

OFF
3A1
4/
x2

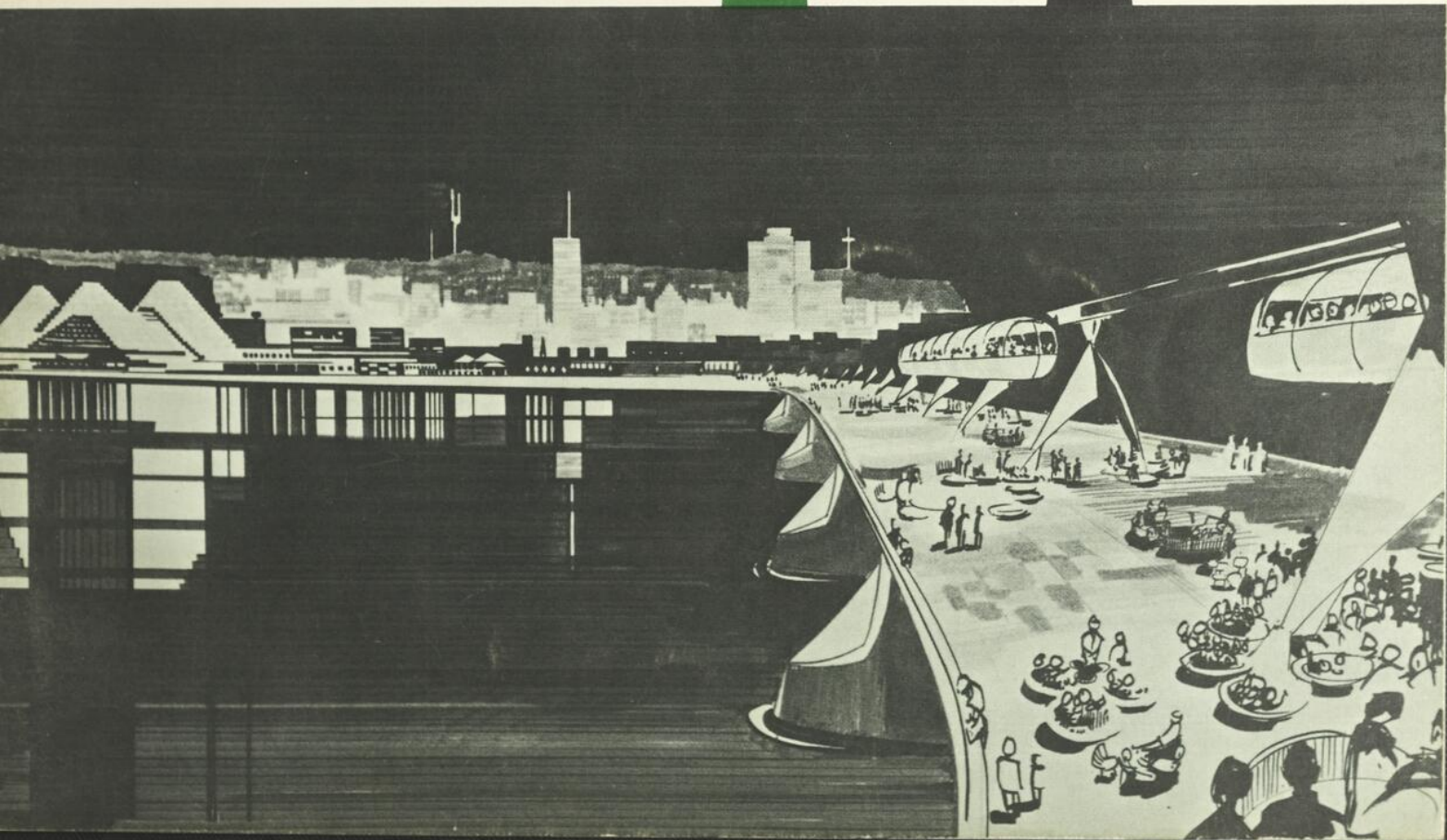
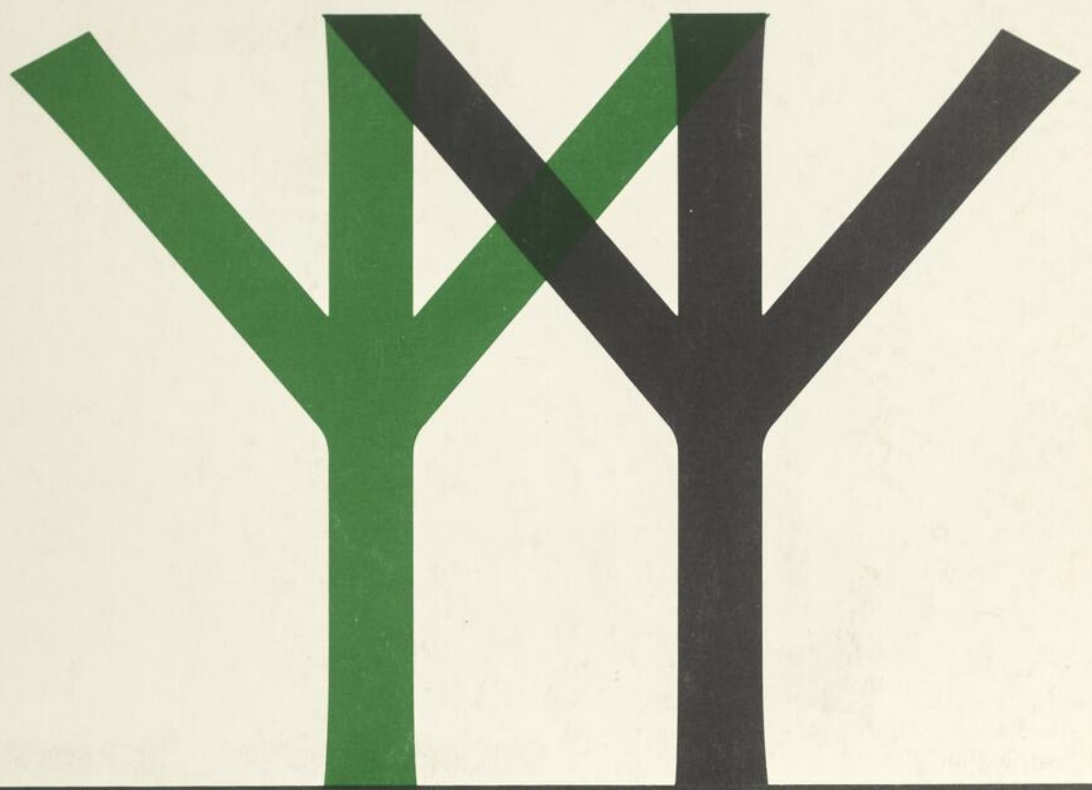
Bibliothèque
du
Municipal de Sherbrooke

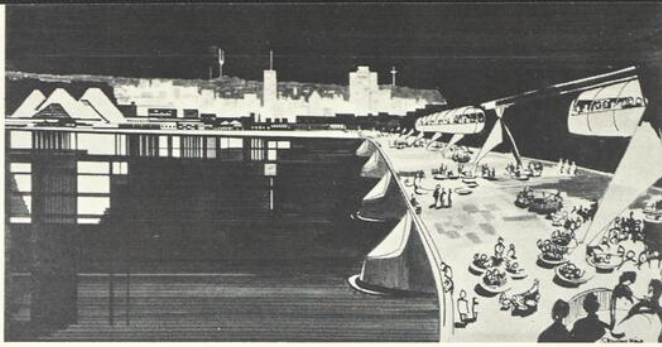
METTRE DANS UN CARTONNIER

7

92-D

TECHNIQUE
JANVIER 1965





NOTRE COUVERTURE — Les travaux de l'Expo 67 obligent les ingénieurs à réaliser bien des prouesses techniques. Parmi les plus spectaculaires il faut certes compter le pont des Peuples qui reliera la jetée MacKay à l'île Verte et l'île Notre-Dame.

