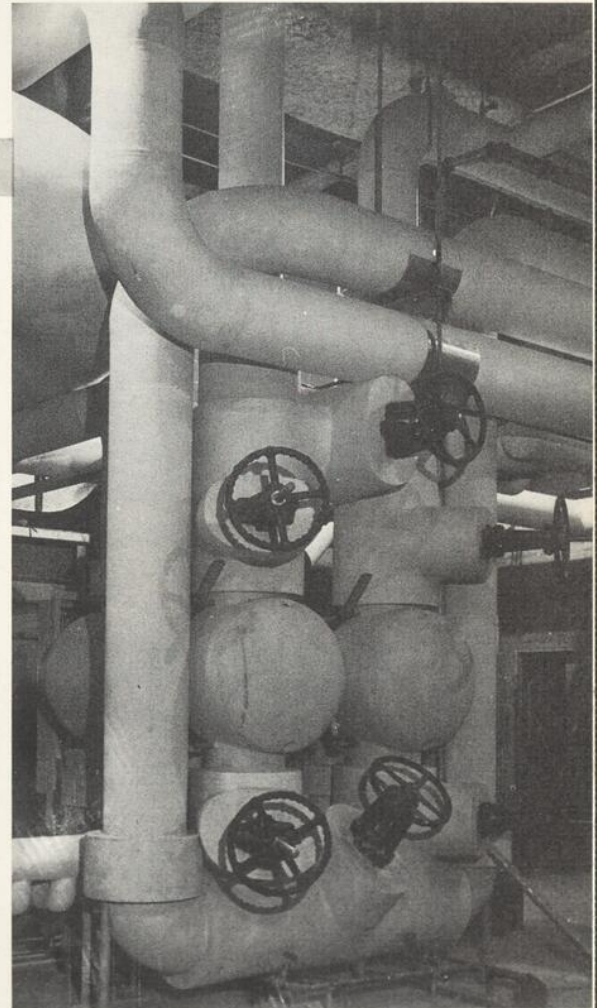
La rampe joignant la rue Cathcart, le garage, la gare des Chemins de Fer Nationaux et l'hôtel Reine Elizabeth est mécaniquement ventilée avec alimentation et rejet d'air. Les entrées de la rampe et du quai de chargement des camions, où les portes doivent rester longtemps



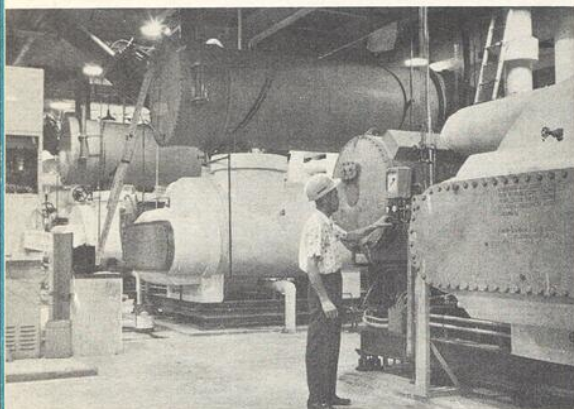
climatisation de l'air, le chauffage des eaux domestiques et le turbo-générateur qui fournit le courant de secours. L'ancrage et le guidage de ce conduit posaient des problèmes. Pour les résoudre, le conduit n'a aucun joint d'expansion vertical, mais seulement un joint d'expansion universel horizontal à la partie supérieure. La totalité de l'eau condensée est retournée vers des réservoirs et des pompes situés à des niveaux plus bas et déversée dans le réservoir principal. L'eau condensée provenant des niveaux supérieurs s'écoule également dans ce réservoir et ensuite elle est acheminée par gravité vers le réservoir des Chemins de Fer Nationaux, adjacent à la salle de mécanique dans la gare. Elle est enfin refoulée vers l'installation. La vapeur est utilisée directement pour la ventilation, les serpentins du conditionnement d'air, les con-

tie du centre de triage de la Gare Centrale des Chemins de Fer Nationaux. Étant donné l'utilisation des locomotives Diesel, il a été nécessaire d'envisager un système de ventilation du secteur des voies. L'air frais est capté à la rue La Gauchetière par un réseau de conduite aspirant l'air vicié au niveau des voies qui le décharge dans les cheminées d'évacuation de fumée, prévues pour le cas d'incendie, et qui débouchent sur le toit de l'immeuble Cathcart.

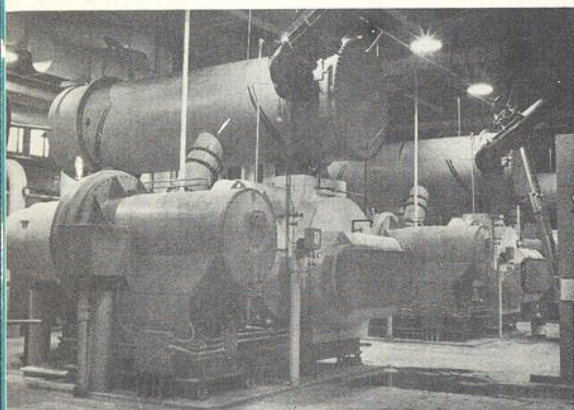
La ventilation du garage et des entrepôts est réalisée en aspirant l'air de l'extérieur au travers de filtres et de réchauffeurs et en le rejetant sur le toit de ce même immeuble. On opère quatre à six changements de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ pied cube/min., par p.c. pour se conformer aux règlements municipaux stipulant que la concentration en mo-



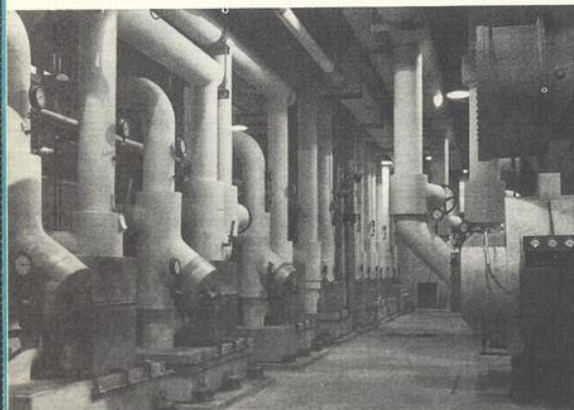
Élément de chauffage pour le système secondaire.



Refroidisseur d'eau pour l'unité d'induction. Le réservoir cylindrique surplombant l'appareil est un condensateur d'eau.



Autre aspect d'un refroidisseur d'eau.



La chambre des pompes d'eau primaire.

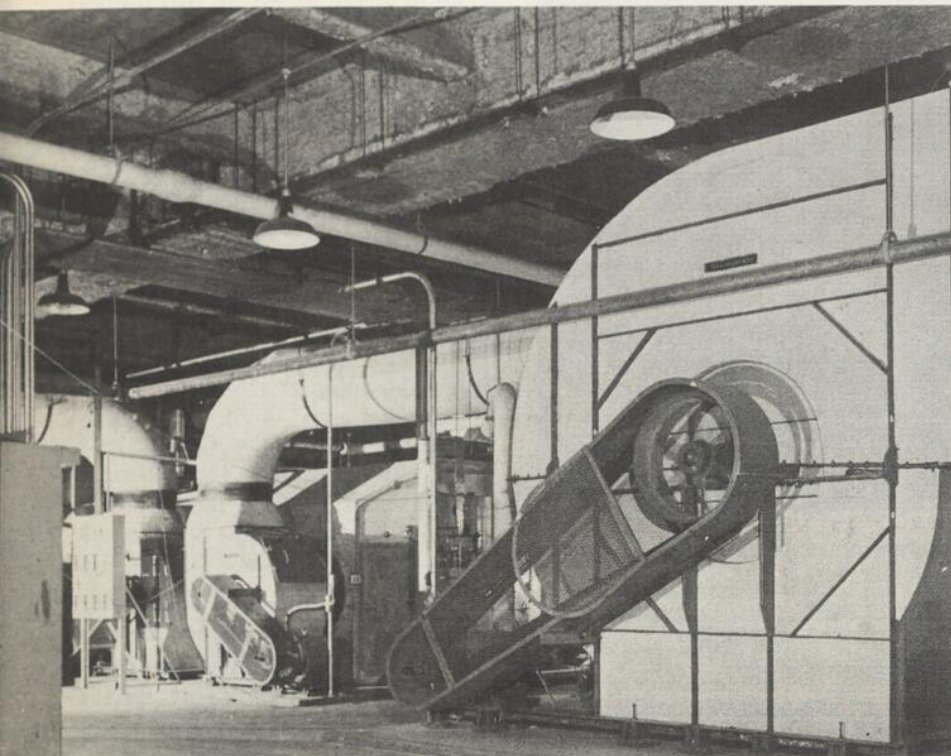
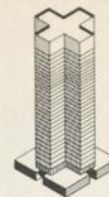
ouvertes, sont chauffées et protégées par des rideaux d'air. Les salles de transformateurs, celles des générateurs Diesel de secours, le magasin de peinture, les salles de pompes et ventilateurs sur le toit, sont munies de divers systèmes de prise et de rejet d'air. La galerie des boutiques est également climatisée. Deux tours de refroidissement, chacune ayant une capacité de 1,800 gal. amér./min. de 95, 85 et 75 degrés Fahrenheit ont été érigées au sommet de l'immeuble Cathcart. Chaque magasin dispose de son propre appareil de climatisation. Les installations de réfrigération de la rue Cathcart, situées au niveau des voies climatisent la salle de cinéma et le restaurant. L'air vicié du restaurant est rejeté à l'extérieur à l'étage mécanique inférieur.

Les mêmes conditions de confort prévalent à l'année longue dans les pavillons de la Banque Royale, les magasins de vente au détail sis sous ce pavillon, et dans tout l'immeuble de la banque. Chaque pavillon de banque renferme deux salles de ventilateurs contenant des filtres secs à haute efficacité, des réchauffeurs et des refroidisseurs à serpentins, des ventilateurs d'arrivée et de retour. La prise d'air extérieur et l'expulsion de l'air usé se font au niveau du soffite sous les pavillons de banque. De l'air est amené sous chacun des dômes du plafond pour éviter l'accumulation de fumée et la stagnation de l'atmosphère viciée. Dans le pavillon qui abrite le caféteria et la cuisine, l'air est d'abord amené dans le premier local et se rend ensuite dans le second en passant par un plafond perforé. Dans la cuisine, il est aspiré dans des hottes équipées de conduits d'acier et expulsé à l'étage mécanique inférieur.

Les magasins de vente au détail sous l'immeuble de la Banque Royale et ceux au niveau de la plaza sont équipés d'appareils individuels de climatisation du type éventail d'alimentation avec serpentins de chauffage et refroidissement et éventail de retour. Les ingénieurs ont étudié longuement au préalable les différents procédés de climatisation pour l'immeuble de la Banque Royale: doubles conduits, systèmes à air sous le plancher, postes individuels à chaque étage, système de distribution de haute, moyenne et basse pression d'air avec appareils inducteurs aux fenêtres. Ils ont considéré également l'aménagement d'espaces pour appareils de remplacement en bas, en haut et dans les étages intermédiaires. Ils ont analysé les différents systèmes de distribution d'air et d'eau comportant l'un et l'autre des tuyaux horizontaux et verticaux. Finalement, il a été décidé le maximum de flexibilité pour satisfaire aux exigences de la location. C'est ainsi qu'on a installé des machines au faite et au sous-sol de l'immeuble sans aucun étage entier de mécanique intermédiaire. Le conduit d'air et les colonnes montantes d'eau sont logés dans le noyau central avec des canalisations horizontales à chaque étage.

Au point de vue climatisation, l'immeuble se partage en deux sections: l'étage des machines inférieur dessert les vingt premiers étages tandis que les vingt étages supérieurs dépendent de l'étage mécanique sis dans les penthouses.

Afin de trouver la solution la plus économique, on a procédé à de multiples études et essais concernant l'emploi de vitres simples ou doubles. En conclusion, on a opté pour des vitres simples satis-



Vue d'un système d'alimentation d'air primaire desservant 20 étages.

faisantes pour répondre aux besoins c'est-à-dire au système d'induction avec unité sous chaque fenêtre. L'encadrement de cette unité a une hauteur d'un pied et, avec les fenêtres au module de 5 pieds sur 7, les grandes vitres fournissent aux occupants une vue sans obstacle sur la ville. La construction des canalisations sous les fenêtres permet le déplacement facile des soupapes de contrôle et en facilite la manoeuvre. Plus de 1,800 thermostats et des milliers d'autres appareils de contrôle règlent toute l'installation. La surface de climatisation de la périphérie s'étend jusqu'à 15 pieds à l'intérieur des murs.

L'installation intérieure de chaque aile comprend pour l'alimentation

de l'air: une colonne montante de distribution à moyenne pression, située dans le noyau central, une canalisation avec réducteur de pression, trappe anti-son et réchauffeur à vapeur ainsi qu'une autre trappe anti-son dans chaque aile également pour le retour.

Dans la plupart des cas, on a employé l'espace du plafond comme plenum de retour. Les branchements qui y trouvent place sont raccordés à la colonne montante encastrée dans le noyau central. Le système périphérique a été mis en place lors de la construction de la base de l'immeuble et soupapes et thermostats combinés selon les besoins des occupants. Le réseau intérieur pour la base de la bâtisse qui se termine au noyau central avec

l'assemblée de réduction de pression et des trappes anti-son a été étendu pour satisfaire chacun des locaux selon les nécessités du cas.

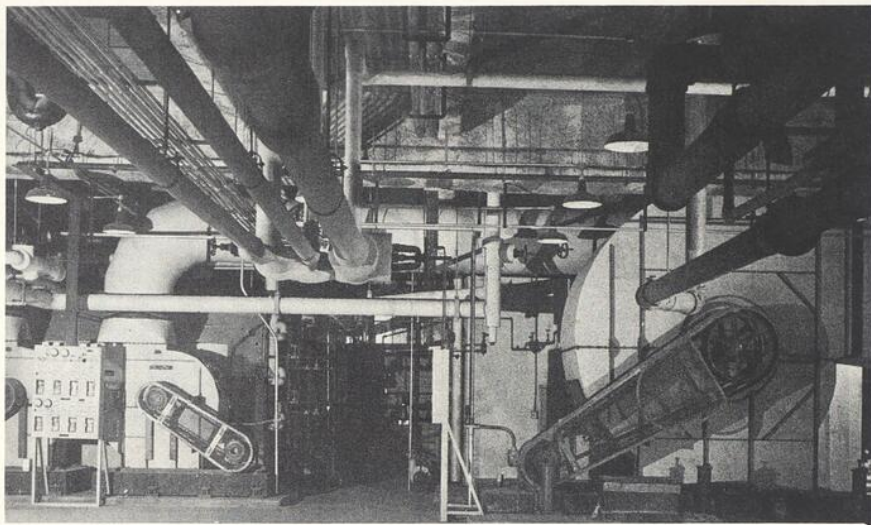
Les principaux groupes de ventilateurs sont situés à l'étage mécanique inférieur ainsi qu'au premier et deuxième penthouses mécaniques. L'alimentation d'air primaire génère de seize groupes de ventilateurs, deux par aile, chaque couple desservant 20 étages. Chacun d'eux brasse 23,400 pieds cubes d'air par minute.

L'air intérieur est produit par 8 ventilateurs d'une puissance de 80 à 92 mille pieds cubes minute pour chaque unité. Ils sont munis d'éventails de retour pour l'évacuation de l'air vicié.

Des filtres agglomérateurs électrostatiques sont utilisés sur toute l'étendue de l'installation. Afin de réduire sensiblement l'effet dû à la hauteur de l'immeuble et empêcher le gel des serpentins à l'étage mécanique inférieur, les entrées d'air ont été pourvues de portes du type "garage" qui assurent une fermeture plus efficace. Des appareils individuels d'éventails et serpentins de recirculation équipent les salles des moteurs actionnant les ascenseurs et sont logés dans les espaces de refroidissement.

Des ventilateurs placés à l'étage mécanique inférieur climatisent les halls d'entrée. De l'air chaud est amené aux fenêtres par le canal intérieur des meneaux verticaux et les portes sont pourvues d'un chauffage spécial. Divers systèmes pour les vestiaires, les salles de service et les tours d'observation sont situés dans le premier penthouse mécanique.

L'eau refroidie alimentant le bâtiment de la Banque Royale, les



Vue d'ensemble d'un complexe de ventilateur.

quadrants, les boutiques au niveau de la plaza, la tour d'observation, les halls d'entrée et les salles des moteurs d'ascenseurs est fournie par les services de réfrigération placés dans l'aile ouest du second penthouse tandis que les tours de refroidissement se trouvent dans l'aile nord du premier penthouse. Trois machines hermétiques de 2000 tonnes chacune fournissent de l'eau froide à 42° F. Les moteurs développent une puissance de 2300 V./3/60.