TECHNIQUE

La revue de l'enseignement technique du MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
The Specialized Education Magazine of the DEPARTMENT OF EDUCATION

Directeur

PIERRE LAFRANCE

Director

Secrétaire de la rédaction

MARCEL SÉGUIN

Editor

Publiée par le Service d'information
Published by the Information Service



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

PAUL GÉRIN-LAJOIE

MINISTRE

Rédaction

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

Canada

626-4873 — 387-7108

Abonnements

Case postale 40, Hôtel du Gouvernement, Québec.

Editorial Offices

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.

JANVIER 1965

VOL. XL, NO. 5

Sommaire

Le tunnel entre la France et l'Angleterre	Roland Prévost	1
Soupape de sûreté en graphite	Pierre Daudelin	7
Les fibres synthétiques	Solange David	8
Le français vivant	Gérard Charbonneau	11
Le bombardement électronique	Pierre Daudelin	12
Réacteur à eau lourde	Jean-René Roy, s.c.	16
Le pont des Peuples	René Torre	24
La caisse d'arrivée de pâte "Isoflot"	Pierre Daudelin	27
L'actualité technique	Roland Prévost	30
À l'Institut Aérotechnique du Québec: un AUTOGYRE		32

Abonnements: 10 numéros par an

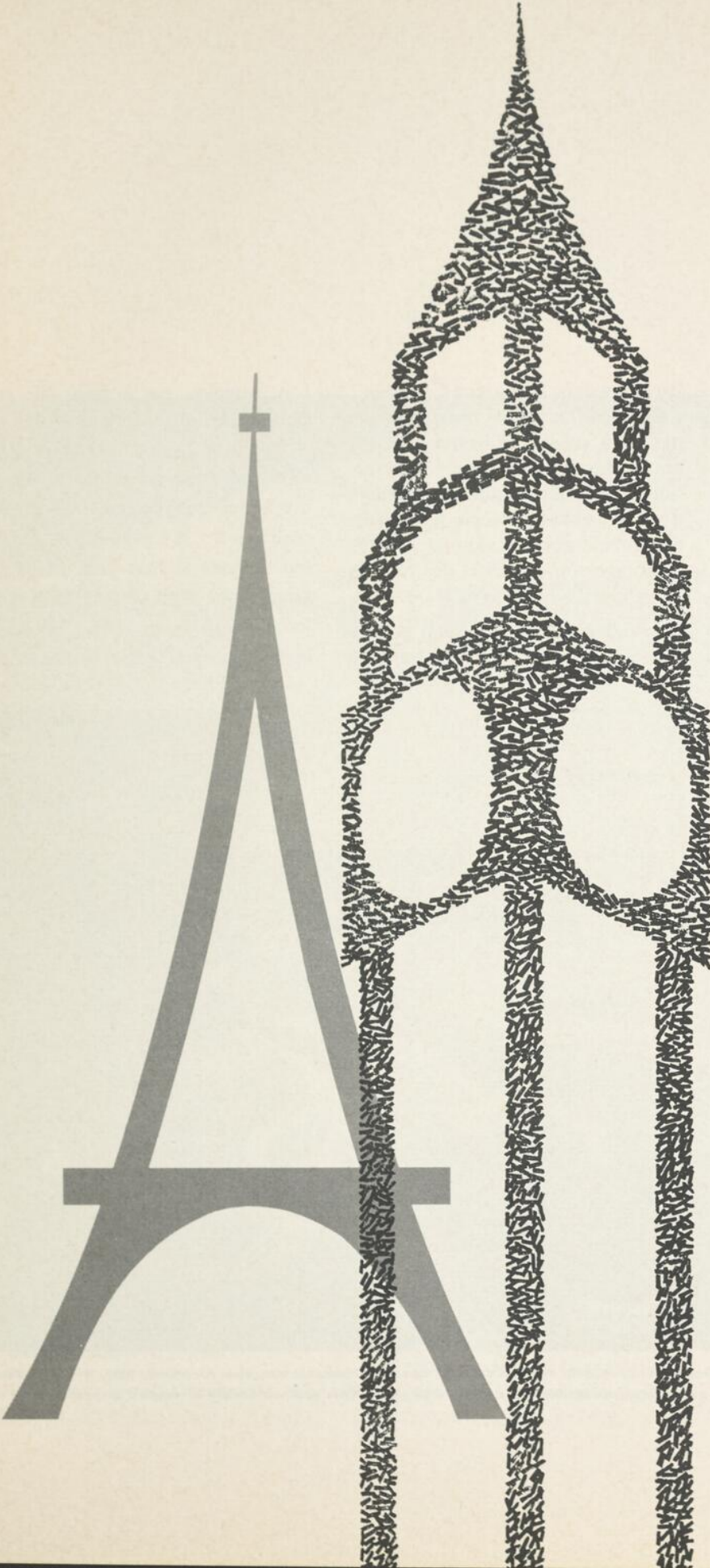
Subscriptions: 10 issues per year

CANADA \$2.00

Autres pays — Foreign Countries \$2.50

Sources

Le tunnel entre la France et l'Angleterre: photos du Palais de la découverte. Réacteur à eau lourde: photos de Atomic Energy of Canada Limited. Le pont des Peuples: photos de Richard Arless Associates.



LA PLUS GRANDE ENTREPRISE
DU SIÈCLE

LE TUNNEL ENTRE LA FRANCE ET L'ANGLETERRE

ROLAND PRÉVOST

La plus grande entreprise du siècle! Le tunnel sous la Manche, qui depuis le temps de Napoléon 1er revenait périodiquement dans l'actualité et faisait les beaux jours des Lesseps improvisés ou avides de réclame! Après tant de débats où la technique s'engloutissait souvent dans la politique — en particulier celle du "splendide isolement" d'Albion — voici que le projet n'a jamais été si près de sa réalisation. Nous disons "sous la Manche", mais il s'agit de son passage le plus étroit: le Pas-de-Calais.

C'est que les objections tombent les unes après les autres. L'Angleterre a appris à ses dépens, pendant la dernière guerre, qu'à l'ère de l'avion et des fusées son insularité ne la singularise pas, ne la protège plus. En ces dernières années, après avoir vainement tenté de faire

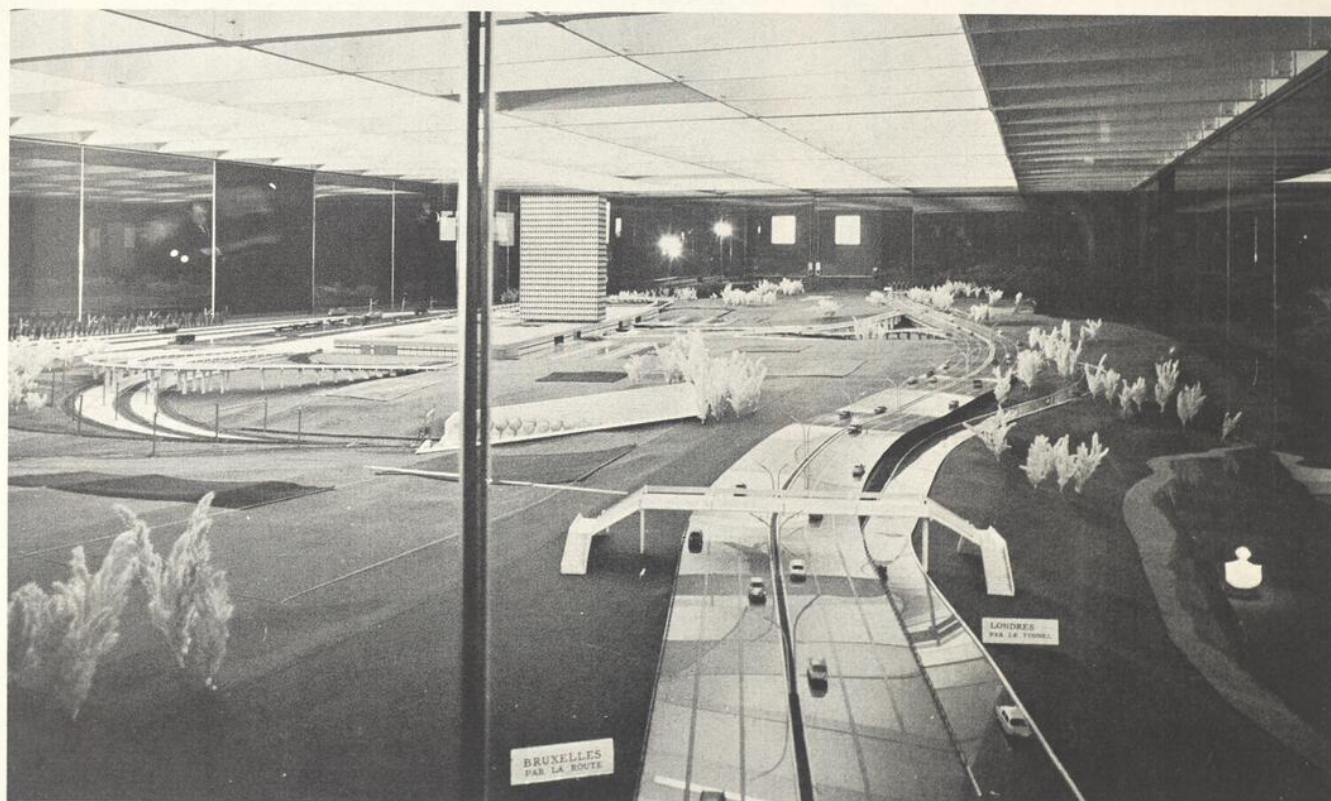
avorter le projet de marché commun européen, elle a été contrainte de solliciter son adhésion. On se rappelle que de grossières maladresses diplomatiques ont alerté la France qui a fait échec à cette démarche, satisfaisant ainsi au désir d'une large partie de l'opinion britannique.

Le tunnel sous la Manche favoriserait-il l'entrée de la Grande-

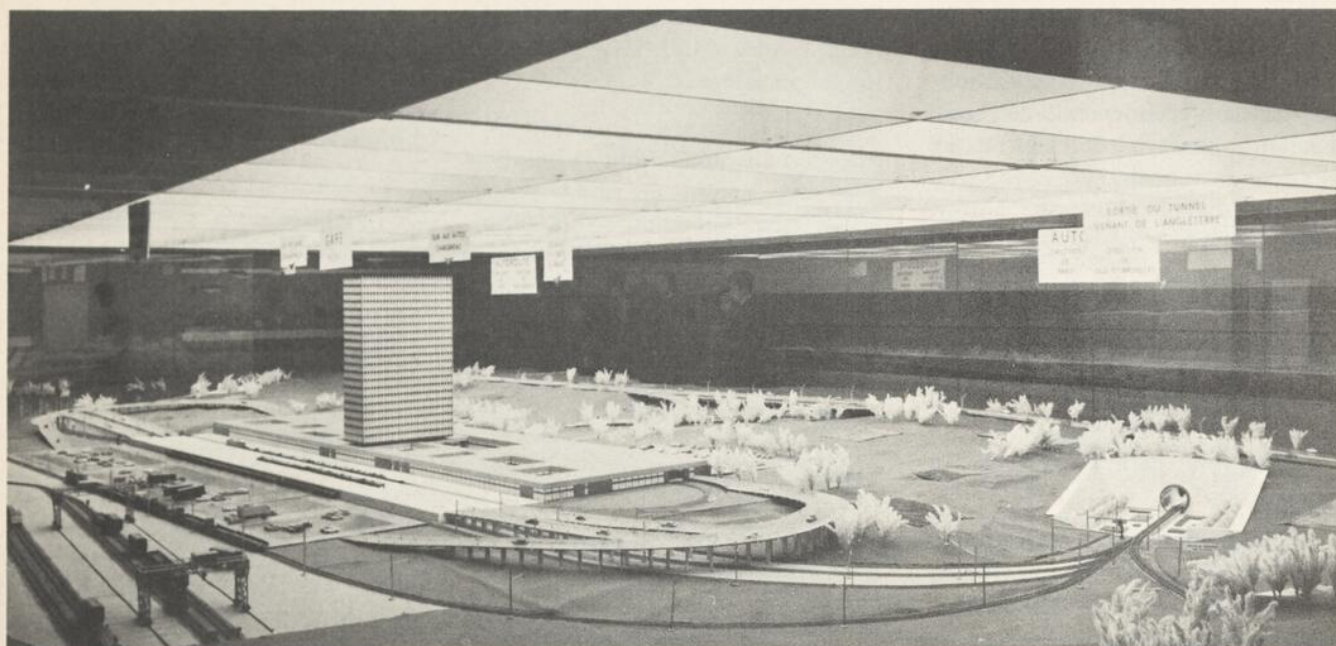
Bretagne dans le Marché Commun ? C'est possible mais nous n'avons pas ici à ergoter là-dessus. Ce qui nous intéresse c'est que les objections d'ordre technique, fort sérieuses il y a un quart de siècle seulement, ne tiennent guère devant les progrès du forage sous-marin et des tunnels préfabriqués.

Il suffira de citer deux grands travaux. Pour l'agglomération de

Los Angeles, on a posé sur une distance de *cinq milles et demi* dans le Pacifique un tuyau d'égout d'environ dix pieds de diamètre. Et on n'y a mis que 18 mois ! Deuxième réalisation : la route pont-tunnel qui traverse la baie de Chesapeake large d'une douzaine de milles, où les ingénieurs ont vaincu des difficultés apparemment insurmontables.



Au Palais de la Découverte, à Paris, fut exposé récemment ce modèle animé d'un projet de station terminale française. Au premier plan, arrivée et départ des autoroutes. Les autos passent sous l'autoroute pour atteindre le bâtiment de douane et de police. Elles prennent ensuite la rampe d'accès (au centre sur la gauche) pour arriver aux quais de chargement.



Autre vue de la maquette de la station terminale. Le bâtiment élevé, au centre, contiendra un hôtel et des magasins.

Pas de galeries sous la Manche

Il est évident que la construction d'un tunnel sous la Manche posera des problèmes beaucoup plus graves, qui tiennent à sa longueur même, aux tempêtes fréquentes, au trafic maritime, à la déclivité du fond marin, et surtout aux capitaux énormes qu'il faudra y engager.

Sur ce dernier point, l'accord de principe des gouvernements français et britannique semble admis; il resterait à trouver l'argent...

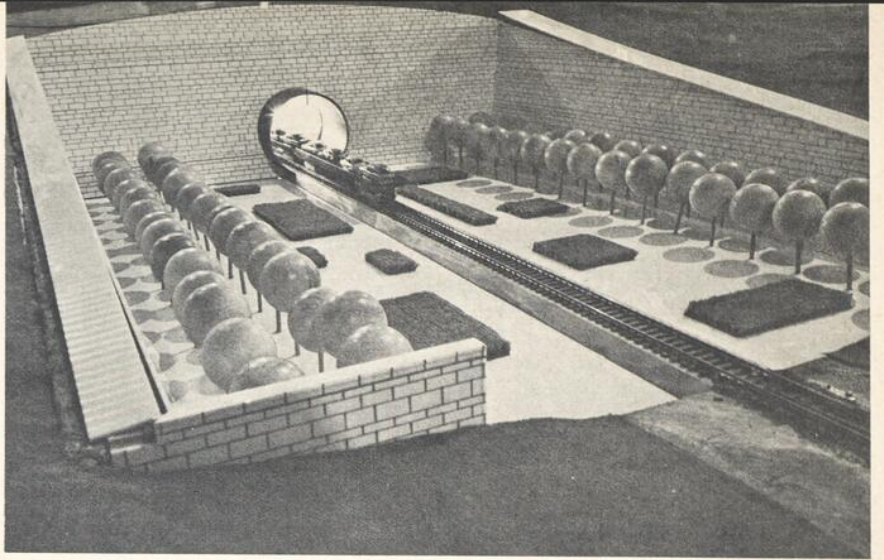
Le projet d'un tunnel foré est écarté à cause des risques d'inon-

dation pendant les travaux à plus de 150 pieds sous la surface des eaux: la couche géologique est uniforme mais il y aurait toujours le risque de failles inconnues. Sous la Manche, on creuserait dans la craie, donc dans une roche très tendre. Or, si dans les travaux du tunnel sous le Mont Blanc, où l'on avait affaire à du granit, donc une roche très dure, il se produisit des infiltrations impossibles à colmater, que serait-ce sous la Manche, où le poids de la masse d'eau est énorme?