Une tour de refroidissement comporte trois cellules de 18,200 gal. am. à 95, 85 et 75 degrés F. Cinq pompes font circuler de l'eau primaire à raison de 3,600 gal. amér. contre 108 pieds de hauteur de refoulement avec 125 hp. 550V/3/60. et cinq autres ont un débit de 2,500 gal. amér. et, pour une même hauteur de refoulement, sont munies de moteurs de 100 hp. 530V/3/60 à 1750 RPM.

Deux convertisseurs de vapeur et trois pompes pour l'eau secondaire des systèmes de chauffage périphé-

rique sont utilisés dans le second penthouse de même qu'à l'étage inférieur des services mécaniques.

Les pompes fonctionnent à 2,100 gal. amér. contre 88 pieds de hauteur de refoulement avec des moteurs de 75 HP. 550V/3/60 à 1750 RPM. Pour éliminer la haute pression statique sur les systèmes d'induction pour les 20 étages inférieurs du cruciforme, on a fait appel à deux échangeurs de refroidissement d'eau à eau fonctionnant à 2,100 gal. amér. de 53 à 57 degrés Fahrenheit.

Comme de nombreux locataires ont réclamé l'utilisation de l'air climatisé en permanence, des unités indépendantes comprenant ventilateur-serpentin et compresseur entrent en action selon la demande.

Pour assurer la climatisation du bâtiment de la rue Cathcart, on a fait usage d'un système d'induction à la périphérie. Ce système plus conventionnel à air et à eau utilise des conduits horizontaux et colonnes verticales. La machine à réfri-

gérer hermétique est de 540 tonnes à 550 V/3/60. Une machine de même type de 400 tonnes dessert le cinéma et le restaurant et est reliée au cruciforme par un raccord en croix afin de seconder les charges de nuit ou hivernées.

Un traitement par l'acide et l'eau de polyphosphates est fourni pour toutes les tours de refroidissement.

Les contrôles

Des contrôles à air sont utilisés dans tout le projet avec la transmission constante des températures exactes au panneau central de contrôle. Des contrôles secondaires commandent les unités à ventilateurs séparés. Les panneaux centraux sont situés dans le garage et dans le deuxième penthouse. De ces lieux, on peut mettre en marche ou arrêter pompes et ventilateurs. Tous les systèmes d'alarme, comportant 96 points, sont groupés sur un panneau indicateur. Les températures critiques peuvent être immédiatement rectifiées à distance. Enfin dans ces chambres on enregistre le débit de la vapeur, sa consommation, le débit de l'eau et la force électrique.

Résultat de 60 millions d'heures de travail

L'édifice de la place Ville-Marie est le résultat du travail de 2,000 personnes qui pendant quatre ans ont fait appel à toutes les ressources de la technique. Nous considérons cette splendide réalisation avec fierté. N'oublions pas cependant que ces "cathédrales" modernes n'ont pu être érigées que grâce au concours d'une main-d'oeuvre spécialisée ayant acquis une formation technique à la hauteur des exigences de l'heure.

LE SYSTÈME DE CHAUFFAGE DE L'ÉDIFICE DE L'HYDRO-QUÉBEC

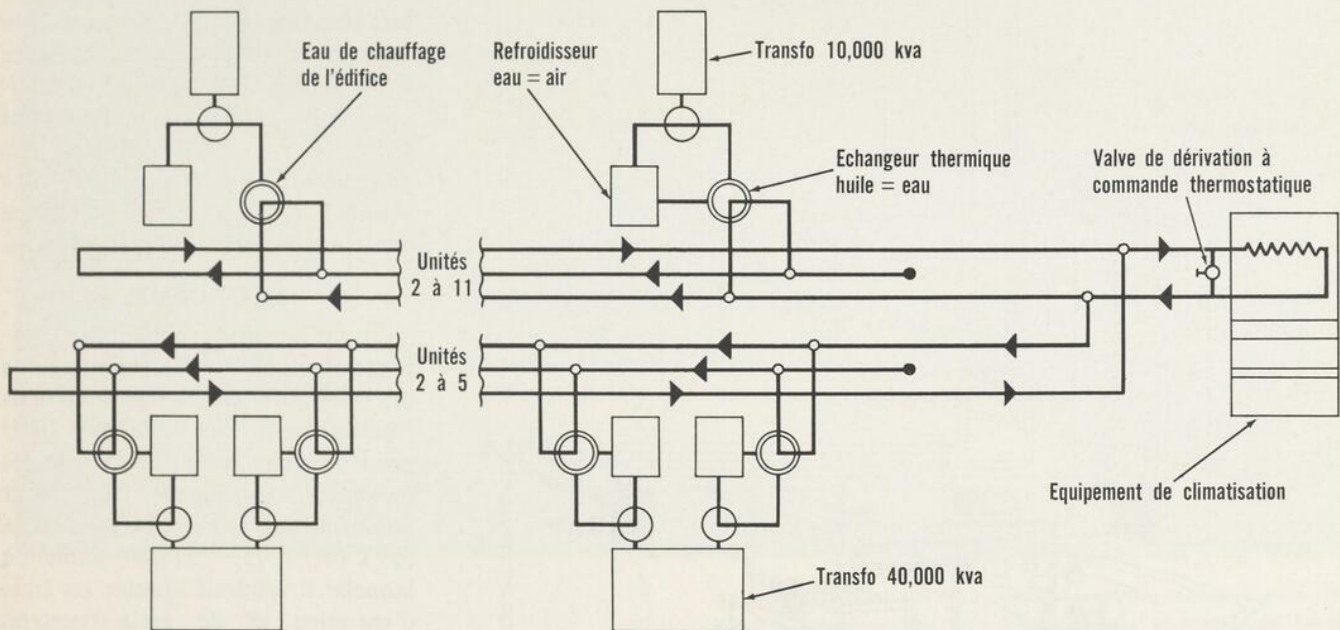
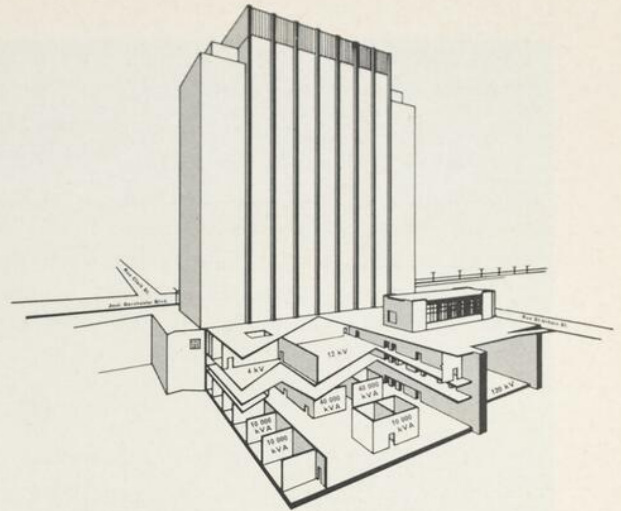


SCHÉMA II

Comment on utilise des pertes de transformateurs pour chauffer un gratte-ciel

ROBERT BASTIN

L'une des caractéristiques uniques de la puissante sous-station souterraine construite à l'arrière de l'édifice de l'Hydro-Québec, boulevard Dorchester, est l'utilisation des pertes de transformateurs pour le chauffage des vingt-quatre étages de l'immeuble par le truchement d'échangeurs thermiques.

Généralement les pertes de chaleur des groupes générateurs sont utilisées pour le chauffage des salles de générateurs ou simplement évacuées à l'air libre.

Dans le cas présent, on croit que c'est la première fois que les pertes de transformateurs d'une importante sous-station sont récupérées et utilisées économiquement.

SCHÉMA DE LA CANALISATION D'ÉCHANGE THERMIQUE

Le refroidissement des transformateurs s'effectue selon le procédé suivant: l'huile de refroidissement est pompée du bac en passant par un échangeur thermique huile-eau.

Cet échangeur est en circuit fermé et l'eau circule sans cesse.

Après avoir dérivé sa chaleur de cet échangeur, l'eau passe d'abord par un échangeur thermique eau-eau et ensuite par un échangeur thermique eau-air pour être finalement retournée au refroidisseur d'huile du transformateur.

L'installation de chauffage de l'immeuble est branchée sur l'échangeur thermique eau-eau. Le schéma I décrit l'agencement du dispositif.

Chaque transformateur de 10,000 kVa est doté d'un circuit tel que décrit. Ce circuit est double pour chacun des transformateurs de 40,000 kVa. La figure II est le schéma du collecteur de tous les

circuits des échangeurs thermiques de chaque transformateur.

La quatrième phase de chaque circuit, utilisant l'eau, a été prévue pour économiser l'espace considérable exigé par l'installation de chauffage de l'air et pour plus de sécurité contre le feu. D'autre part, on obtient un meilleur contrôle de la climatisation de l'air dans la bâtisse du fait que température, humidité et pression sont entièrement contrôlées par l'appareillage de climatisation.

ÉQUILIBRE THERMIQUE

Les fluctuations de charge des transformateurs, la demande de chaleur et divers autres facteurs compromettent l'équilibre thermique. Pour pallier cet inconvénient on a prévu des contrôles qui permettent soit d'enclencher des ventilateurs ou de mettre en service des chaufferettes supplémentaires.

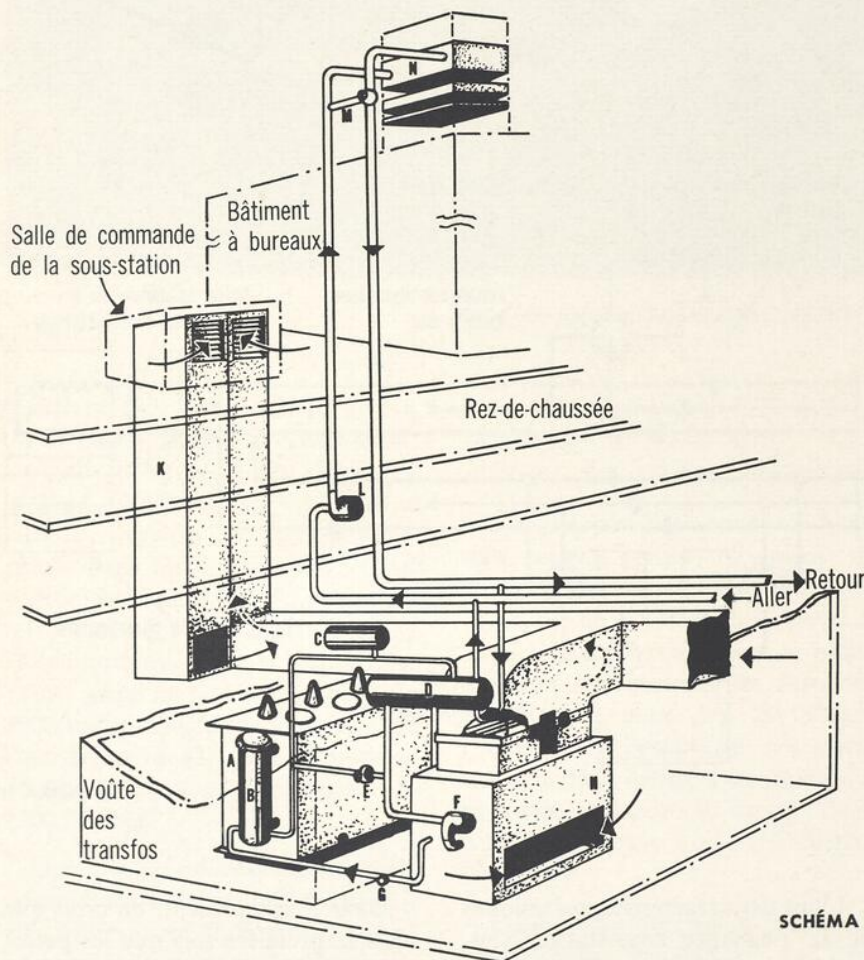
ÉCONOMIE

En un an, on a calculé une récupération possible par jour de plus de 65,000,000 BTU. Il en coûterait environ \$0.75 par 1,000,000 BTU pour produire cette chaleur par les moyens traditionnels. Le coût annuel s'établirait donc ainsi: $365 \times (65 \times 10^6) \times .75 = \$17,800$ somme à laquelle il faudrait ajouter les frais d'entretien et de main-d'oeuvre. Nous en arriverions à un total approximatif de plus de \$35,000.

L'appareillage supplémentaire requis pour la récupération de la chaleur comprend des échangeurs de chaleur supplémentaires des conduits et des accessoires, un appareillage de climatisation de l'air. Cet équipement est estimé à \$100,000.

Cependant, ce montant est réduit de la valeur de l'espace qui serait nécessaire pour une installation courante ainsi que d'une partie du coût de celle-ci.

Les avantages économiques de la récupération de la chaleur sont évidents.

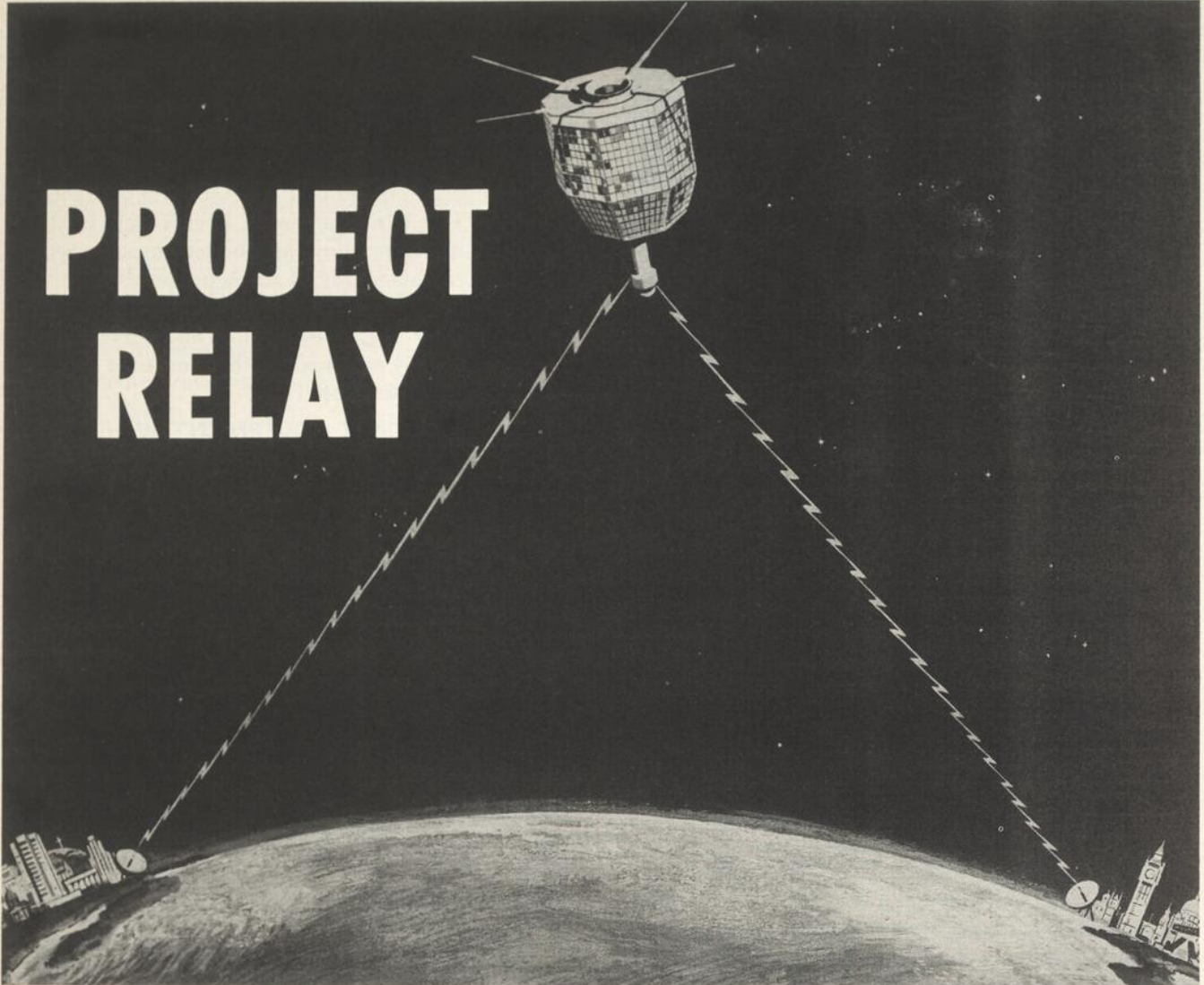


- A — transformateur.
- B — échange thermique huile-eau avec pompe centrifuge.
- C — bac d'expansion.
- D — échange thermique eau-eau.
- E — tuyau et valve de dérivation.
- F — pompe circulatrice centrifuge.
- G — cadran d'alerte de la circulation d'eau.
- H — refroidisseur eau-air à deux ventilateurs autonomes.

- J — 2 amortisseurs de reflux d'air motorisés.
- K — prise et sortie d'air.
- L — pompe à haute tête d'eau.
- M — valve de dérivation à commande thermostatique.
- N — dispositif de climatisation équipé de serpentin extracteur de la chaleur de l'eau.