Ce qui a déclenché la reprise des pourparlers du projet de liaison terrestre France-Angleterre, c'est

indirectement la nationalisation du canal de Suez par l'Egypte, en 1956. Mais pour comprendre la composition du groupe chargé d'étudier de nouveau tous les aspects de cette grande aventure, il faut remonter un peu dans le temps.

Vers 1880, le colonel Beaumont, un Anglais, invente une foreuse capable de réaliser rapidement le forage sous la Manche, projet sur lequel Thomé de Gamond, un Français, travaillait depuis des années. Une société se forme, à laquelle s'intéresse le gouvernement britannique et en 1882 on commença à creuser avec la machine de Beau-



Un détail de la maquette: un train d'autos s'engage dans le tunnel vers la Grande-Bretagne.

mont, qui se trouve aujourd'hui au Science Museum de Londres. L'affaire n'alla pas loin, mais elle démontra le haut rendement de cette machine, ancêtre de toutes les foreuses de tunnels.

Avant d'aller plus loin, notons que le projet de pont sur la Manche, ravivé il y a deux ou trois ans, est définitivement abandonné: entre autres inconvénients, il aurait celui, non négligeable, de coûter au moins le double des tunnels proposés, deux pour la circulation et un troisième, plus petit, pour le service et l'aération.

Les fournisseurs de capitaux

Le passage sous-marin a de bonnes chances de se réaliser pour les raisons énumérées plus haut, et aussi parce qu'il intéresse de très puissants intérêts qui ont formé un consortium avec siège à Paris: le Groupement d'études du tunnel sous la Manche. En font partie: les deux sociétés (française et anglaise) qui en 1880 avaient commencé le creusement aux deux extrémités, grâce à la célèbre foreuse Beaumont; la Compagnie du canal de Suez qui cherche à y placer les indemnités versées par l'Egypte; et enfin la société américaine Technical Studies Incorporated appuyée de grands banquiers de Wall Street. Les chemins de fer français et britannique, tous deux nationalisés, détiennent d'importantes tranches d'actions dans les sociétés de 1880.

Du moment que l'on écarte l'idée d'un tunnel foré, reste celle du tunnel préfabriqué.

De toute façon, la commission ministérielle qui a étudié la question a conclu en faveur d'un tunnel ferroviaire, qui serait la solution la moins chère et qui pourrait être financée uniquement pas des fonds privés. Donc pas d'aide de l'Etat et pas de majoration d'impôts, ce que les contribuables français et britanniques apprécient le mieux!

Des trains transbordeurs

Le rapport explique: "Le tunnel ferroviaire présente une sécurité par rapport au tunnel routier, en ce sens que les accidents mortels sur routes sont 50 fois plus fréquents que les accidents mortels en chemin de fer. Il serait à redouter que les accidents routiers paralysent le trafic pendant une partie appréciable du temps, alors que l'expérience montre que les accidents survenant au chemin de fer métropolitain de Paris (le métro) sont extrêmement rares."

"Le tunnel immergé serait constitué d'éléments préfabriqués disposés dans une tranchée draguée dans le fond de la mer, et recouverts ensuite d'un enrochement. Chaque élément serait mis en place à partir de plateformes fixes reposant sur des pieds coulissants, les éléments étant amenés par flottaison jusqu'à la plateforme. Cette conception

soulève évidemment certains problèmes d'ordre juridique mais leur solution en serait relativement facile, sauf peut-être en ce qui concerne les îles."

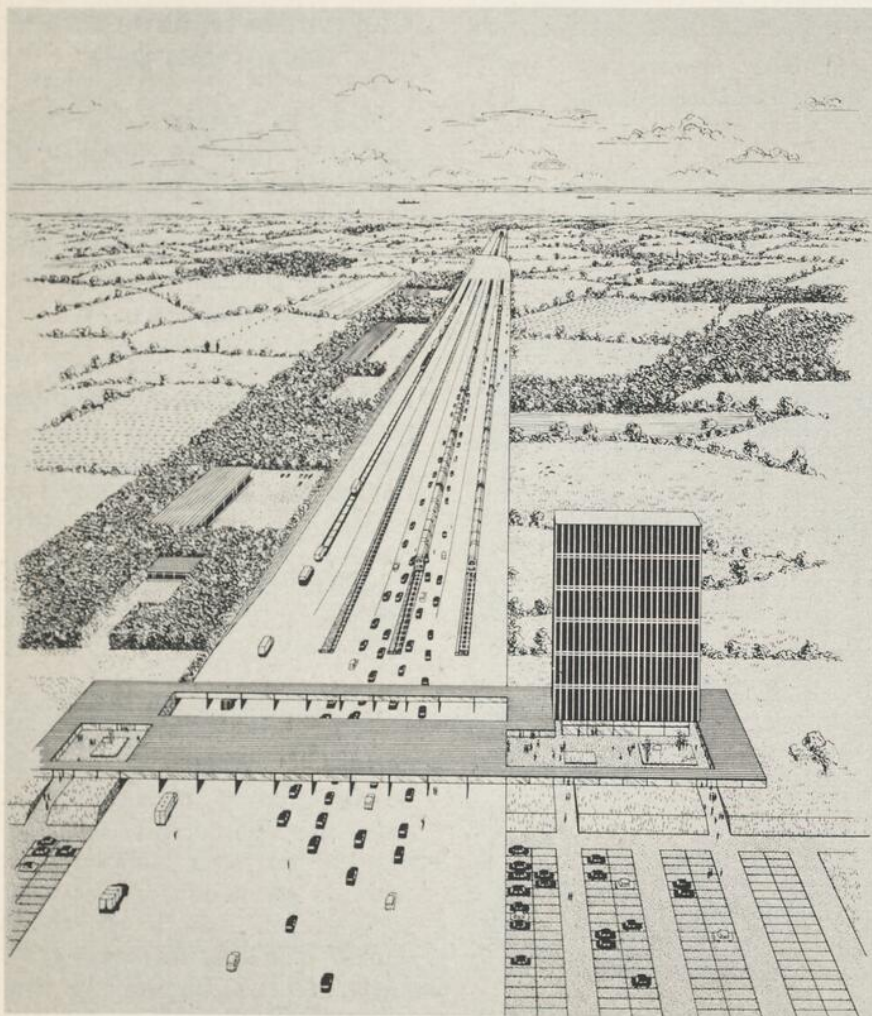
Le tunnel aura 32 milles et demi de longueur, dont neuf sous la mer. Le trajet total entre stations sera d'un peu plus de 43 milles; la station française sera à Sangatte, région de Calais; la station anglaise près de Folkestone.

Trois galeries circulaires

En réalité, il y aura trois tunnels. Deux galeries circulaires et entre les deux une galerie de service, celle-ci reliée aux deux autres par des galeries tous les 700 pieds environ.

Chacune des galeries principales contiendra une voie ferrée, une pour chaque sens de circulation. Bien entendu, les trains seront électrifiés, ce qui simplifiera énormément le problème de l'aération. L'énergie électrique se fera sous une tension de 25,000 volts.

Le rapport d'experts a prévu que la galerie de service, située un peu en contrebas des galeries principales, assurera la collection des eaux d'infiltration dans sa partie basse et le passage des câbles électriques dans sa partie haute. Outre la ventilation résultant de l'effet de piston produit par les trains, il sera réalisé une ventilation mécanique utilisant les conduites placées dans la galerie de service et permettant



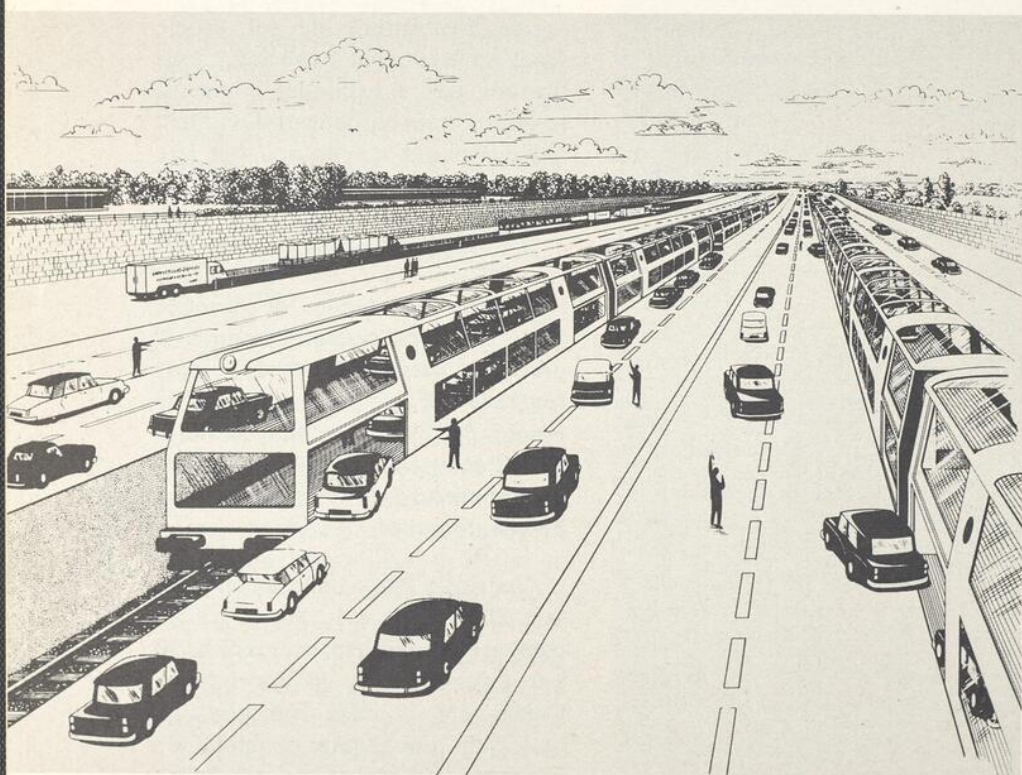
Ce dessin illustre parfaitement le projet. Au premier plan, terrains de stationnement à gauche et à droite. Au second plan, l'hôtel avec les restaurants, magasins, etc.; les autos et camions (ceux-ci à gauche) à destination de Grande-Bretagne passent à la douane. Au troisième plan, chargement et déchargement des autos et camions, chacun par son propre conducteur; les véhicules arrivant en France continuent sur l'autoroute. A l'arrière-plan, on voit que les trains passent sous l'autoroute et se rejoignent avant l'entrée du tunnel.

notamment d'évacuer les fumées en cas d'incendie local. La galerie de service permettra enfin la circulation du personnel d'entretien de dépannage et de secours en cas d'incendie.

Les illustrations de cet article étant suffisamment explicites, nous n'avons pas à expliquer comment se fera le transbordement des autos. Voyons plutôt qu'elle pourrait être la cadence d'exploitation.

Un document officiel nous dit toute de suite que les services seront fréquents. "Le service de navettes entre les deux stations terminales prévoient des départs de trains toutes les 10 minutes aux heures de pointe et toutes les cinq minutes quand cela sera nécessaire; tous les quarts d'heure ou demi-heures aux heures normales.

"Le trajet Paris-Londres en train sera effectué en 4 h. 30, ce qui se compare favorablement aux 3 h. 30 par avion et 7 h. 30 par bateau. Calais, sur la côte française, ne sera qu'à une heure et demie de Londres! Le temps de traversée, compris chargement et déchargement, les attentes et les opérations de douane et d'immigration, sera de 72 minutes, au lieu de 79 pour le transport aérien, et de 3 h. 37 pour le ferry maritime."



Le chargement et le déchargement des autos se font rapidement sur des quais de niveaux différents: à gauche, un train en instance de départ, à droite, un convoi arrivant de Grande-Bretagne. Plus à gauche, on voit que les camions montent à l'extrémité des wagons-plateformes.

Capacité et trafic de pointe, en un seul sens

Trains de passagers et de marchandises: pour les périodes de pointe, 3 trains par heure pendant 24 heures, soit 72 trains par jour; pour les périodes normales, 3 trains par heure pendant 18 heures, soit 54 trains par jour.

Trains pour autos: périodes de forte pointe. Chaque train transportant 300 véhicules, 12 trains à l'heure transportent 3,600 véhicules, soit 36,000 véhicules en 10 heures. En pratique, ce sera plutôt 3,000, plutôt que 3,600. Périodes normales: 8 trains par heure transportant 2,400 véhicules à l'heure, soit 24,000 en 10 heures.

Il est certain que le voyage Paris-Londres deviendra beaucoup plus agréable. La Manche étant un bras de fer souvent tumultueux, les voyageurs n'auront pas les inconvénients que cela comporte; en outre, la région londonienne étant souvent cachée par la brume, on n'aura plus, comme cela m'est arrivé, l'inquiétude de voir son avion descendre vers le sol dans une purée de pois. Un autre avantage, et non l'un des moindres, c'est que les voyageurs n'auront plus à réserver leur passage d'avance. Non seulement le voyage sera plus bref, plus sûr, mais on n'aura plus l'ennui de l'attente soit à l'aéroport soit à la gare maritime.

SOUPAPE DE SÛRETÉ EN GRAPHITE

PIERRE DAUDELIN

Les dispositifs de sécurité contre les excès de pression sont habituellement constitués soit par des soupapes chargées par un poids ou un ressort, soit par des disques de rupture métalliques, qui cèdent à une pression préétablie.

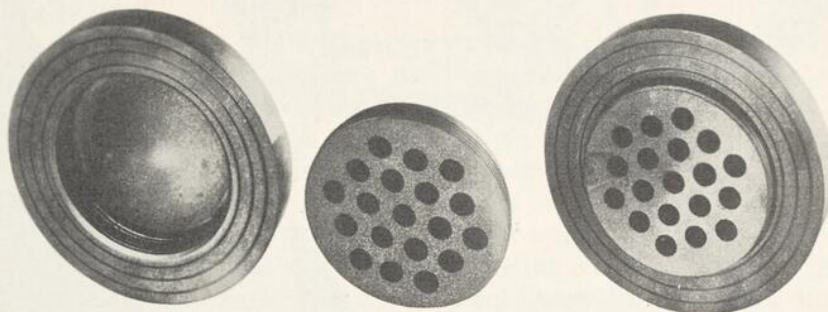
Aucun de ces modes de réalisation ne donne de résultats satisfaisants en atmosphères très chaudes, poussiéreuses et surtout fortement corrosives. Les disques métalliques sont difficiles à calibrer, c'est-à-dire qu'il est difficile d'obtenir leur rupture à une pression précise. Les atmosphères très chaudes, poussiéreuses et corrosives interdisent l'emploi des soupapes comme d'ailleurs de disques métalliques de ruptures.

Il s'est avéré que des disques en graphite permettent de résoudre ce problème, très important pour de nombreuses industries et devenu aigu pour les industries nucléaires où la manipulation de fluides très corrosifs et chauds est courante.