M. Robert Dion, rédacteur technique à l'Hydro-Québec, est l'auteur des deux schémas.

PROJECT RELAY



An artist's conception of the Project Relay communications satellite, the National Aeronautics and Space Administrations' continuing experiments to make global television possible. RCA Victor, in Montreal, built the wide-band receiver-transmitter, the "heart" of the electronic system for the satellite.

Communications Network with the "Seven League Boots"

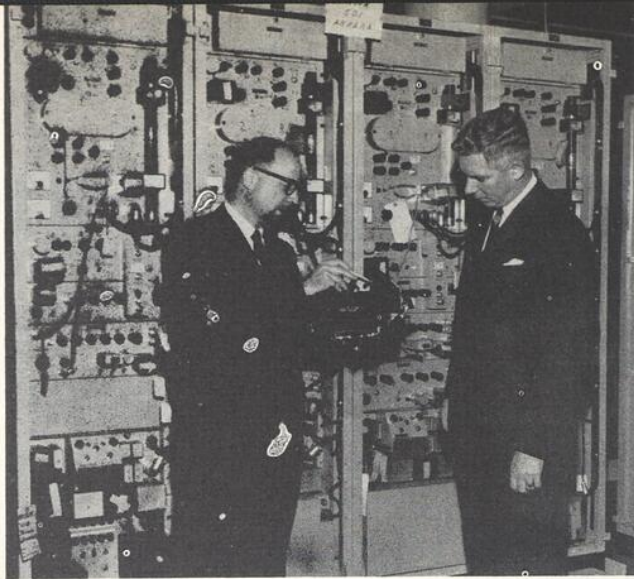
*Achieves instantaneous, trans-oceanic
television transmission*

EDITH BEAUCHAMP

"Bounce a signal off a satellite", says the electronics engineer, "and you hop the ocean in a single step".

This is the theory behind Project Relay, an international experiment in microwave communications, using a satellite as a signals repeater.

Think of a huge triangle, its base extending from the AT&T station at Andover, Maine, in the United States, to the British Post Office station at Goonhilly Downs, England, with the satellite at its apex, from eight hundred to 4,600 miles in outer space. The signals originating with the ground station follow a path up one side of the triangle to the satellite. Here they are picked up by its wide-band receiver, are amplified, and trans-



John D. Houlding (right), President of RCA Victor and Jack Sutherland, Vice-President, Technical Products, study the communications transmitter-receiver, an integral part of Relay.

The small Relay transmitter-receiver, held in the hand of Mr. Sutherland performs the same electronic function as the four large racks of the MM-600 microwave equipment shown in the background.

This MM-600 transmitter-receiver is one of the major units designed for Cento (Turkey, Iran and Pakistan) communications network.

mitted in a path down the far side. This makes possible trans-oceanic transmission of TV signals — the viewing of events as they happen, without the help of any intervening stages. Before Project Relay became a reality it was necessary to wait for films to be processed and flown across before we could see them on our television screens.

Other applications of the triangle will place one end of the base in Nutley, New Jersey, and the other in Rio de Janeiro, Brazil, to provide the same system of communications, for the first time, between North and South America. To link America with Europe a receiving station is located at Pleumeur-Bodou, France.

EXTERNAL APPEARANCE

A mere "lilliputian", by satellite standards, forms the apex of this huge triangle and performs a task of gargantuan proportions. This first in a series of communications satellites planned to complete Project Relay is fifty-one inches high, twenty-seven inches in diameter, and weighs one-hundred-seventy-three pounds. In form it is a hexagonal barrel. Its surface is honey-combed with 8,215 silicon, solar cells, each one quartz-covered and arranged at a different angle, to catch the maximum energy from the sun's rays. Each individual solar battery, in conjunction with sixty nickel-cadmium batteries, provides the power to operate all the complex electronic equipment which is the "heart" of the satellite. Blank spaces have been purposefully left, reserved

for radiation test equipment to measure and assess the effect of charged particles which make up the Van Allen belt through which the satellite will pass seven times a day, in its orbit with an apogee of 4,600 miles and a perigee of 800 miles.

The small weight of the satellite is achieved partly by miniaturization and partly by the form of its internal structure. This basic framework is cruciform in shape, made of aluminum alloys and bolted together according to aircraft standards. It accounts for less than thirteen per cent of the satellite's total weight. Its form helps achieve proper mass distribution and leaves enough space to be easily mounted; at the same time providing thermal conduction areas.

ELECTRONIC EQUIPMENT WHICH PERFORMS ITS FUNCTIONS

The "heart" of the satellite is the wide-band receiver and transmitter. This equipment along with the traveling wave tube, which is in effect an amplifier, and the dual purpose antenna achieves the relaying of TV signals both visual and audio across the four-thousand or more miles of the intervening Atlantic.

The antenna system is of unique design. In reality a combination of two antennae mounted on a single pole, it can simultaneously receive signals on 2000 mc. and transmit them on 4000 mc., without interference. It transmits a continuous omni-directional signal in spite of spinning at 160 r.p.m. Four monopole antennae atop the satellite are used for tracking, telemetry and command. The beacon oscillator transmitting a signal on 4080 mc. enables the satellite to be tracked by ground stations.

The satellite simulator is a piece of test equipment used prior to contacting the orbiting satellite. It reproduces the essential characteristics of the communications electronic systems, so ground stations can check their communications and tracking equipment. It can also be flown in an aircraft, using a pre-determined speed, course and altitude.

Other objectives of this project are one way and two way simultaneous telephony transmission, possible on three-hundred channels between North America and Europe, and between North and South America. Between these areas facsimile and data transmission, and telemetering are also planned. Detailed technical experiments will take place to measure the degree of teletype error, using both digital and frequency-shift keying.

Since the satellite will pass through the Van Allen belt seven times a day, experiments in measuring and determining the effect of radiation on its electronic equipment will be carried out. How this radiation affects the life of the solar cells is also of particular

interest in space research — scientists want to discover more of the total effect of space environment on the structure and functioning of spacecraft.

All the communications electronic equipment which makes up the payload except the travelling wave tube has been designed and built by RCA Victor in Montreal by a group of 150 engineers. Its small size and weight achieved through miniaturization were predetermined by the dimensions of the satellite, which performs so many functions simultaneously. In spite of its radiated power of only ten watts it can transmit a signal over more than 5,000 miles — the picture signal of a quality superior to the best standards of "at-home" television.

Its receiver-transmitter combines all the features of a ground station such as that soon to be operated at Ankara, Turkey, yet its overall size makes it small enough to be held in the hands. Its weight is thirteen pounds. The receiver section with a crystal oscillator has a frequency stability of .001 per cent.

This satellite orbits the earth every three hours and 4 min., its path at forty eight degrees to the plane of the equator. Its period of effectiveness for each orbit varies between 75 and 20 minutes. To overcome this difficulty and make the project into one of continuous signals transmission it is planned to launch more satellites in the same orbit — so that when one has "set" another will be "rising" to form the apex of the huge triangle.

TRACKING TELEMETRY AND COMMAND EQUIPMENT

Performing its function of data transmission the telemetry encoder forms an important part of the satellite's payload. It is a low bit-rate, pulse-code modulated system, containing 128 channels, which monitors communications equipment, samples radiation data and forwards the signals to a telemetry transmitter. This is a phase-modulated unit weighing only .65 pounds. The output is 250 mw. and the input is 28 volts, d.c. The encoder combines the functions of monitoring communications equipment and sampling radiation data.



J. S. Brooks, Project Manager, demonstrates how the electronic devices fit easily and compactly into the cruciform internal structure.

The signals conditioner takes signals to be telemetered and converts them in the proper manner required by the telemetry encoder.

The sub-carrier demodulator and decoder accepts and converts ground signals into discrete command pulses which activate switches in the command control unit.

Automatic programming is required to charge the batteries, dissipate heat, and control the intricate and interconnected electronic roles. The battery-charge-controller predetermines how much electricity generated by the solar cells will flow into the miniature storage batteries.

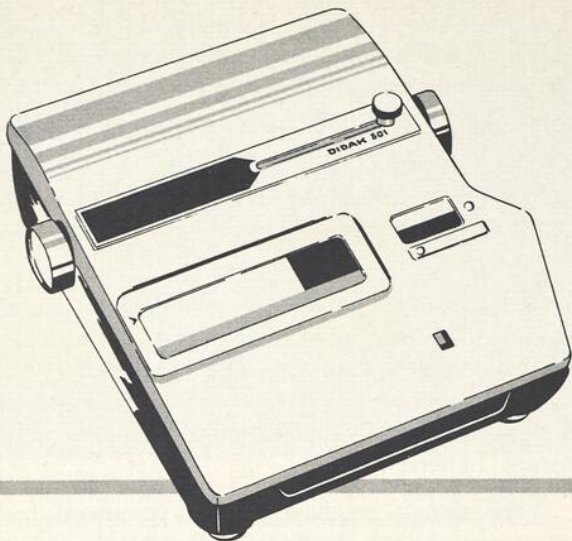
VHF signals received by the command receiver are converted into electronic pulses by the subcarrier demodulator and decoder unit. Forwarded to the command control unit, the pulses are translated into switching functions. When the desired function has been performed, verification is telemetered back to the ground station. Dissipation of heat is controlled by an active-thermal-control, shutter system of aluminumized mylar vanes, when open the heat leaks out, closed, the satellite retains its proper operating temperature.

THE ENVIRONMENTAL TESTS

Testing at each stage of construction was carried out in the environmental laboratory. The thermo-vacuum chamber is a dominant feature of this laboratory. The thermo-vacuum chamber is a dominant feature of this laboratory. In this chamber an ultra-high vacuum of 1×10^{-9} Torr can be produced. In principle it is like a huge presto cooker in reverse. The thermal system can produce temperatures from minus 100 degrees to plus 250 degrees. It can produce minus 300 degrees by substituting liquid nitrogen for brine in the heat sinks.

In this lab are also found pneumatic-hydraulic shock devices, vibration systems, spin analyzers and G force accelerators.

The production and launching of a satellite is like a progress report on the state of our technical and scientific achievements. Almost every science contributes to make it a success. Technicians in the related fields contribute important knowledge and technical "know-how" to take the plans from the blueprint stage to that of final realization. Here lies opportunity, unlimited — the lure of the undiscovered. For the keen and imaginative in mind, ready and able to perform abstract and projected reasoning, it is a challenge that beckons us to adventure, helping shape the scientific future of our civilization.



LA MACHINE À

Il est encore trop tôt pour se prononcer avec certitude sur l'efficacité de l'enseignement programmé, mais les expériences tentées, à ce jour, ont produit des résultats étonnants.

ALBERT DUBÉ

directeur de l'École de métiers de La Malbaie

L'enseignement programmé, à l'aide de machines-supports mécaniques ou automatisées que l'on appelle machines à enseigner, ou simplement avec livres spéciaux programmés, est véritablement une méthode d'enseignement nouvelle. Les traits principaux de cette méthode sont les suivants :

En enseignement programmé l'élève n'est plus un auditeur passif attendant l'action du professeur pour apprendre. Il participe lui-même à son instruction. Les vérifications occasionnelles qui avaient lieu selon la pédagogie traditionnelle font partie de la substance même du cours.

La matière est subdivisée et présentée peu à peu sous forme de concepts simples (cadres) tout en progressant graduellement vers des principes de plus en plus difficiles. L'étudiant est alors amené à comprendre les aspects complexes d'une matière à la suite d'une série d'informations présentées au niveau de sa perception.

Un programme est présenté sous forme de cadres, (voir l'exercice modèle) les programmes actuels en contiennent en moyenne 2,000. Chaque cadre est une question à laquelle l'élève doit répondre par un oui ou un non, un vide à remplir, ou un problème à résoudre. Les programmes avec "Branchements" offrent habituellement une panoplie d'hypothèses parmi lesquelles il faut choisir; si la réponse est fautive, différents aiguillages expliquent la raison de l'erreur.

L'élève n'attend pas une semaine avant d'avoir sa copie corrigée, le programme l'informe immédiatement s'il a la bonne réponse. Cette réaction instantanée, qui s'établit entre chaque réponse et la marche de l'étude, constitue un renforcement positif conforme aux théories émises par les psychologues de l'apprentissage.

L'enseignement programmé rend également possible l'instruction des élèves plus lents; pour eux la patience de la machine est infinie. Dans une classe de 30 élèves le professeur peut très bien présenter sa matière par concepts simples, mais peut-il assurer à tous les renforcements immédiats et une participation active à la leçon? Après quelques minutes seulement, plusieurs élèves perdent pied à leur insu, et déjà une maille importante manque à l'enchaînement logique de leurs connaissances. Ceux qui constatent cette situation sont souvent plongés dans le découragement et se regimberont contre le procédé qui leur fait accumuler des erreurs. Quant aux élèves brillants la machine est toujours à leur disposition et ils peuvent avancer au rythme de leur compréhension sans être obligés d'attendre le reste de la classe. Tous profitent, par cette méthode, d'un tuteur éminemment qualifié.

LA MACHINE À ENSEIGNER

Malgré son nom, la "machine à enseigner" n'enseigne pas. C'est le nom que l'on donne à l'équipement utilisé pour dérouler le programme et forcer l'élève par la présentation mécanique à suivre le cours à mesure qu'il le comprend. Ce programme peut aussi bien être présenté dans un volume spécial, comprenant cadres et tirettes ou caches avec numéros, que l'on manipule selon les instructions. Toutefois si l'on combine les moyens audiovisuels à l'enseignement programmé, l'électronique et l'automatisation apportent un précieux concours à la pédagogie et l'on voit surgir bien des modèles de pupitres avec boutons,

ENSEIGNER



écrans et haut-parleurs utilisant des microfilms et possédant parfois un mémoire électronique. L'aide ainsi apportée est très précieuse mais la méthode en elle-même ne vise pas à systématiser l'emploi de ces machines.

La machine à enseigner en elle-même n'est pas nouvelle car un brevet a été accordé à cet effet en 1866. Sidney Pressey en modifia, vers 1924, la forme primitive et l'utilisa pour ses expériences, mais les éducateurs et les psychologues du temps accordèrent très peu d'attention à cette innovation.

Celui qui a fait le plus pour lancer cette nouvelle méthode d'enseignement est bien le Dr F. B. Skinner, un psychologue d'Harvard. Par sa théorie sur le renforcement, en 1958, et ses expériences sur les pigeons qu'il appliqua par la suite aux humains, Skinner expérimenta la méthode dite "linéaire". Celle-ci consiste à parcourir la matière pas à pas, chaque question constituant un stimulus précis. Il avait également une machine, mais très différente de celle de Pressey. Toutefois elle lui ressemblait sur un point: elle informait l'élève de la justesse de sa réponse.

Par la suite, toute une armée de psychologues se lancèrent sur les traces de Skinner. Glazer, Homme et Evans composèrent en 1959 un programme d'une présentation non mécanique c'est-à-dire à l'aide d'un volume spécial. N. A. Crowder travaillait sur le programme par "branchements", tandis que Klaus et Lumsdaine expérimentaient, en 1960, les machines avec microfilms très utiles pour la présentation de ce dernier programme.

SITUATION DE L'ENSEIGNEMENT PROGRAMMÉ EN AMÉRIQUE

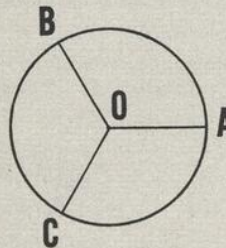
L'American Management Association réunissait dernièrement à New-York 350 délégués pour 3 journées d'étude sur l'enseignement programmé; on résuma

EXERCICE MODÈLE

11.6 LES CERCLES

3808. Un cercle est un ensemble de points à la suite sur une ligne courbe, chaque point équidistant (à la même distance) d'un point donné appelé centre. Quelle lettre identifie le centre de ce cercle?.....

O



3809. Toute ligne qui est dessinée du centre d'un cercle à un point de la courbe est appelée un rayon: OA est un rayon dans le cercle ci-dessus. Avec votre règle mesurez OA. Quelle est sa longueur?.....

1/2 pouce.

(Si votre réponse était entre 1/16 considérez-la correcte.)

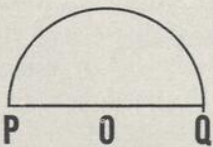
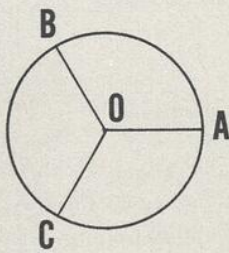
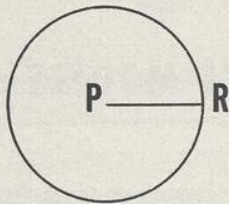
3810. Mesurez OB du cercle ci-dessus. Quelle est sa longueur?.....

1/2 pouce.

3811. Mesurez le rayon OC. Quelle est sa longueur?.....

1/2 pouce.