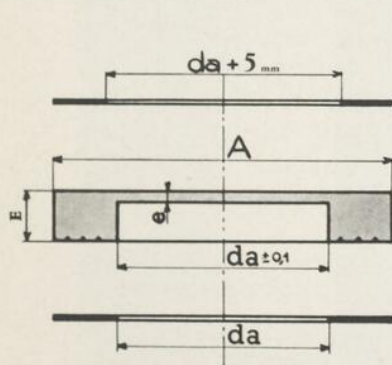
Ces disques en Graphilor de forme particulière permettent de définir avec précision la pression d'éclatement. Ils sont inaltérables,

donc conservent dans le temps leurs caractéristiques. Le graphite dont ils sont faits résiste parfaitement à presque tous les agents corrosifs dans une plage de température très étendue, jusqu'à des valeurs dépassant largement 1 000°F. Enfin, lorsqu'un disque en Graphilor éclate, la totalité du cercle de rupture disparaît, laissant toute la section de passage dans la tuyauterie libre et provoquant ainsi une baisse de pression pratiquement instantanée. Ce n'est généralement pas le cas des

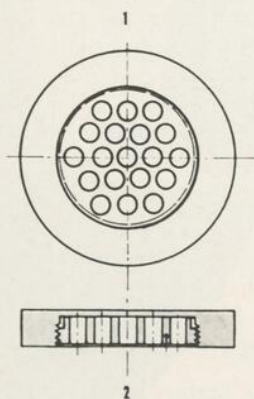
disques métalliques, qui, jamais totalement isotropes, se déchirent d'abord suivant une fente et ne laissent ainsi passer qu'un faible débit du gaz de pression trop élevée. Dans certaines circonstances cette propriété ne donne pas une sécurité suffisante. L'emploi de disques en graphite est alors particulièrement recommandé. On peut obtenir de plus amples renseignements sur ces soupapes en écrivant à la Société Le Carbone-Lorraine, 45, rue des Accacias, Paris, 17e.



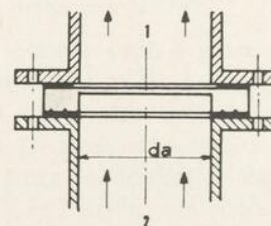
Disque en graphite Graphilor pour soupape.



Croquis I: Tracé en élévation.



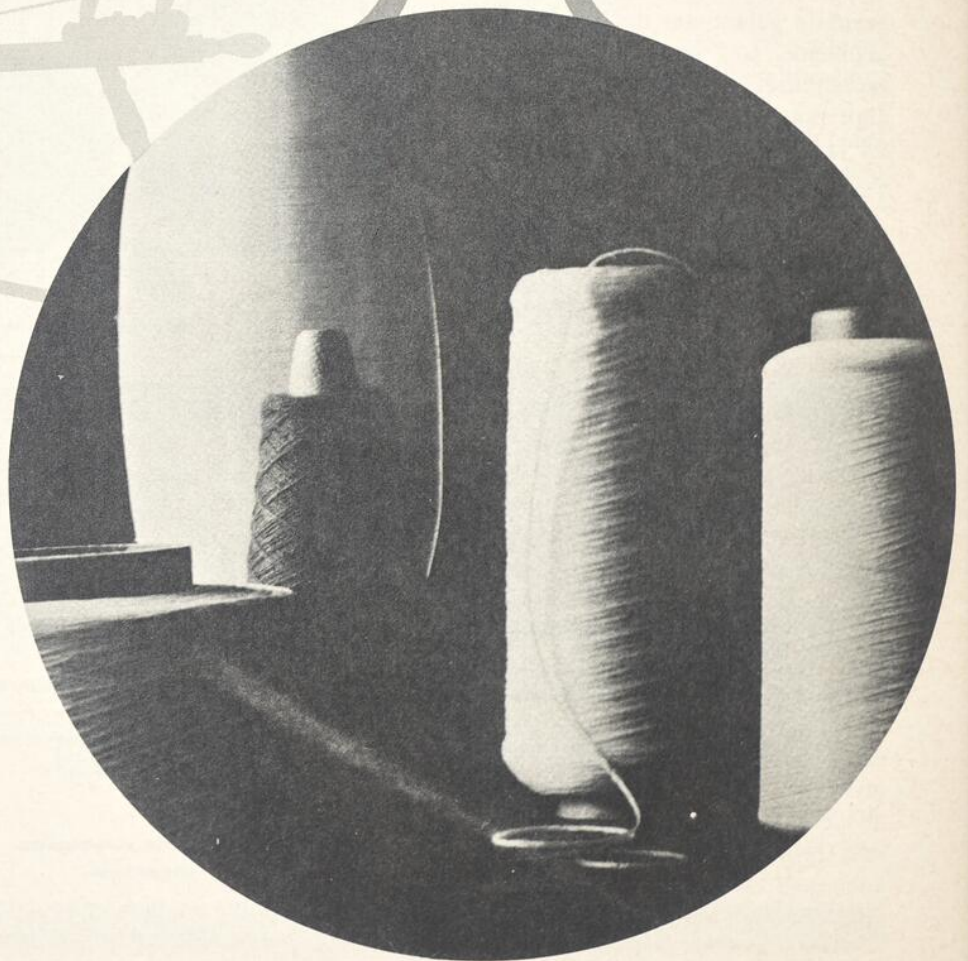
Croquis II: 1. Marche vide-pression.
2. Support vissé.



Croquis III: Montage: 1, aval. 2, amont.

Les fibres synthétiques

SOLANGE DAVID



Les fibres sont la matière première de l'industrie textile, filaments ou fils criniformes que l'on transforme en filés, puis en tissus qui, à leur tour, servent à la confection de vêtements et à une multitude d'autres usages. Voici en raccourci les diverses étapes de l'histoire du textile: des fibres aux filés, des filés aux tissus, des tissus aux produits finis.

De nos jours, les consommateurs peuvent choisir parmi des tissus qui sont faits d'une grande variété de fibres naturelles et synthétiques. En général, cependant, les procédés employés pour convertir ces fibres en tissus sont peu nombreux, et, à la base, semblables.

Premièrement, toutes les fibres présentent l'une ou l'autre des formes suivantes ou les deux: fibre courte et filament continu. Le coton et la laine bruts sont des exemples bien connus de fibres courtes. Par contre, la soie est une fibre à filament continu, (la seule naturelle) vu que le fil du ver à soie a plusieurs verges de long. Toutes les fibres synthétiques sont fabriquées sous forme de filament continu bien que quelques-unes soient par la suite coupées en petits bouts pour servir de fibre courte.

Les fibres à filament continu peuvent être transformées en filés convenant à la fabrication des tissus simplement en tordant plusieurs brins en un fil plus épais. Parfois, dans le cas des bas pour dames, par exemple, la fibre à filament continu est employée telle quelle, le monobrin étant incorporé directement dans le tricot.

La fibre courte, cependant, doit être soumise à un plus grand nombre d'opérations avant de devenir un filé pour la fabrication des tissus. Les fibres courtes sont démêlées et disposées en longueur au cours du cardage et de l'étirage, et le filage les assemble en les tordant pour former un filé. Si vous défaites un brin de laine à tricoter, vous pouvez voir comment les fibres courtes sont tordues ensemble pour donner un filé. Cette structure est la même pour tous les bitords quoique la plupart soient bien plus fins que les filés destinés aux tricots faits à la main. L'étape suivante

de l'histoire du textile est la conversion du filé bitord ou monobrin — en tissu. C'est le tricotage ou le tissage qui, en général, opère cette transformation. Le tricotage se fait sur des machines qui, en principe, reproduisent les mouvements manuels, entrelaçant des longueurs infinies de filé en un tricot. Certaines machines à tricoter donnent au tissu la forme de l'article fini (bas et chandails entièrement diminués, par exemple). D'autres produisent des tissus de largeur uniforme.