<p>3812. Du résultat des mesures des 3 rayons, écrire une remarque dans vos propres mots au sujet de la comparaison de ces longueurs. Sont-elles égales ou inégales?</p>	<p>Les rayons de ce cercle sont égaux.</p>
<p>3813. Mesurez le rayon PR. Quelle longueur a-t-il?</p>	<p>PR = 9/16'' (Considérez votre réponse correcte si elle est à 1/16 pouce près.)</p>
<p>3814. Quelle sera d'après vous la longueur d'un autre rayon que l'on pourrait tracer dans ce cercle?</p>	<p>Un autre rayon serait de 9/16''.</p>
<p>3815. Une partie de la ligne courbe du cercle (circonférence) est appelée un arc. Ce cercle a trois arcs distincts, l'arc AB, arc BC, et</p>	<p>Arc CA (ou arc AC).</p>
<p>3816. Un demi-cercle est la moitié d'un cercle. L'arc PQ est un.</p>	<p>Un demi-cercle.</p>



en disant que la machine à enseigner avait d'ores et déjà dépassé le stage de l'expérience dans l'industrie. C'est l'armée américaine qui utilisa ce matériel sur une plus grande échelle. Rappelons que le budget total consacré à l'instruction et à l'entraînement dans les forces armées de nos voisins du Sud s'élève annuellement à \$1,200 millions.

Au Canada on fait présentement l'expérience dans une vingtaine de localités. M. Malcolm Mackenzie, sous-ministre de l'Éducation de l'Île du Prince-Édouard, révèle que des machines sont en usage pour l'enseignement des mathématiques en 4e et 5e années. En Ontario on fait l'expérience sur une plus grande échelle; 1500 élèves de 4e année étudient les mathématiques dans des écoles de London, St. Catharines, Ottawa, Burlington et Toronto. Des expériences se poursuivent présentement dans toutes les provinces. À Montréal, trois écoles protestantes utilisent les machines ainsi que plusieurs industries.

EXPÉRIENCES CONCLUANTES DANS DIVERSES COMPAGNIES

Des employés des C. N. Télécommunications ont participé dernièrement à un cours sur l'électricité. Voici ce que déclarait M. W. H. Cumberland, officier d'entraînement de cette compagnie: "D'après ce que je sais sur ces cours, je suis assuré que l'enseignement programmé aura dans le domaine de l'éducation et de l'entraînement la même influence qu'une bombe nucléaire dans le domaine militaire".

La Compagnie Du Pont a conduit aux États-Unis une expérience avec deux groupes d'employés qui étudiaient la lecture des plans. Ces deux groupes de 17 élèves étaient homogènes quant au rendement présent et à la formation antérieure. Le premier groupe qui travaillait selon la méthode traditionnelle, avec les enseignements d'un professeur, a consacré 17 heures à parcourir le programme et les élèves ont réussi avec une moyenne de 81%. L'autre groupe a travaillé avec les machines durant 12.8 heures en moyenne et ils ont réussi les examens avec 91% de moyenne.

Les Laboratoires Bell du Michigan révèlent qu'une expérience faite avec des employés qui étudiaient l'électricité selon la nouvelle méthode eurent des résultats nettement supérieurs à ceux d'un groupe similaire entraînés selon les méthodes courantes. Cette expérience des Laboratoires Bell fut dirigée par le directeur du département des recherches sur les sciences sociales en communication, M. H. O. Holt. Elle avait été spécialement organisée pour mesurer l'efficacité de l'enseignement programmé chez certains employés de la compagnie. L'expérience de M. Holt avait une certaine importance car son programme d'auto-instruction correspondait à peu près à un cours de collège d'un semestre à raison de trois heures par semaine. Chaque élève avait à répondre à 3,500 questions.

APPLICATION À L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ

Au New Jersey, la même compagnie expérimenta avec soixante-quatre élèves possédant la même instruction scolaire ainsi que la même formation en mathématiques et en électricité. Trente-deux de ces élèves furent instruits par un professeur pour une période de 44 heures, les autres étudièrent à l'aide des machines. On soumit ces groupes à deux examens, le premier traitait des faits enseignés dans le cours, l'autre vérifiait l'aptitude acquise par l'élève à manier les concepts de l'électricité. La moyenne du groupe de l'enseignement programmé dépassa largement celle de l'autre groupe dans les deux examens. Après six mois les deux groupes furent soumis une autre fois aux deux examens. Naturellement une partie des fondements de l'électricité avait été oubliée. Or, à cet examen retardé, non seulement le groupe de l'enseignement programmé réussit mieux, mais sa moyenne dépassa la moyenne de l'autre groupe au premier examen.

En 1960, durant un seul semestre un groupe d'étudiants de 8e année à Roanoke en Virginie ont étudié le programme d'algèbre de 9e année à l'aide de l'enseignement programmé. À l'examen, ce groupe démontra qu'il avait retenu 90% de la matière et que 40% de ces élèves surpassaient la moyenne obtenue par ceux de 9e qui avaient étudié l'année entière.

Les manufacturiers qui fabriquent les machines et vendent les programmes, brassent des affaires de plusieurs millions par année. Celui qui accuse un plus gros volume de vente présentement est la Teaching Materials Corp., une division de Grolier Inc. Ils ont vendu, l'an dernier, pour environ onze millions de dollars en programmes et en machines didactiques.

En général ces machines sont bon marché (\$25.00). Cette méthode permet évidemment des formes de programmes très variés et l'on doit dans certains cas recourir aux machines-supports plus compliquées. Le programme avec branchements est présenté ordinairement par une machine électronique avec microfilms d'une valeur de \$1,250.00 dont la location mensuelle est de \$57.38. Pour démontrer l'utilité de cette dernière machine on a calculé qu'un programme de physique d'une durée d'une année par exemple, présenté en caractères d'imprimerie, nécessiterait quinze tonnes de papier pour le distribuer à 1,000 élèves.

Quoique à première vue ces chiffres semblent éfarants, l'assiette économique tourne à l'avantage de l'enseignement programmé si l'on considère les succès obtenus et l'efficacité de la méthode.

Le problème de la production des programmes demeure assez aigu, notamment pour les programmes français. Dans la province de Québec la Société Grolier de Montréal offrira vraisemblablement au public quelques programmes français vers la fin de l'été 63.

M. Richard G. Clément nous affirme que les premières matières seront les mathématiques, la physiologie ainsi que l'anglais et le français au niveau de la huitième année.

En France, M. Edouard Labin, directeur technique de la Société AERO nous informe qu'on a constitué un groupe d'experts français et américains pour l'exploitation de l'enseignement programmé. Ce groupe étudie les nouvelles méthodes, essaye de les introduire en Europe et se trouve d'ores et déjà en état de réaliser des programmes au besoin par adaptation de textes américains. Il semble même que les premières expériences aient lieu dans les forces armées. On prévoit un cours sur les moteurs d'avions, les radars et l'algèbre élémentaire.

La préparation d'un programme inédit selon la méthode de l'enseignement programmé est nettement plus coûteuse que la rédaction d'un cours ordinaire. La préparation d'une heure de cours coûte environ \$1,500. et nécessite un travail d'équipe formée d'un expert dans la branche, d'un psychologue et de programmeurs. Le travail suppose une dissection logique et raffinée de la matière ainsi que de nombreuses révisions faites à la suite des réactions d'étudiants cobayes. Cependant le volume des ventes permet une exploitation rentable à un prix abordable puisque Grolier offre en vente des cours d'une durée de 15 heures pour \$10.00 environ.

Disons en guise de conclusion que cette nouvelle méthode a fait surgir une foule de questions auxquelles l'expérience trop courte encore ne peut répondre avec certitude. L'enseignement par la machine remplacera-t-il totalement le maître? Quel sera exactement son rôle? Comment la culture générale qui semble intimement liée à l'éducation profitera-t-elle de cette mécanique froide? Est-ce que ces cadres limiteront l'esprit inventif de l'élève brillant? Jusqu'à quel point l'enseignement pratique pourra-t-il profiter d'un système semblable?

Ces objections nous indiquent clairement que l'enseignement programmé ne sera pas une panacée universelle et que certains aspects de la pédagogie traditionnelle devront s'y combiner. On entrevoit déjà plusieurs formules acceptables. En attendant, disons que l'enseignement programmé s'est déjà conquis une place importante en éducation et qu'elle aura eu au moins le mérite d'obliger la pédagogie à réviser ses méthodes en face des aspirations des élèves.

Qu'adviendra-t-il de l'éducation complète? Il faut se rappeler que l'enfant ne doit pas être appelé à l'école pour acquérir uniquement le savoir, mais aussi le savoir-faire. L'application du programme qui lui est destiné exige donc beaucoup plus que ce qui est requis simplement pour l'instruction. Cette question de la mécanisation de l'instruction pourrait donner lieu à d'intéressantes discussions sur les avantages et les inconvénients que peut présenter cette pratique, ainsi que sur diverses mesures susceptibles de palier à l'insuffisance des maîtres.

LA NAVIGATION D'HIVER jusqu'à Montréal

Le 31 janvier s'ouvrait à Montréal la saison de navigation. Celle-ci sera plus hâtive, d'année en année, jusqu'à ce que la navigation d'hiver dans le plus grand port du Canada soit un fait accompli, selon la vision prophétique de notre poète national Louis Fréchette.

MARC-HENRI CÔTÉ

photos: ALAIN BASSOMPIERRE

Poète lauréat de l'Académie française, député de Lévis aux Communes, Louis Fréchette avait obtenu en 1876 qu'un comité parlementaire étudie les conditions de navigation d'hiver dans le golfe Saint-Laurent. C'est ce comité qui devait recommander la construction de brise-glaces.

À des navigateurs canadiens revient donc le mérite de la liaison maritime des ports du golfe et de la région de Québec, en hiver. C'est en 1958 seulement que la flotte des navires *Dan* des armateurs danois Lauritzen établissait la liaison d'hiver entre les ports européens et celui de Québec d'abord, puis Trois-Rivières et Montréal.

La navigation d'hiver dans le golfe a des origines lointaines; elle représente une véritable tradition, même à l'époque des navires à voile. Ce mouvement maritime reliait les ports de Charlevoix à ceux du golfe et de Terre-Neuve. L'épopée des transbordeurs, le *Mahone*, du capitaine Deslauriers, entre Rivière-du-Loup et Tadoussac et le Montcalm, entre Rivière-Ouelle et la Pointe-au-Pic, avant la

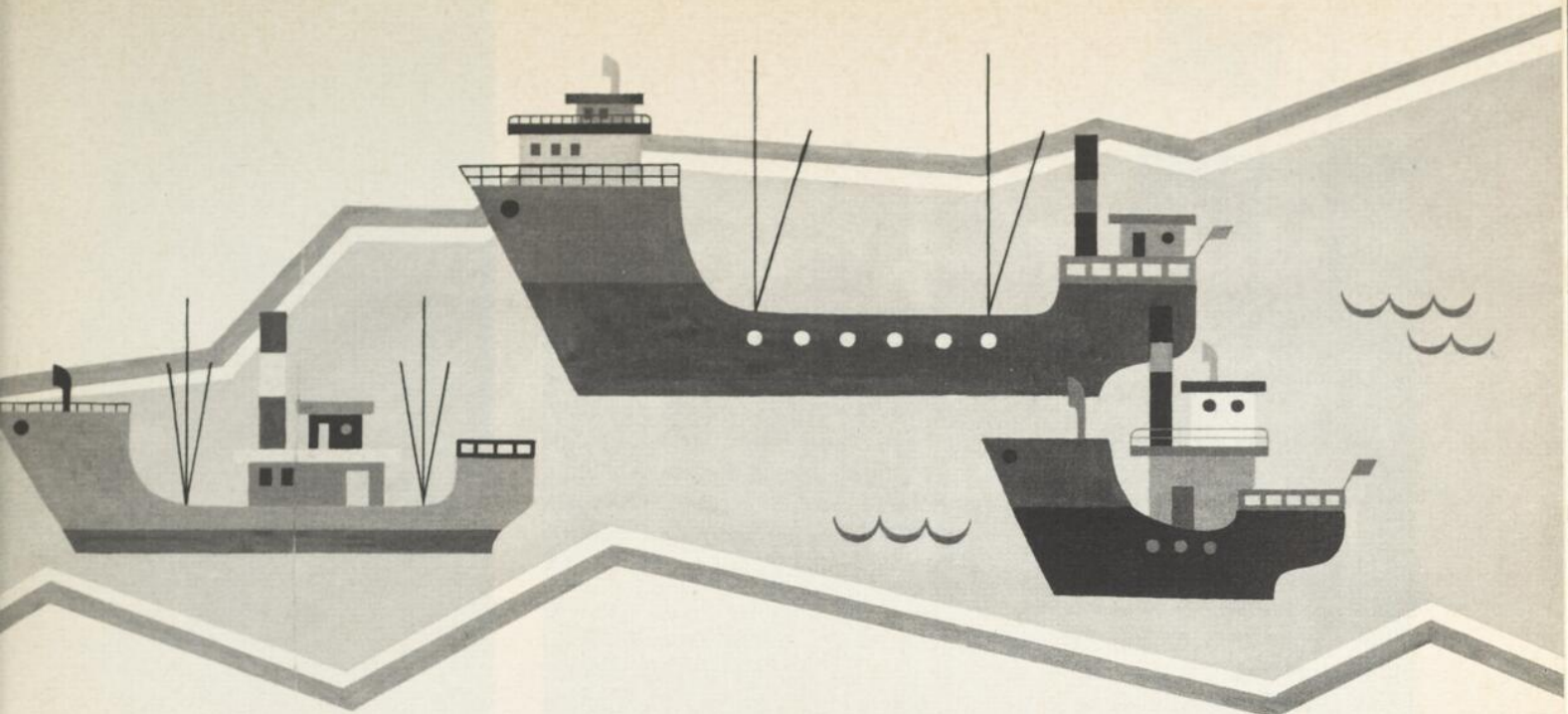
première grande guerre, avait amplement démontré, sans le concours de brise-glaces à l'époque, que la navigation d'hiver dans le Saint-Laurent, au moins jusqu'à Québec, n'offre pas de difficultés trop grandes.

La société Clarke Steamship, depuis 1926, affrète des navires qui n'ont cessé de relier en hiver le port de Pointe-au-Pic à ceux de la Côte Nord. L'arrivée hâtive, en mars, de goélettes en bois, dans le port de Québec, depuis au moins 20 ans, a toujours suscité beaucoup d'intérêt.

Le premier ministre du Canada de 1873 à 1878, Alexander Mackenzie, consignait dans le *Hansard* la déclaration suivante: "Quoi qu'il en soit, la navigation dans le Saint-Laurent en hiver doit paraître aux yeux de tout le monde au Canada comme l'un des plus grands avantages que nous puissions avoir."

LE CAPITAINE J.-E. BERNIER

Une figure illustre se détache de cette conquête scientifique d'énorme importance qu'est déjà et que sera



Les brise-glaces "D'Iberville" et "Ernest-Lapointe" s'attaquent à un embâcle sur le Saint-Laurent.

dans l'avenir la navigation d'hiver dans le Saint-Laurent. Le capitaine Joseph-Elzéar Bernier, qui prenait possession au nom du Canada des immenses régions désertiques du Grand Nord, peut être cité en exemple à la jeunesse canadienne de toutes les époques. Il est sans doute le plus authentique des pionniers de la navigation d'hiver. Le capitaine Bernier naquit à l'Islet, le 1er janvier 1852; il était issu d'une longue lignée de marins. Il devenait capitaine à l'âge de 17 ans; en 60 ans de service en mer, il a commandé 200 voiliers et vapeurs; 27 fois il a fait le tour du monde et la traversée de l'Atlantique, 250 fois.

Le gouvernement canadien l'avait chargé d'explorations dans les mers arctiques, de 1904 à 1925. Le 1er juillet 1909, il prenait possession au nom de notre pays de l'archipel arctique. Le capitaine Bernier décédait à Lauzon le 26 décembre 1934. De nombreuses sociétés savantes de l'étranger lui ont conféré nombre de distinctions enviées à la suite de tournées de conférences en Europe et dans toute l'Amérique. Plus que tout autre il a moussé le cou-

rant d'intérêt qui se manifeste de plus en plus à l'endroit du Grand Nord canadien.

LE LAC ST-PIERRE

Il ressort d'études de la dynamique des glaces que seules les conditions de formation de la glace dans le lac St-Pierre présentent de sérieux obstacles à la navigation d'hiver dans le Saint-Laurent jusqu'à Montréal. La formation de frasil dans le cours du fleuve entre Sorel et les rapides de Lachine constitue un problème dont les solutions ont été déjà fort bien étudiées.

Les travaux de M. Michel Brochu, géographe, sur la dynamique des glaces démontrent que l'estuaire du St-Laurent est suffisamment dégagé de glace et n'offre aucun obstacle à la navigation d'hiver. Des navires dont la coque est renforcée peuvent franchir des champs de glace assez étendus, parfois longs de 300 pieds, d'une épaisseur de trois à quatre pieds et demi. Une seconde hélice, plus enfoncée que la première sous la ligne de flottaison favorise la navigation dans les champs de glace.

Les conditions de navigation en hiver varient beaucoup du golfe St-Laurent, d'une largeur de 80 milles, au moyen et haut St-Laurent et au Saguenay. Les vents prédominants favorisent la côte de la baie des Chaleurs, au Nouveau-Brunswick; le port de Dalhousie connaît une intéressante activité en hiver, depuis 1956. Le port de Chandler, en Gaspésie, où le gouvernement vient de construire un nouveau quai, deviendra également un port d'hiver.

Les bouées et le radioguidage ne peuvent servir à la navigation d'hiver, qui doit se faire de jour.

Entre Québec et Trois-Rivières, les estrans sont larges et la glace encombre souvent le fleuve d'une rive à l'autre. Les courbes du chenal et les hauts-fonds, tels ceux de Grondines et de Pointe à Platon ajoutent aux difficultés. Dans ces conditions, le moindre obstacle peut faire dévier un navire et bloquer le chenal.

La marée cesse à Trois-Rivières; le courant devient à sens unique. L'absence de marée favorise la formation d'une carapace de glace.

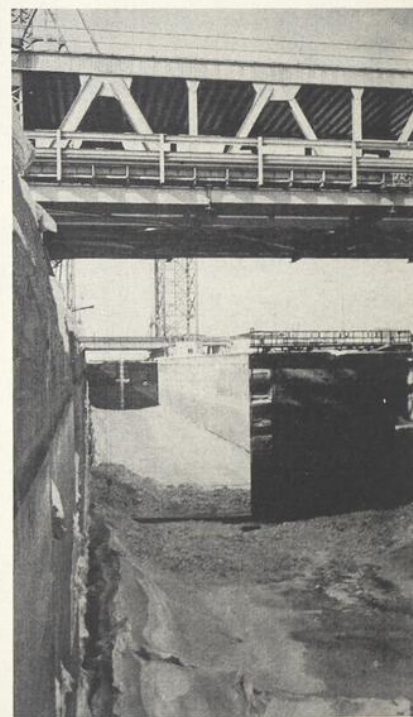
LE FRASIL, OBSTACLE INSURMONTABLE

Selon les ingénieurs-conseil torontois Winnett Boyd Associates, il est fort possible de garder ouvert à l'année longue le canal de la voie maritime et le chenal du St-Laurent, du lac Ontario à l'océan Atlantique. La construction de divers ouvrages au coût de \$60,000,000, dans le St-Laurent, sera nécessaire, si l'on veut obvier à la formation de frasil entre le lac St-Pierre et l'extrémité ouest du port de Montréal, au pied des rapides de Lachine.

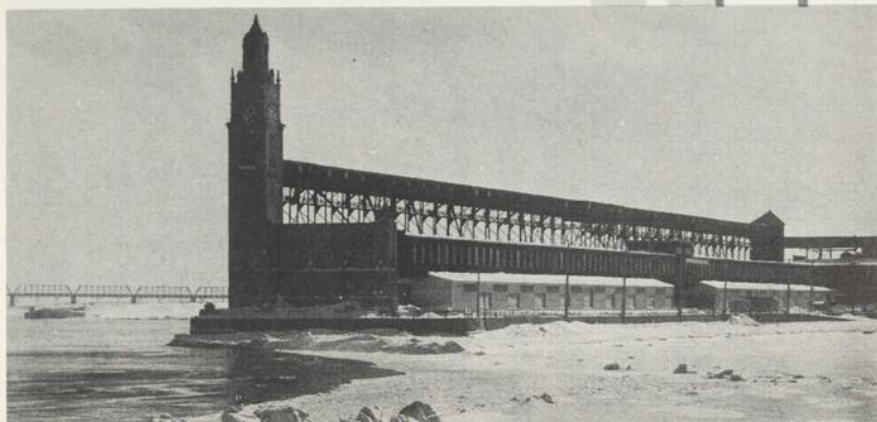
Le frasil, glace en lamelles, se forme dans des conditions particulières; ces lamelles se multiplient dans toute la surface de l'onde et s'étendent progressivement. Aux environs de Sorel le frasil cause des embâcles de glace de 50 pieds d'épaisseur. Une baisse brusque de la température marque le début de la formation de frasil dans des nappes d'eau peu profondes, où le courant est rapide. Le contrôle de ce phénomène et de la température ambiante de l'eau qui descend du lac Ontario, de 42 à 36 degrés F. de décembre à avril, prévient toute embâcle de glace. La présence d'objets divers dans l'eau favorise la formation du frasil.



Le "Maplebranch" photographié à minuit alors qu'il s'approche d'un quai de Québec. Au fond, le "J. Edouard Simard" décharge sa cargaison. Noter les glaces qui flottent dans la partie gauche. Le cargo est arrivé à quai sans l'aide de remorqueurs.



Les écluses Saint-Lambert paralysées par une épaisse couche de frasil. En soufflant des bulles d'air dans un tube introduit dans l'eau on pourrait empêcher l'eau de geler dans les écluses. Des épreuves concluantes en ont été faites au lac du Grand-Ours et au club de pêche White Rock, à Kilmar, au Québec.



La tour du Souvenir veille gravement sur le courant rapide du chenal tandis qu'au premier plan, le bassin du quai Victoria est emprisonné sous un massif de glace.

Les physiciens décrivent sous le nom d'eau en surfusion, les nappes peu profondes dans les rapides où une légère différence de température entre des couches en turbulence, provoque une cristallisation.

Selon le professeur Howard T. Barnes, de l'université McGill, auteur de Ice Engineering, le fleuve ne gèlerait pas de Prescott jusqu'à Trois-Rivières, si l'on pouvait contrôler la formation de la glace dans les lacs et baies du St-Laurent. Dans le chenal le plus profond du St-Laurent, celui qui transporte de 75 à 80 p.c. de tout le volume d'eau, le courant varie de 1.5 à 10 pieds à la seconde; l'autre cours du fleuve est fort irrégulier et se fraie un chemin entre les îles et les baies, les étangs peu profonds qui viennent rejoindre le chenal principal en certains endroits. Tous les effets indésirables de la glace se manifestent dans ce second chenal.

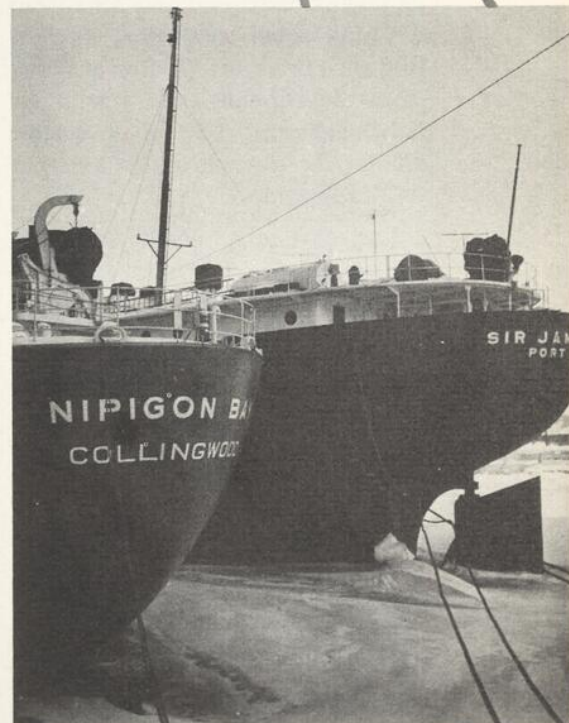
TRAVAUX DE GÉNIE

Une expertise complète pourrait déterminer la nature des travaux

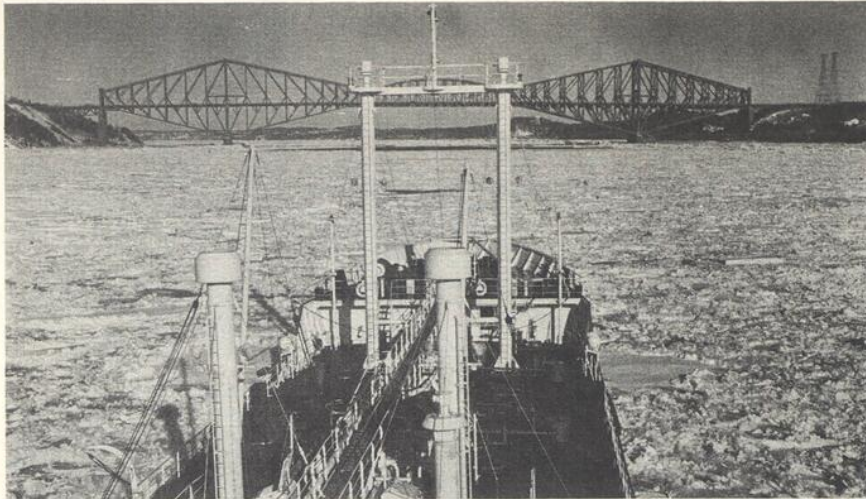
de génie qui contribueraient à garder le fleuve et la voie maritime libres de glace en hiver. Il s'agit d'abord d'éviter les embâcles, d'empêcher que la glace des étangs en bordure du chenal s'accumule dans un goulot, en descendant le courant. La formation de frasil vient accentuer les difficultés.

Les ingénieurs de la société Winnett Boyd sont d'avis que l'eau du lac Ontario ne devrait pas se refroidir autant que maintenant, dans les divers chenaux entre les Mille-Iles. Une douzaine de barrages de roc, assez simples, pourraient canaliser le débit dans un seul chenal, en hiver.

Ces ingénieurs prévoient les travaux suivants dans le chenal du St-Laurent et la voie maritime. En amont du lac St-François, dans la voie maritime: cinq barrages de roc; trois usines thermo-électriques de 275,000 kw chacune, sous contrôle conjoint du Canada et des États-Unis; trois estacades flottantes avec systèmes de bulles d'air. Lac St-François-Beauharnois: trois



Deux cargos hivernent à proximité des écluses du port de Montréal.



Le pétrolier M. V. Maplebranch se fraie un chemin à travers les glaces vers le pont de Québec, en remontant le fleuve, en février 1962. Ce secteur du fleuve est le plus difficile à franchir et souvent le navire doit recourir à l'aide d'un brise-glaces.

estacades flottantes; quatre sections de tuyaux perforés d'où s'échappent des bulles d'air comprimé; élimination du rapide des Cèdres et d'une cause de formation de frasil, par l'aménagement de la troisième section du barrage hydroélectrique de Beauharnois.

Lac St-Louis: construction de deux estacades flottantes avec systèmes de bulles d'air; bassin de Laprairie: estacade flottante et deux sections de systèmes de bulles d'air; aménagement de deux stations thermoélectriques, l'une à l'écluse de Côte Ste-Catherine, l'autre à celle de St-Lambert.

Deux centrales hydroélectriques, l'une à la tête, l'autre au pied des rapides de Lachine, les feraient disparaître, tout en prévenant la formation du frasil.

Ces travaux en amont obvièrent déjà aux problèmes dans le port de Montréal et le lac St-Pierre. Il faudrait cependant un barrage de roc à l'île Marie (Iles de Verchères); le dragage d'une section de nouveau chenal, avec fermeture de l'ancien, par un barrage de roc à la hauteur

de l'île St-Ours. Déjà des barrages auxiliaires ont été construits entre des îles de Sorel.

Afin de remédier à la formation hâtive de glace entre le goulot de la pointe St-François et Trois-Rivières, il faudrait un nouveau tracé de chenal dans ce secteur du lac St-Pierre. Des estacades flottantes et des systèmes de bulles d'air seraient également érigés dans le lac St-Pierre.

RÉVOLUTION ÉCONOMIQUE

Les installations du port de Montréal, d'une valeur totale de \$124,000,000, sont vouées à une inactivité hivernale qui grève lourdement l'économie du pays. Il en est de même de la voie maritime du St-Laurent, construite au coût de \$250,000,000. Même s'il n'y a pas lieu d'espérer que tous les paquebots et navires qui mouillent à Montréal en été puissent y venir en hiver, un investissement de \$60,000,000 paraît tout à fait justifiable.

Notons que plus de \$30,000,000 iraient à l'amélioration du chenal, projet amorcé il y a déjà 100 ans et qui a été maintes fois retardé.

Les facteurs économiques en cause sont tels que la navigation d'hiver jusqu'à Québec, Trois-Rivières et Montréal apporterait à notre pays un avantage compétitif qui seul peut lui ouvrir les marchés d'Europe depuis l'avènement du Marché commun.

Au moins cinq lignes maritimes font escale à Québec. Des navires de plus en plus nombreux viennent prendre des marchandises dans les ports du golfe St-Laurent: Rimouski, Baie-Comeau, Port-Cartier, Sept-Iles, Corner Brook et Dalhousie. Le trafic dépasse maintenant les 500,000 tonnes de marchandises.

Cet aperçu des possibilités de la navigation d'hiver sur le St-Laurent ne serait pas complet s'il n'était fait mention de l'activité des transbordeurs, en hiver. Le *Père-Nouvel* assure la liaison entre Pointe-au-Père et Baie-Comeau. Il y a depuis longtemps un transbordeur entre Québec et Lévis; un autre entre Ste-Angèle et Trois-Rivières; il y a également un tel service à Berthierville. Les interruptions sont peu fréquentes en hiver.

La *Revue de la Bourse de Montréal* offrait le commentaire suivant sur la navigation d'hiver dans le St-Laurent: *Ses conséquences économiques sont fantastiques; face à l'isolement économique plus ou moins prononcé de notre pays, la navigation d'hiver sur le St-Laurent amènera une révision de nos prix, nous permettra de pénétrer sur des marchés qui autrement nous seraient fermés.*

Vraiment "le plus dur, c'est de commencer", ou plutôt, de suivre la trace des pionniers intrépides: le capitaine Bernier, le capitaine Deslauriers de l'époque 1900, à bord du transbordeur *Mahone*, maintenant, celle du capitaine Goulet, du pétrolier *Édouard-Simard* qui venait de Halifax à Montréal, dans le sillage des brise-glaces, ouvrir la navigation pour la première fois en janvier.



la bionique

*Cette science nouvelle imite
les merveilleux mécanismes de la nature*

PIERRE DAUDELIN



Après avoir fait preuve d'un sens de direction étonnant en tissant sa toile, l'araignée s'installe au foyer de celle-ci afin de percevoir les vibrations qui l'avertiront de la présence d'une proie.

L'art délicat de téléguidar les missiles confronte les savants avec des problèmes tels, que malgré leur ingéniosité, ils en viennent à regarder avec envie le vol d'une mouche ou d'une chauve-souris que la nature a dotées de mystérieux mécanismes. L'étude des rapports entre les propriétés dont sont doués certains animaux et les fonctions électroniques a donné naissance à une science nouvelle. Les Américains, qui ne s'embarrassent pas des lois de l'étymologie, ont baptisé cette science en faisant appel au mot grec *bios* en y accolant, sans cérémonie, la dernière syllabe d'*electronics*, ce qui a donné *bionics*. Nous avons traduit sans hésitation *bionique*.

Bien des organismes naturels comportent des dispositifs qui permettent de coordonner la perception et remplissent des fonctions d'analyse,

de défense et de décision. On peut observer le sens de la localisation et de la direction, par exemple, chez les oiseaux et les araignées, les marsouins et les poissons en général, qui possèdent un système naturel de "radar-sonar".

Les bioniciens et tous les chercheurs qui se penchent sur l'étude des "dispositifs animaux", tant à l'Office de recherches navales des États-Unis qu'à l'Académie des Sciences d'URSS, font appel à diverses disciplines: biologie, physiologie, physique, électronique, mathématiques, communications, psychologie, aéronautique et génie maritime. Ils espèrent ainsi mettre au point certains appareils automatiques pour le guidage des avions, missiles et navires, d'autres qui auront la faculté de reconnaître un projectile ennemi et de le supprimer. Le marsouin et le dauphin

comptent parmi les espèces les plus connues présentement à l'étude. Depuis plusieurs années, M. John Lilly, directeur du Communication Research Institute de Miami, cherche à percer le secret du système "radar-sonar" de ces poissons. Il a déjà réussi à enseigner au dauphin à imiter certains sons humains. La société U.S. Rubber effectue en bassin des essais de "peau" souple en caoutchouc pour les coques des navires et de sous-marins, inspirée de la peau élastique du dauphin, qui lui permet de réduire de 90% le freinage de l'eau.



Cette anguille électrique nage dans une solution de bentonite. L'étude de l'hydrodynamique permet de découvrir les formes qui se prêtent le mieux aux déplacements à grande vitesse.



Il suffit de prêter l'oreille à un hydrophone pour se rendre compte que les poissons ne sont pas aussi muets qu'on le croie.



Cette chauve-souris tropicale effleure l'eau où elle repère le poisson à l'aide de son système "radar-sonar" naturel.