Mises à part la vitesse et la précision avec lesquelles les métiers à tisser modernes fonctionnent, il n'y a, en principe, aucune différence avec les anciens métiers manuels ou les métiers miniatures que l'on trouve dans certains magasins de jouets. Le métier tisse la trame transversalement par un mouvement de va-et-vient de la navette entre les fils tendus de la chaîne. L'entrecroisement de la trame et de la chaîne donne au tissu sa consistance et sa cohérence. La fabrication même du tissu, soit par tricotage ou tissage, est normalement suivie de la teinture et de l'application du fini voulu.

La dernière étape de l'histoire du textile est la conversion du tissu en un produit fini. Les fabricants transforment les tissus en vêtements, les décorateurs emploient des tissus d'ameublement pour couvrir les meubles ou faire des tentures, les firmes industrielles transforment les tissus en article de toute sorte, depuis les rubans transporteurs jusqu'aux bâches.

Le manufacturier de vêtements suit le même procédé que la petite couturière: il faut tailler le tissu d'après un patron, agencer les différentes pièces, poser les boutons, la fermeture à glissière, repasser ou presser. Les seules différences entre la confection en manufacture et la confection à la maison sont celles qui ont trait au volume de la production.

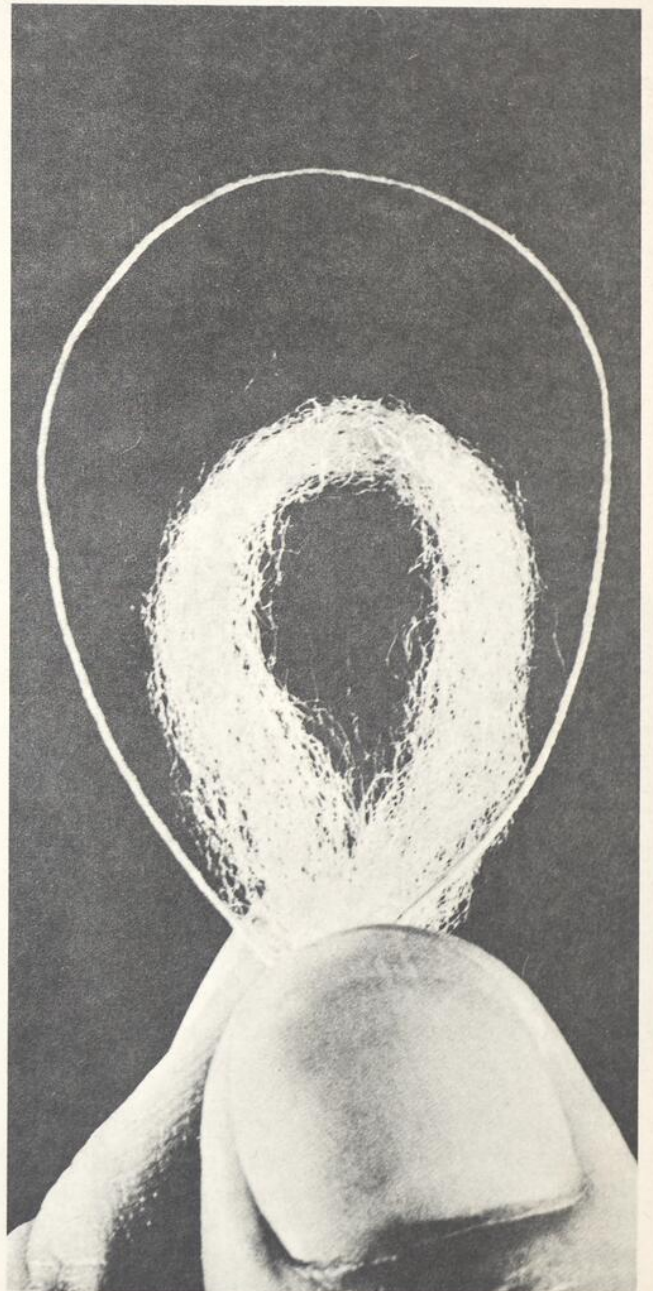
Pendant des siècles, l'homme n'avait que quatre fibres principales pour répondre à ses besoins en fait de textiles. Celles-ci étaient d'origine animale, comme la laine et la soie, ou d'origine végétale, comme le coton et le lin.

Il y a moins d'un siècle, une nouvelle catégorie de fibres fut ajoutée: les fibres artificielles à base de cellulose, l'un des éléments de base de la vie végétale. Cette catégorie comprend les nombreux types de rayonne qu'on trouve aujourd'hui sur le marché. Puis, il y a un peu plus de 25 ans, une autre percée scientifique eut lieu avec l'invention du nylon par un chimiste de la compagnie Du Pont.

La mise au point du nylon a marqué un tournant décisif dans l'histoire du textile car, pour la première fois, l'homme était capable de fabriquer une fibre textile à partir d'éléments de base disponibles en abondance. Par un processus chimique, le nylon en tissu du carbone trouvé dans le pétrole, le gaz naturel ou le charbon, d'azote et d'oxygène tirés de l'air et d'hydrogène provenant de l'eau.

Depuis l'invention du nylon, d'autres fibres artificielles ont été mises au point comme, par exemple, les polyester, ou les acryliques.

La différence la plus importante entre les fibres synthétiques et les fibres naturelles est que celles-ci ne sont que récoltées par l'homme. Ce dernier doit utiliser ce que la nature lui offre et se borner à choisir les fibres qui possèdent au plus haut point les propriétés nécessaires à certaines fins particulières. Par contre, les fibres artificielles sont faites sur mesure depuis le début. L'homme établit la recette pour les molécules d'une fibre, contrôle sa chimie et, par là, ses propriétés. L'homme peut déterminer à l'avance la grosseur d'une fibre, son poids et ses autres caractéristiques selon l'usage qu'il veut en faire. Une fois ces spécifications établies, il peut produire une fibre qui s'y conforme en tous points. De plus, l'homme peut construire à même ces fibres des différences bien définies et produire un type de nylon pour la corde à pneu, un autre pour la lingerie; dans les deux cas, il s'agit bien de nylon, mais chacun possède les propriétés particulières qui conviennent à l'usage auquel on le destine.





LE FRANÇAIS VIVANT

GÉRARD CHARBONNEAU

Les voyelles du français moderne sont au nombre de seize et chacune a sa graphie propre si nous nous en référons à l'alphabet phonétique international (API). La consonne est caractérisée par l'absence de voix, au contraire la voyelle se définit comme un son continu qui n'offre aucun obstacle à l'émission de la colonne d'air qui émane des poumons.

Les voyelles du français standard sont les suivantes.

/i/ : si [si]	/y/ : bu [by]
/e/ fée [fe]	/ø/ feu [fø]
/ɛ/ laid [lɛ]	/œ/ leur [loœR]
/a/ ma [ma]	/ɔ/ le [lɔ]
/ɑ/ pas [pɑ]	/ɛ/ pain [pɛ]
/ɔ/ fort [fɔR]	/ɑ/ an [ɑ]
/o/ peau [po]	/ɔ/ bon [bɔ]
/u/ fou [fu]	/œ/ un [œ]

Ces voyelles occupent dans le trapèze vocalique une position bien précise. Nous les retrouvons dans l'ordre suivant. (Voir tableau)

/i/, /e/, /ɛ/ et /a/ sont des voyelles antérieures. Nous les prononçons au moment où la langue est placée à l'avant de la cavité buccale. Au contraire, /u/, /o/, /ɔ/ et /ɑ/ sont des voyelles postérieures. Elles sont pro-

noncées au moment où la langue se trouve à l'arrière de la bouche.

Les voyelles /y/, /ø/ et /œ/ se trouvent sur une même oblique assez rapprochée des voyelles antérieures. Nous pouvons donc conclure que pour prononcer ces voyelles il faut que la langue se place vers l'avant de la bouche, mais un peu plus en retrait que lorsque nous émettons les voyelles antérieures du type /i/.