L'HYDROPHONIE ET LES POISSONS

Afin de déterminer les formes les mieux appropriées pour les déplacements à grande vitesse dans l'eau, un zoologiste de l'Université de Californie a photographié une anguille électrique en mouvement dans un bassin d'eau dans lequel il avait dissous du bentonite actif. Ce produit chimique, en lumière polarisée, émet des lignes claires laissant voir le mouvement du liquide autour du poisson.

L'étude des sons dans l'eau, l'hydrophonie, suscite de plus en plus d'intérêt. Un peu partout dans le monde, les instituts d'océanographie enregistrent les sons émis par certaines espèces animales dans l'espoir de trouver le moyen de supprimer les bruits mystérieux captés par les hydrophones sonar. Beaucoup d'espèces de poisson communiquent fort bien entre eux par leurs grognements, gémissements, grincements, etc. Même les animaux terrestres n'ont pas échappé aux investigations dans le même sens. Ainsi, au jardin zoologique de New York, on a enregistré le jacassement des singes à l'approche de la pluie. Le lendemain, comme il faisait soleil, on leur fit entendre l'enregistrement dans leur cage: toute la bande courut se réfugier dans l'abri.

LA CHAUVESOURIS "SONAR"

Le sonar naturel dont la chauve-souris dispose surpasse de façon incroyable le sonar le plus ingénieux mis au point par l'homme. En poussant des cris suraigus, réfléchis par les objets autour d'elle, la chauve-souris peut se diriger avec une précision telle que, même aveuglée, elle peut voler en tous sens dans une chambre obscure où sont tendues de nombreuses cordes de piano sans en effleurer une seule.

Les chercheurs ne sont pas moins intrigués par une chauve-souris tropicale, la *noctilio leporinus*, qui effleure la surface de l'eau, la nuit,

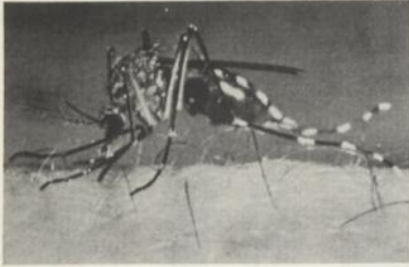
et transperce les poissons qu'elle repère en émettant un ultrason dont elle perçoit l'écho. On étudie ces chauve-souris à l'aide d'un détecteur d'ultrasons et d'un petit magnétophone. Une caméra munie d'un éclair électronique montre l'instant précis où la chauve-souris enlève sa proie.

Le cerveau de la chauve-souris comporte de grands centres auditifs. En les raccordant à un appareil de mesure électronique, on espère découvrir le secret de sa perceptivité ultra-sensible et apprendre ainsi de quelle façon opère le mécanisme qui lui permet d'attraper des insectes minuscules sans que le centre qui perçoit l'écho ne soit soumis au brouillage.

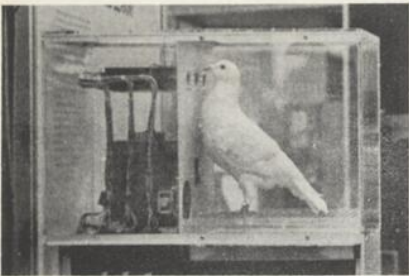
Or certains insectes échappent à l'astuce de la chauve-souris. Quelques-uns ont en effet un minuscule dispositif électronique dans leurs centres nerveux qui leur permet de déjouer les passes rapides de la chauve-souris. Ces études, espère-t-on, conduiront au perfectionnement des appareils de navigation maritime et aérienne afin de déceler la présence des corps étrangers et de les éviter. Le radar et le sonar, qui constituent des *devanciers* dans ce genre d'appareils, ne découlent-ils pas de recherches en biologie?

L'OEIL DE LA GRENOUILLE VIENT À L'AIDE DU SAGE

Depuis quelque temps déjà, les stratèges américains s'inquiétaient de ce que le système de défense aérienne, le SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) était sujet au brouillage. En effet, son réseau international de radars lui communique une telle masse de renseignements parasites sur les avions, les nuages, les météorites, les vols d'oiseaux sauvages que le système est souvent surchargé. Les techniciens se sont demandé si la solution ne résidait pas dans la mise au point d'un oeil artificiel semblable à celui de la grenouille.



Les maringouins, cauchemars du villégiateur, sont aussi celui des électroniciens dont ils brouillent les systèmes de transmission en faisant vibrer leurs ailes en un bourdonnement qui traverse n'importe quel brouillage. Un cousin peut transmettre un message à un autre moustique à 150 pieds.



Ce pigeon dépiste les défauts dans une ligne de production. Il donne un coup de bec sur une clef qui supprime un article défectueux.

La grenouille, qui ne mange que des insectes vivants, a des yeux qui ne décelent que les formes et les mouvements qui caractérisent ses ennemis. Ses yeux repèrent instantanément une mouche qui se déplace à portée de la langue de ce batracien. Ils ne transmettent pas au cerveau toutes les images qu'ils perçoivent, mais uniquement celles dont la grenouille a besoin de voir pour assurer sa subsistance. C'est ce processus de sélection que les électroniciens voudraient pouvoir reproduire dans une servo-commande.

LES ASTUCES DE LA GENT AILÉE

On va même jusqu'à suivre le vol des pigeons voyageurs et autres oiseaux, espérant découvrir ainsi comment ils arrivent à se rendre dans des endroits qui leur sont familiers en survolant de vastes

zones qui leur sont inconnues. Ces observations présentent un intérêt particulier pour la marine dans les cas où les navires voyagent dans le brouillard dans des eaux dépourvues de guides de navigation. On a attaché au dos de ces oiseaux un minuscule émetteur qui envoie des signaux à des récepteurs situés au sol et dans des avions afin de situer la position exacte des volatiles. Une antenne de 40 pouces traîne derrière le petit émetteur, sans toutefois nuire aux mouvements des ailes et de la queue. Peut-être arrivera-t-on, par ce moyen, à comprendre les facteurs qui pourraient pousser les oiseaux à vivre loin des aéroports où leur présence fait le cauchemar des pilotes.

Ces expériences intéressent notamment l'Agence fédérale de l'aviation des États-Unis qui a mené des enquêtes sur les nombreux accidents survenus récemment aux aérobus Electra. On s'est aperçu que le spectre sonore de ce type d'appareil comporte des sons semblables au grésillement du criquet. Le vrombissement des moteurs avant le décollage attire les étourneaux. Lorsque l'appareil vire et s'élance à travers les nuées d'oiseaux, beaucoup pénètrent dans les turbines qu'ils bouchent aussitôt, entraînant parfois la chute de l'avion.

OU L'ON FABRIQUE DES SENS ARTIFICIELS

Les effets de l'électricité sur les organismes vivants ont été maintes fois observés. Les animaux ont un mouvement de recul ou sont stimulés lorsqu'on les touche avec un fil même faiblement chargé. Tout récemment, des psychiatres ont cru voir une relation assez surprenante entre le nombre des patients admis dans les sanatoriums et la multiplicité des orages.

Les chercheurs s'intéressent aux nombreux aspects de la perception sensorielle et ils se sont lancés

dans des études plus poussées sur la vision, l'ouïe, les nombreuses formes du sens olfactif des animaux de même que le sens du toucher. Ils épient la façon dont les êtres perçoivent la température, la pression, la douleur, les vibrations, ils analysent leur sens de l'équilibre et scrutent le secret de certains organes dont on n'a jamais su la fonction. C'est ainsi que l'on est parvenu à fabriquer une branche artificielle qui extrait l'oxygène de l'eau et rejette le gaz carbonique, comme le font les ouïes d'un poisson.



Un bionicien prépare un cobaye à une expérience sur la perception sensorielle.

Tout se passe comme si les pulsions inconscientes et les sentiments qui déterminent la conduite des animaux, même celle des humains, étaient surtout électro-chimiques, ayant leurs sources dans la moelle épinière et le système nerveux. Les travaux en psychiatrie et en neurologie relatifs à la bionique cherchent en grande partie à expliquer la façon dont ces pulsions se forment dans l'espoir d'appliquer le résultat aux machines à calculer ou à "penser" qui, pouvant combiner tous les sens des animaux, pourraient résoudre rapidement des problèmes ardues. C'est le système

mnémorique des animaux qui semble le plus déroutant. La façon dont un organisme enregistre une situation et en conserve le souvenir, lequel ne réapparaîtra que si une situation analogue se présente par la suite, dépasse de beaucoup l'ingéniosité des calculatrices, dont la "mémoire", en comparaison, est singulièrement bornée.

L'OEIL DU SCARABÉE

L'avancement prodigieux de l'électronique en ces dix dernières années, est tributaire des perfectionnements réalisés dans l'agencement des circuits: tubes et fils miniatures, transistors et autres dispositifs à l'état solide. Certains sont même aussi délicats que l'oeil d'un moustique. L'oeil du scarabée fait l'envie des astronautes. C'est en regardant des objets fixes au sol à l'aide de son oeil complexe (qui est en réalité un oeil divisé en deux) que le scarabée apprécie la vitesse de son vol. Il évalue le temps qui s'écoule entre la formation des images d'un même objet, par exemple une maison, successivement sur la première et sur la seconde moitié de son oeil. En substituant à l'oeil du scarabée deux cellules photo-électriques placées à l'avant et à l'arrière d'un avion pour observer le sol, et en remplaçant par un petit calculateur, le cerveau de l'insecte, l'aviation américaine pense avoir obtenu, pour la première fois, un indicateur de vitesse par rapport au sol auquel on pourra se fier.

Les laboratoires Airborn Instruments ont mis au point un "oeil" qui peut distinguer au microscope les cellules cancéreuses des cellules saines et les laboratoires Lincoln en possèdent un qui peut détecter les anomalies d'un électro-encéphalogramme. Les laboratoires General Electric possèdent un oeil expérimental, le *Visilog*, fonctionnant sur le principe de l'oeil humain et qui peut apprécier la distance d'une surface solide dont il s'approche.



Une électrode branchée à un papillon de nuit permet de percevoir des ultrasons.

LA MOUCHE ET LE GYROSCOPE

Même la mouche a contribué à la réalisation du premier gyroscope sans pièce tournante, le *Gyrotron*. En effet, quand une mouche change de direction, elle conserve sa stabilité grâce aux renseignements qui lui sont communiqués par deux appendices vibratiles de son corps, sensibles aux changements de pression aérodynamique. La mouche possède aussi la faculté de percevoir des ondes d'une amplitude de 150 à 260 hertz. C'est en imitant ce système de "diapason stabilisateur de vol" que l'on a pu réaliser un gyroscope antichoc, sans frottement, pas plus gros qu'une bouteille d'encre.

AUTRES BONS TOURS DES ANIMAUX

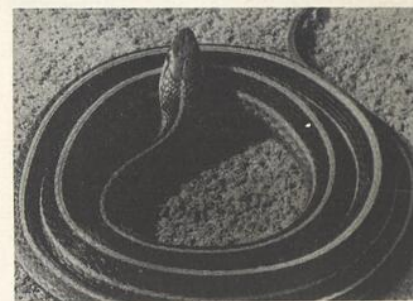
L'oreille du hibou possède une faculté étonnante de repérage de la direction du son. Il peut entendre le grignotement d'une souris et fondre droit sur la bestiole, fût-elle cachée sous un tas de feuilles. Pour les techniciens qui essayent de réaliser des oreilles mécaniques très sensibles, destinées à prendre l'écoute sur les sonars de l'ennemi, les recherches entreprises actuellement sur l'oreille du hibou peuvent être précieuses.

L'odorat a également été l'objet de recherches de la part des bioniciens. Bien des mâles sont guidés vers leur femelle par l'odeur qu'elle exhale. Les saumons sont incapa-

bles de retrouver leurs frayères si leurs "narines" sont obturées par un tampon d'ouate.

Dès qu'elle aperçoit une mouche, la mante religieuse calcule sa vitesse, sa direction et sa position, puis la happe, le tout en moins d'un vingtième de seconde. Elle réalise ainsi un exploit qu'aucun appareil de repérage de fabrication humaine ne peut égaler.

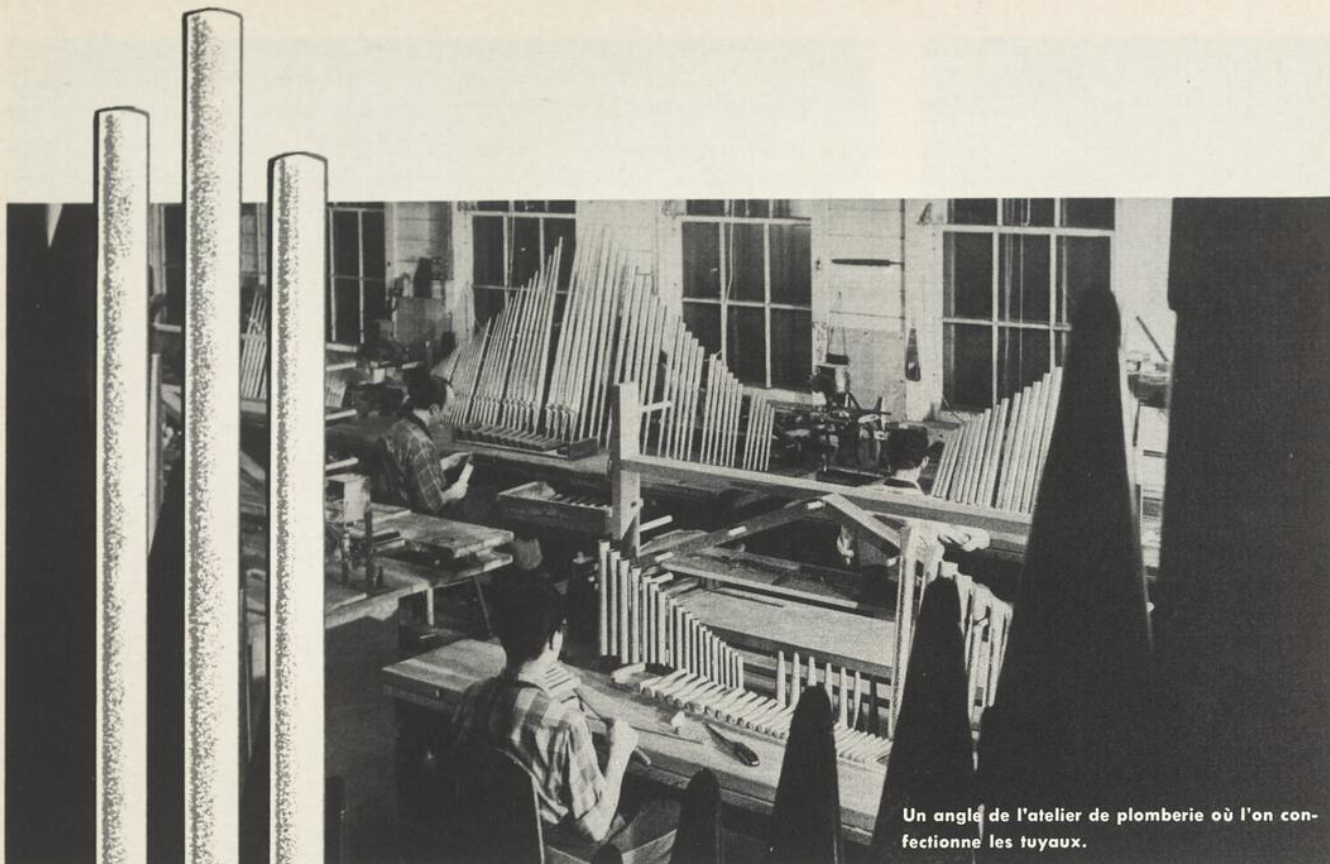
L'oreille abdominale du papillon de nuit, auquel on branche une électrode et un amplificateur, permet de percevoir des ultra-sons que le plus sensible des microphones est incapable de capter.



La queue du serpent est sensible à des différences de température de l'ordre de 1/1000e de degré.

Le serpent à sonnettes qui cherche une proie à sang chaud dans la nuit, se fie à un détecteur à infrarouges, placé dans sa queue, qui décèle des variations de température de 1/1000 de degré. Cette particularité ne laisse pas d'être surprenante si l'on songe que le missile *Sidewinder* se dirige d'après l'émission thermique de l'avion à abattre.

Les bioniciens espèrent qu'un jour les machines électroniques seront aussi subtiles que le cerveau humain. Les savants russes qui étudient la cybernétique sont plus ambitieux encore: ils ne se contenteront pas de copier des organes physiologiques, ils se proposent tout simplement d'incorporer certains insectes et animaux aux systèmes électroniques de leurs vaisseaux astronautes.



CASAVANT FRÈRES

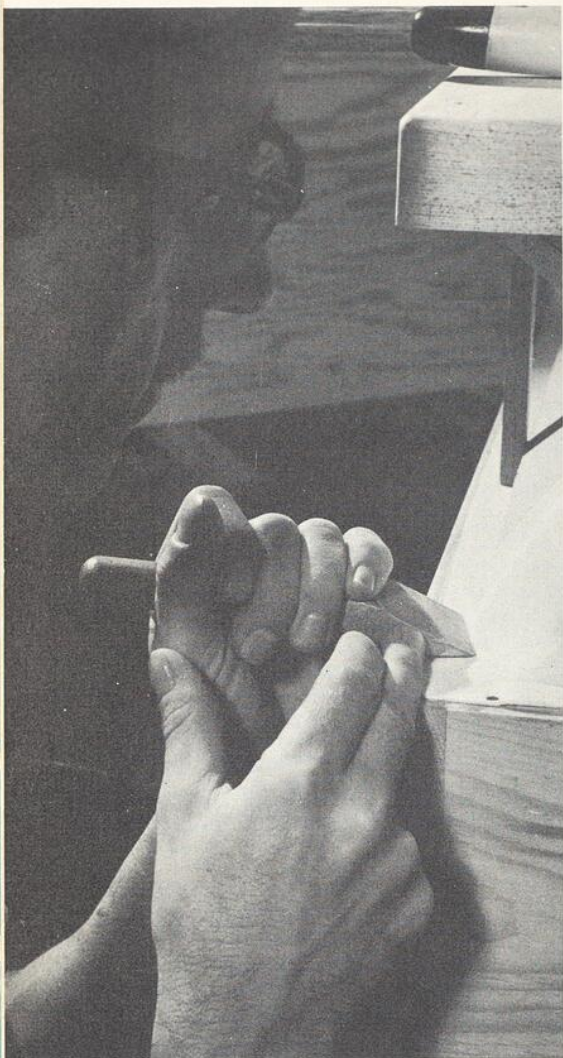
ST-HYACINTHE — FACTEURS D'ORGUES

“Gardienne jalouse d’une tradition plus que séculaire, la maison Casavant frères de St-Hyacinthe, facteur d’orgues de réputation mondiale, met au service de l’art une connaissance approfondie du métier, des matériaux modernes d’une haute qualité, une machinerie efficace.”

L’orgue, instrument de musique d’une grande complexité, depuis des siècles perpétue une tradition artisanale quasi immuable. Le métier de facteur d’orgues, grâce à l’apport de la technique moderne, s’est pourtant amélioré encore, atteignant un degré de perfection rare tout en conservant l’empreinte humaine qui le caractérise.

L’origine de l’orgue est imprécise. On en retrouve des traces embryonnaires vers l’an 300. Ce n’est que vers le 15^e siècle qu’il acquiert les formes majestueuses que nous lui connaissons et qu’il prend place dans les églises. L’historique de l’orgue présente le plus grand intérêt et nécessiterait un long exposé. Dans le cadre de cet article, nous nous attacherons

ROBERT BASTIN



Cuirage de soufflet.

surtout au côté technique de la question, c'est-à-dire au fonctionnement et à la construction de l'instrument.

À cette fin, nous avons rendu visite à un important facteur d'orgue du Québec, l'ancienne maison Casavant frères à St-Hyacinthe.

Cette manufacture fut fondée au début du 19^e siècle par Joseph Casavant. Ses fils, Claver et Samuel, continuèrent l'oeuvre paternelle et assurèrent la célébrité à la firme. Aujourd'hui, la maison Casavant peut se targuer d'être pratiquement la seule du genre au Canada et la deuxième en importance au monde tant au point de vue production que qualité. Chaque année, les quelques deux-cent cinquante spécialistes à son emploi construisent une cinquantaine d'orgues importants. Sa clientèle est particulièrement nombreuse aux États-Unis. Tout récemment, elle s'est vu confier la fabrication et l'installation de l'orgue de la synagogue de Chicago dont les plans sont dus à nul autre que le célèbre architecte américano-japonais Yamasaki.

QU'EST-CE QU'UN ORGUE?

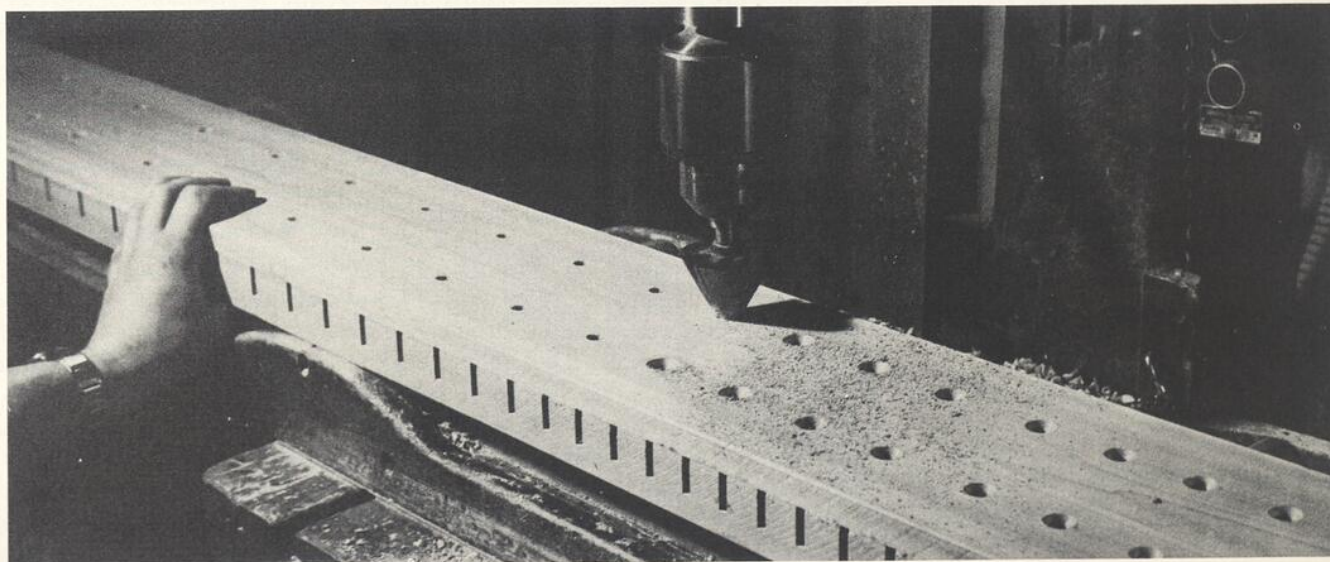
Extérieurement, l'orgue comporte deux éléments: un soubassement de

bois reposant sur la tribune, échan-crée au centre pour ménager l'emplacement de la console où jouera l'exécutant et une tuyauterie de façade qui masque tout un monde sonore. Selon son importance, l'orgue compte deux à cinq claviers manuels et un pédalier. Chacun des claviers correspond à un plan sonore et à une partie de l'édifice. Chaque clavier met en action des jeux commandés par des boutons de registre ou des dominos disposés, le plus souvent, sur les côtés de la console. Les pieds actionnent des tirasses ou des champignons commandant les accouplements ou les combinaisons facilitant la mise en oeuvre de l'orgue. Une ou plusieurs pédales, situées au-dessus du pédalier, ferment plus ou moins les volets des boîtes expressives où l'on enferme les jeux de solo. La console est donc un véritable tableau de commande centralisant tous les moyens d'action et permettant le maniement le plus commode de l'instrument.

FONCTIONNEMENT

Pour assurer son fonctionnement, l'orgue exige une mécanique précise, robuste, complète mais aussi simple que possible et des "poumons" en rapport avec sa taille.

Fraisage d'un sommier.





Ici d'habiles artisans ébénistes fabriquent les tuyaux de bois.

Autrefois, des soufflets de peau, actionnés manuellement, fournissait le vent nécessaire. Ces soufflets sont maintenant remplacés par des ventilateurs électriques centrifuges à fort débit $2/3$ de mètre cube par minute et par jeu, mais donnant une pression faible ne dépassant guère 150 mm. d'eau, soit 11 mm. de mercure. L'air est emmagasiné dans des réservoirs, sortes d'énormes soufflets carrés formés de deux tables de bois réunies par des plis de peau. La pression est réglée au moyen de masses posées sur la table supérieure mobile. Un régulateur automatique règle l'arrivée de l'air. Un énorme conduit de bois, le *portevent*, canalise

le vent et le conduit du réservoir au soubassement de l'instrument. La distribution de l'air est assurée par le *sommier mécanique* concurrentement avec les systèmes pneumatiques ou électropneumatiques. L'air est réparti note par note à chaque tuyau selon l'enfoncement des touches du clavier. Le *sommier* permet également à tout moment de faire taire ou parler chaque rangée de tuyaux de même timbre selon la disposition du bouton correspondant sur la console. Différents organes régissent chacune de ces fonctions: pour la première *la laye*, les *gravures* et la *table*, pour la seconde les *registres* et les *faux registres*.

La *laye*, à la base de l'ensemble, est une caisse étroite et allongée, ouverte sur le dessus et dans laquelle arrive le vent. Elle s'étend sur toute la longueur du *sommier* et sert d'organe distributeur. Sur sa partie supérieure est collée une sorte de grille formée de cases allongées, une par note, qui dépasse de beaucoup en largeur la *laye*. Ces gravures sont séparées de la *laye* par autant de soupapes rectangulaires, couvertes de peau collée à une des extrémités pour former charnière et assurer l'étanchéité. On agit de l'extérieur sur chaque soupape par un crochet relié à une tige, ou *jonc*, qui passe par un petit trou percé dans le fond de la *laye*: les fuites d'air sont évitées grâce à une bourse en peau fine et imperméable. Au-dessus des gravures est fixée solidement la table. C'est une énorme planche de bois épais soigneusement poli et percée de multiples trous correspondant chacun à un tuyau. Ainsi, quand on ouvrira une soupape, l'air sera introduit dans la gravure correspondante et sortira par plusieurs trous alignés; tous les tuyaux donnant la note parleraient à la fois s'il n'y avait moyen d'isoler les différents jeux grâce à des *registres*. Pour ce faire, on a placé parallèlement au-dessus de la



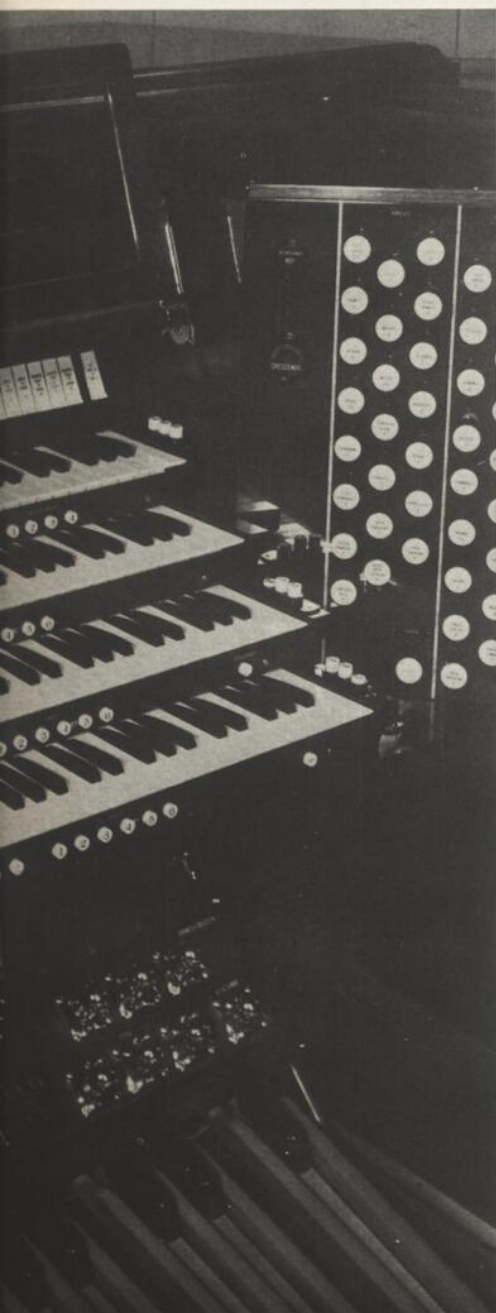
Ajustage du mécanisme de contact dans la console.



L'alliage de plomb et d'étain qui servira à la confection des tuyaux vient d'être coulé.



Travail d'ébénisterie.



système produit un décalage entre l'instant où l'organiste abaisse la touche et celui où le tuyau parle d'où découle une déplorable imprécision.

Le troisième système, utilisant l'énergie électrique, fonctionne suivant le même principe que celui que l'on vient d'exposer. Seul le mécanisme actionnant les soupapes diffère. En voici d'ailleurs la description: chaque touche des claviers ou du pédalier permet de fermer un circuit, grâce à une ou plusieurs aiguilles d'argent formant contact. Une dynamo solidaire du ventilateur ou des accumulateurs chargés par redresseur, fournit le courant continu d'une tension de 10 à 16 volts. Les soupapes des leviers Baker sont cette fois commandées par des électro-aimants.

Le courant, établi par la touche d'où part un seul fil, se rend au buffet dans la machine d'appel où il commande un électro-aimant répéteur. La pièce mobile de celui-ci comporte cette fois plusieurs aiguilles de contact chacune correspondant à un circuit séparé, fermé d'autre part à la volonté par un *bloc de coupure*. On peut ainsi faire parler les jeux du clavier lui-même ou en plus les jeux d'autres claviers qui sont alors accouplés.

Ce système permet de préparer à l'avance de multiples combinaisons avant que l'organiste n'exécute son morceau.

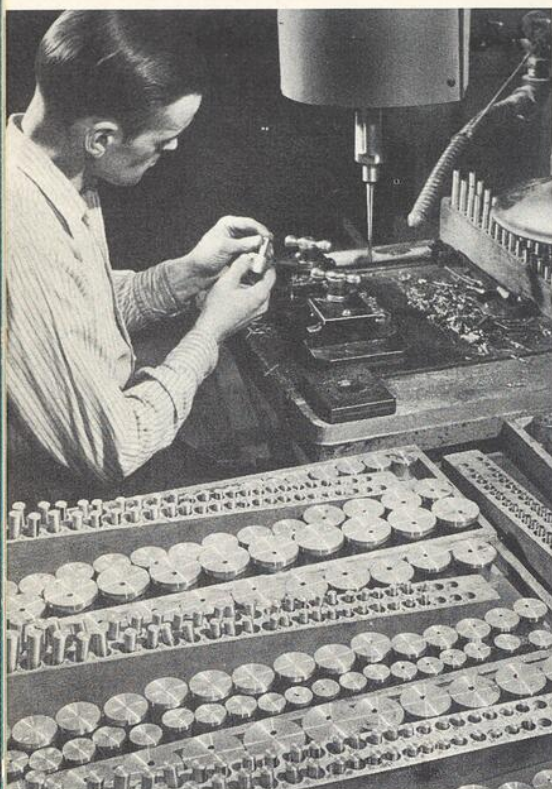
LA BOÎTE EXPRESSIVE

Dès le début du 18^e siècle, l'Anglais Jordan eut l'idée d'enfermer certains jeux dans une boîte de bois fermée de tous les côtés sauf une face percée de volets mobiles permettant de régler à volonté l'intensité du son parvenant à l'auditeur. Ces volets sont actionnés à l'aide d'une pédale ou par des éléments pneumatiques ou électro-pneumatiques. Ce système offre la possibilité de faire des crescendo ou des decrescendo. Son emploi se limite ordinairement au clavier de récit où se trouvent la plupart des jeux de solo.

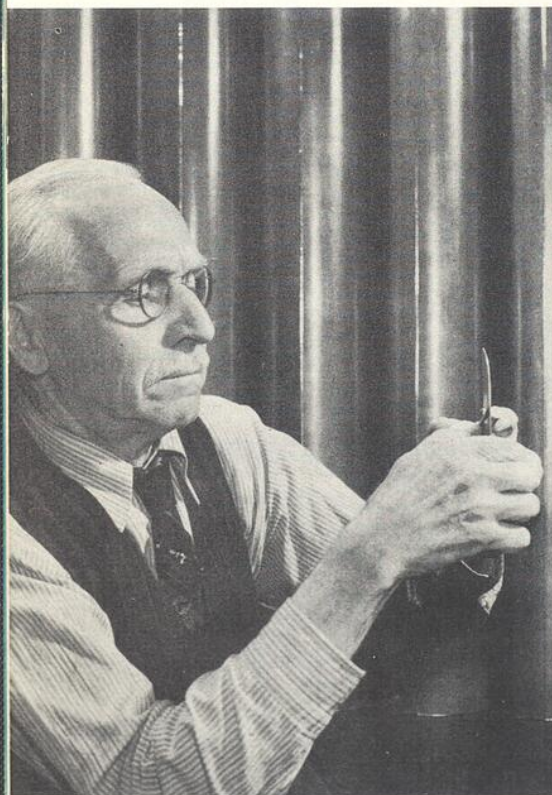
LES TUYAUX SONORES

Les tuyaux sonores sont de deux catégories: *les tuyaux à bouche* pouvant être ouverts ou fermés et les *tuyaux à anche* presque toujours fermés et affectant les formes les plus diverses: cylindriques, coniques, à pavillon, etc.

Les tuyaux à bouche ouverte, comme tout organe sonore, comportent *excitateur* et *résonateur*. L'excitateur est un biseau rigide contre



Préparation des noyaux d'anches.



L'harmoniste à l'oeuvre.

lequel est envoyé un fin courant d'air délimité par une *lumière*. Au contact de la lame solide se produit un phénomène tourbillonnaire qui produit un son dont la fréquence varie selon la forme du biseau et la pression de l'air. Si l'on place à la suite un tuyau formant résonateur pour une fréquence déterminée par ses dimensions, l'excitateur s'accorde sur cette fréquence car il y a beaucoup plus d'énergie dépensée dans la colonne d'air du tuyau qu'au niveau du *biseau*. Cependant pour que le tuyau parle vite avec une bonne sonorité et que les transitoires qui se produisent à l'ouverture de la soupape placée sous le pied du tuyau soient très réduits, il est nécessaire que les deux fréquences propres soient au préalable le mieux accordées que possible. C'est le travail de l'harmoniste qui découpera dans la lumière des encoches accroissant la force du jet d'air et qui placera parfois devant la lèvre inférieure un frein maintenu par des oreilles situées de part et d'autre de la bouche. C'est la colonne d'air contenue dans le tuyau qui entre en vibration et produit le son grâce à un phénomène d'ondes stationnaires longitudinales. Les tuyaux métalliques sont construits à partir d'une feuille plate enroulée puis soudée. Le plus souvent ils sont d'un alliage d'étain et de plomb. Les tuyaux graves peuvent être de bois (okoumé, pin ou sapin). on leur donne alors une section carrée ou rectangulaire.

Les tuyaux à bouche fermée fonctionnent suivant le même mécanisme avec comme différence qu'à leur extrémité fermée aucun mouvement d'air ne peut se produire. Il émet un son moins riche que le tuyau ouvert correspondant et, à longueur égale, il donnera l'octave grave.

Les jeux d'anche apportent à l'orgue l'éclat et la puissance ainsi que de remarquables sonorités de détail grâce à leur particulière richesse en harmoniques. L'organe excitateur est invisible. Le pied du tuyau re-

couvre une forte pièce de plomb, *le noyau*, enserrant *la gouttière* ou *anche* et sa languette vibrante en laiton. Le résonateur, le tuyau proprement dit, est fixé sur le noyau. Sa dimension est telle que la fréquence de ses vibrations coïncide à peu près avec celle de l'excitateur. Sa forme, très variable, est fonction du timbre à obtenir.

DU TRAVAIL SUR MESURE

Le facteur d'orgue ne travaille pas en série. Chaque instrument est fabriqué suivant des normes précises qui sont dictées par les besoins spécifiques de l'église, du temple, de la salle où il doit être édifié.

Une foule de corps de métiers sont requis pour mener l'oeuvre à bonne fin. La fabrication des tuyaux est dévolue aux plombiers. Les électriciens, hautement qualifiés, ont charge de monter les délicats et compliqués circuits basse tension et continu. L'ajustage des mécanismes et la fabrication de certaines pièces est du domaine des mécaniciens. La construction du meuble, des tuyaux de bois exige des ébénistes et un matériau de premier choix. Aux dessinateurs, il appartient de concevoir l'orgue esthétiquement, d'établir le projet, de tracer les détails mécaniques et les dessins d'atelier. Enfin les harmonistes apportent la touche finale à l'instrument.

Il va sans dire qu'un long apprentissage est indispensable pour arriver à former cette main-d'oeuvre ultra spécialisée. La maison Casavant frères, depuis des générations, recrute son personnel dans St-Hyacinthe et environs. Il n'est pas rare que le fils ou le petit-fils manie l'outil utilisé déjà par le grand-père ou l'arrière-grand-père. Quand on parcourt les vastes ateliers, on a l'impression de visiter une grande famille dont tous les membres, les uns formés par la tradition, les autres dans les écoles de métiers, travaillent à assurer la pérennité d'un art, à le maintenir au haut niveau auquel il a été hissé grâce au labeur et à la compétence des ancêtres.

● GRANDE-BRETAGNE

NOUVEAUX ESSAIS DU "HOVERCRAFT"

Londres

L'essai d'un "Hovercraft" du modèle "Vickers Armstrong", sur glace et sur neige, a été couronné de succès à Lee-on-Solent.

L'appareil, après avoir couvert 14 milles sur l'eau, s'est déplacé, avec une parfaite aisance, sur un terrain couvert de glace et de neige.

TÉLÉVISION EN COULEURS

Londres

La télévision en couleurs fera probablement ses débuts en 1965.

La British Broadcasting Corporation, après avoir préconisé le système américain, a opté pour le système français qui offre différents avantages.

La BBC a également décidé qu'elle adopterait la définition de 625 lignes, utilisée en Europe Continentale, pour sa deuxième chaîne de télévision.

● ITALIE

TRANSATLANTIQUE

Trieste

Lancement du paquebot "OCÉANIC", de 34,000 tonnes.

Mesurant 767 pieds de long, sur 33 verges de large, le navire est propulsé par un moteur de 60,500 chevaux à une vitesse de croisière de 25 noeuds.

Il comporte onze ponts et pourra accueillir, lors de sa mise en service sur la ligne Europe-Amérique du Nord en 1964, 1,600 passagers en première et en classe touristique.

NOUVELLES TECHNIQUES

René Torre

DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE

Rome

Les physiciens italiens ont découvert un quatrième état de l'hydrogène; il s'agit d'un nouvel isotope, extrêmement lourd, de cet élément.

La découverte a été réalisée en bombardant des atomes d'hélium avec des radiations gamma produites par un synchrotron.

Elle accroît les connaissances de l'homme sur la structure profonde de la matière.

● JAPON

VAGUE DE FROID SUR MARS

Tokyo

Selon les savants japonais, une vague de froid, partie du continent Noah, dans l'hémisphère sud de Mars, a envahi, fin janvier, une bonne partie de l'hémisphère nord.

Ils se demandent si la Terre et Mars, soumises à une vague de froid au même moment, ne sont pas toutes deux victimes d'une même cause extraplanétaire.

Ils ont remarqué, le 10 décembre dernier, qu'un typhon, semblable à un typhon terrestre, avait été suivi par l'apparition de vastes nuages.

● ÉTATS-UNIS

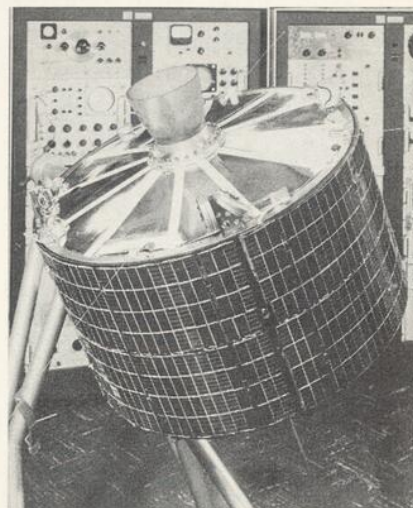
"VOIX DE L'AMÉRIQUE"

Washington

Mise en service du plus puissant émetteur à ondes courtes des États-Unis. Cet émetteur est 96 fois plus puissant que la plus importante station d'émissions commerciales du pays.

"SYNCOM" N'ÉMET PLUS

Washington



Le satellite de communication "SYNCOM" a cessé d'émettre 5 heures après son lancement.

Lancé pour graviter à très haute altitude, à une vitesse correspondant à celle de la rotation de la terre, il devait sembler stationnaire dans le ciel au-dessus d'un point fixe.

En fait, pour donner cette impression, il aurait dû décrire un grand "huit" entre l'Afrique et l'Amérique du Sud, et entre les 30èmes degrés de latitude Nord et Sud.

On pense qu'il a pu être endommagé par des micrométéorites de fer, ou de silicates de divers métaux, de 5/1000 de pouce, vestiges de quelque planète qui fit explosion dans la nuit des temps.

CONVERSION AU SYSTÈME MÉTRIQUE

Washington

L'Institut Américain d'Essai des Matériaux a décidé, dorénavant, de donner également les résultats des caractéristiques techniques des métaux, qui leur sont soumis, en mesures métriques.

Tous les produits industriels auront des normes métriques.

● ● FRANCE ●

3ème CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉLECTRONIQUE QUANTIQUE: MASERS ET LASERS

Paris

Inconnus il y a quelques années, les lasers (appareil conçu pour amplifier les ondes de la lumière visible par l'émission stimulée de radiations) et les masers (appareil destiné à amplifier une émission radio trop faible pour être captée par les tubes amplificateurs ordinaires) ont jusqu'à ce jour intéressés les télécommunications terrestres et s'étendent aux télécommunications spatiales.

Cependant, les progrès foudroyants de l'électronique quantique permettent d'entrevoir d'autres réalisations d'importance.

Un faisceau de lasers a déjà été utilisé comme scalpe lumineux, tandis que les Américains mettent au point un émetteur maser qui serait susceptible d'envoyer un rayon lumineux capable de percer une plaque de fer.

S'il devient possible de faire transporter autant d'énergie par un rayon lumineux, les savants pensent qu'il sera bientôt aisé de détruire une fusée en plein vol.

RADAR "AQUITAINE"

Bagneux

Le radar "Aquitaine" qui, selon ses constructeurs, est le plus précis du monde, sera chargé de suivre, dans l'espace, le premier satellite français "DIAMANT", dont le lancement aura lieu en 1965.

Il peut détecter et déterminer, à 2 verges près, un objet situé à moins de 14,500 milles.

Pesant 9 tonnes, mobile, monté sur remorque ou sur voie ferrée, il effectue sa poursuite automatiquement, insensible aux températures de moins 30 à 160 degrés, aux vents de sable, et aux plus fortes averses.

MAISONS SOLAIRES

Paris

Réalisations de deux maisons, entièrement alimentées par des "pièges à calories" emmagasinant l'énergie solaire le jour.

L'une d'elle, la "Maison d'hiver", est chauffée et éclairée par le soleil.

La seconde, la "Maison d'été" est dotée d'installation diffusant du froid et de l'air frais, toujours produits par l'énergie solaire.

TV ANTI-VOLEURS

Paris

Dispositifs permettant de surveiller, dans un rayon de 5 milles, les allées et venues de plusieurs personnes, grâce à une caméra à prise de vues à infrarouges.

Un seul homme, assis devant un écran de télévision, peut déceler, dans la nuit noire la présence d'un être humain.

Ceci est rendu possible, à cause du rayonnement calorifique qu'émet, à son insu, chaque individu.

EXPLORATION SOUS-MARINE

Marseille

Départ d'une nouvelle expédition sous-marine, en Mer Rouge.

Dix hommes vivront, pendant deux mois, dans un véritable village sous-marin constitué de trois maisons.

Les dix océanauts auront à leur disposition une soucoupe plongeante et trois véhicules sous-marins.

Ils n'auront pas le droit de remonter, avant la fin du temps imparti pour l'expédition.

CANAL DE LA MARNE AU RHIN

Mauvages



Souterrain livrant le passage au canal.

Cintrage métallique soutenant la voûte de l'ouvrage.

● ● C A N A D A ●

BRISE-GLACE

Ottawa

Mise en chantier prochainement du plus grand brise-glace du monde mu à moteur à explosion.

La puissance de ce navire atteindra 24,000 chevaux-vapeur.

Seul le brisé-glace soviétique "Lénine" de 44,000 chevaux-vapeur, propulsé à l'énergie nucléaire, sera plus important que celui que construira le Canada.

SABLES BITUMINEUX

Athabasca (Alberta)

Les sables des rives de la rivière Athabasca contiennent 12 à 20% de bitume, ce qui constitue la plus grande accumulation potentielle d'hydrocarbure du monde, puisqu'ils renferment 43 millions de tonnes de bitume soit, approximativement, le montant des réserves mondiales de pétrole brut.

Une nouvelle méthode, pour l'exploitation de cette richesse, consiste à injecter de la vapeur d'eau et des produits chimiques dans un puits foré dans le sable.

L'émulsion de bitume, très visqueux, ainsi obtenue, est traitée dans une usine de craking thermique.

Les produits légers sont ensuite transportés par oléoducs vers une autre usine qui les débarrasse du soufre qu'ils contiennent.

ÉNERGIE INÉPUISABLE

Hamilton Falls (Labrador)

Les chutes de l'Hamilton produiront, dans 5 ans, l'équivalent de 4 millions de chevaux-vapeur d'électricité indéfiniment.

Hautes de 305 pieds, soit 100 pieds de plus que celles du Niagara, ces chutes, par leur débit, sont considérées comme susceptibles de fournir la plus grande puissance énergétique hydraulique du monde.

BRIDETOWN - FUSÉE

Barbade

Lancement d'un quatrième projectile équipé d'instruments télémétriques à une altitude de 73,000 pieds.

L'engin a tenu l'air pendant 2 minutes et 16 secondes, avant de retomber à 8 milles de son point de départ.

VAISSEAU SPATIAL

Canada - États-Unis

Un ingénieur canadien sera chargé de la construction du vaisseau spatial américain qui transportera des hommes sur la Lune, d'ici 1970.

Un trentaine d'autres compatriotes, qui occupent de hauts postes, lui seront adjoints.

● ● U. R. S. S. ●

ÉOLIENNES TROPOSPHÉRIQUES

Moscou

Projet soviétique pour la construction d'une centrale éolienne, à 40,000 pieds d'altitude, qui pourrait également servir de relais aux émissions de radio et de télévision.

Cette centrale serait actionnée par des vents constants, soufflant à 28-33 yards-seconde, dans cette couche de la terre qui se trouve au-dessus de la stratosphère, et que les météorologistes appellent troposphère, parce que les masses d'air y sont constamment en mouvement.

L'éolienne, de 30 tonnes, serait maintenue à cette altitude par un câble en fibre synthétique.

Le prix de l'énergie, fournie par ce moyen, serait de 5 à 6 fois moins élevé que celui obtenu par les centrales électriques rurales.

GÉNÉRATEUR SOLAIRE

Moscou

Les soviets achèvent la construction d'un appareil qui transformera la chaleur du soleil en énergie électrique.

Ce générateur servira à pomper l'eau à de grandes profondeurs, dans les régions désertiques du pays.

NUMÉRO SPÉCIAL DE MAI DESTINÉ À L'INDUSTRIE

Le numéro de mai de Technique s'adressera particulièrement à l'industrie. Si les dix éditions mensuelles que nous publions au cours de l'année font une large place aux techniques industrielles afin de renseigner notre jeunesse étudiante, il reste que les chefs d'entreprises n'ont pas toujours l'occasion de visiter nos institutions techniques et de se familiariser avec l'enseignement qui s'y donne. Aussi bien, puisque tout l'enseignement de nos écoles est orienté en définitive d'après les emplois que nos jeunes sont appelés à occuper dans les industries, il est normal que nous projetions devant les dirigeants de celles-ci une vue d'ensemble de l'oeuvre qui s'accomplit pour elles. Nous nous efforcerons donc, dans ce numéro spécial, de mieux faire connaître aux chefs d'entreprises les types de techniques auxquelles nous préparons les jeunes, les principes et les méthodes qui président à cette formation. Il est bon que les industriels soient renseignés davantage sur la façon dont nous leur préparons une main-d'oeuvre spécialisée, compétente tant pour répondre aux exigences de chaque secteur que pour assurer le succès du grand essor technologique qui se dessine dans la province de Québec.

Messieurs les industriels, vous serez, le mois prochain, les hôtes de Technique.

SANS FORMATION TECHNIQUE, AUCUN JEUNE



NE PEUT SE PERMETTRE D'ABANDONNER L'ÉCOLE

Dans un proche avenir, au Québec, l'enseignement technique s'étagera sur différents niveaux. Le premier, après la 6e ou la 7e année; le second, après la 8e ou la 9e année et le troisième, après la 11e ou la 12e année. Enfin, les grands instituts, les universités couronneront le tout.

Les importantes réformes amorcées par l'étatisation de l'électricité, la création de la Société générale de financement et du Conseil d'orientation économique exigent que le système d'enseignement s'adapte à de nouveaux concepts.

Il ne nous suffit pas d'avoir des hommes d'affaires avisés, il faut aussi que nous disposions d'une main-d'oeuvre hautement qualifiée et très bien rémunérée, prête à occuper les postes qui seront ouverts demain.

La formation générale reste et demeurera plus que jamais indispensable mais la formation technique en est le complément logique et nécessaire. Dans un monde placé sous le signe de l'industrialisation à outrance, où les emplois sont de plus en plus complexes, il apparaît clairement que nos jeunes doivent recevoir une préparation plus longue, plus approfondie et qui comporte l'acquisition de techniques assez diversifiées pour leur permettre de faire face aux changements d'occupations au cours de leur carrière.

À l'heure où nous repensons les principes et l'organisation de l'enseignement technique et professionnel dans le Québec, nous sommes assurés que le personnel enseignant est animé du désir sincère de dispenser à notre jeunesse une formation qui soit non seulement conforme à ses aptitudes et à ses ambitions, mais qui réponde aux conditions sociales et économiques.



LE MINISTÈRE DE LA JEUNESSE