En plus de la position de la langue, le trapèze vocalique explique deux autres facteurs dont il faut tenir compte: l'ouverture de la bouche et la position des lèvres.

Les lèvres sont toujours *tendues* pour les voyelles antérieures alors qu'elles sont arrondies pour les voyelles postérieures. Il est donc possible de changer le son /i/ en /u/ si on arrondit graduellement les lèvres. Si on s'arrête au cours de cette progression et que l'on projette fortement les lèvres vers l'extérieur, on obtient le son /y/. La position des lèvres marque donc la différence entre les voyelles qui se trouvent sur une même ligne horizontale.

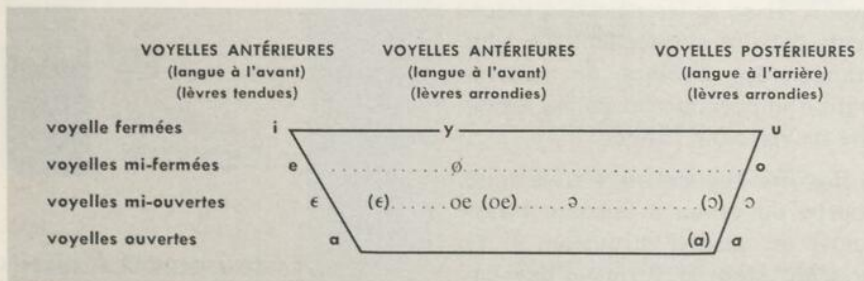
L'ouverture de la bouche est le facteur qui différencie les voyelles qui se situent sur une même verticale. Remarquons que l'ouverture graduelle de la bouche entraîne nécessairement un abaissement de la langue. Nous prononçons la voyelle /i/ au moment où la bouche est presque fermée. Nous descendons vers la voyelle /e/ si nous permettons une ouverture légèrement plus grande. Nous obtenons le phonème /ɛ/ lorsque nous continuons ce mouvement vers une position mi-ouverte. En position très ouverte, nous voilà descendus à la voyelle /a/.

Les voyelles nasales sont des voyelles orales auxquelles nous ajoutons un élément nouveau: la nasalité. Nous produisons ces sons en laissant passer une partie de la colonne d'air par la cavité nasale. Les voyelles nasales s'obtiennent donc à partir des voyelles orales correspondantes.

La voyelle /ɔ/ est un phonème qui occupe la position centrale du trapèze. Elle fait cavalier seul.

Cette analyse phonétique nous permet de dégager les conclusions suivantes.

- La position de la langue, la position des lèvres et l'ouverture de la bouche (ou l'absence de cette ouverture) déterminent la qualité des voyelles.
- Une connaissance parfaite du trapèze vocalique nous permet de reproduire facilement n'importe quelle voyelle en autant que nous en ayons une description précise. L'apprentissage d'une langue étrangère pourrait en être grandement facilité.
- L'intelligence du trapèze vocalique nous facilitera la tâche de la description des voyelles du parler canadien, objet de notre prochaine chronique.



le bombardement ÉLECTRONIQUE

PIERRE DAUDELIN

Le principe du bombardement électronique, dont on connaît les applications en fusion et en soudure, est bien connu. Si l'on chauffe un filament (ou cathode) sous vide celui-ci émet des électrons. Il suffit de porter ce filament à une haute tension négative par rapport à une pièce positive pour accélérer les électrons vers la pièce dont l'énergie cinétique est aussitôt convertie en énergie thermique du fait leur impact. Ce procédé permet d'atteindre des puissances très élevées assurant en soudure de fortes pénétrations.

Les canons et leur développement

Fig. 1A. Le premier dispositif axial utilisé en soudure se composait d'un filament F (ou cathode) porté à un haut potentiel négatif qui fournit et accélère les électrons qui sont dès lors concentrés sommairement par la pièce cathodique W placée au même potentiel.

Fig. 1B. Le canon à cathode annulaire constitue un dispositif assez simple employé dans les premiers fours de fusion. L'émission d'électrons se faisait à partir d'un filament qui entoure la pièce à chauffer, soumis directement aux vapeurs et projections. Les décharges électriques étaient fréquentes.

Fig. 1C. Le canon à cathode et anode annulaire était un perfectionnement du précédent. On a

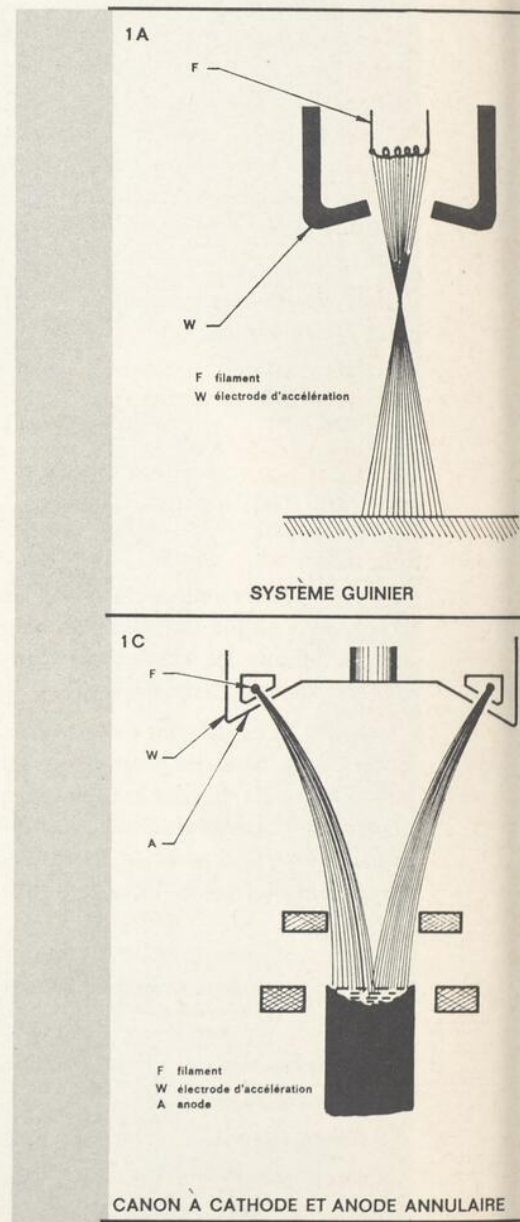
simplement ajouté une anode d'accélération qui enferme les pièces cathodiques. Outre la protection et la durée de vie plus longue du filament, l'utilisation d'une anode d'accélération supprime tout champ électrique entre le canon et la pièce. Le fonctionnement est plus stable.

Fig. 1D. Le canon à forte tension d'accélération de type axial est directement dérivé des colonnes de microscope électronique. Il comporte un filament F et une pièce cathodique W portée à un très haut potentiel négatif (de 100 à 150kV) par rapport à l'anode A. Des diaphragmes d'ajustage et de déflexion sélectionnent les électrons dont les trajectoires se croisent en un seul point. Une lentille électromagnétique forme l'image de ce point sur la surface d'impact.

Fig. 1E. Le canon du type Pierce à focalisation fixe est essentiellement utilisé en soudure.

Fig. 1F. Le canon du type Pierce à focalisation moyenne, de puissance élevée (20 à 100kW) est utilisé en fusion. Il se différencie des précédents par une surface émissive plus grande, des bobines de concentration importantes et par la nécessité de refroidir l'anode.

Fig. 1G. Le canon à trajectoire courbe ou canon à faisceau transversal est utilisé en fusion. Il se présente sous la forme d'une ca-



thode où le filament massif simple F émet un faisceau intense accéléré par une pièce anodique A. Le faisceau ainsi dévié est repris par une bobine magnétique de déflection B qui renvoie les électrons vers la cible C. Les canons de ce type sont de conception simple et robuste, la cathode est assez bien protégée des vapeurs et projections.

Ils peuvent atteindre des puissances de 300 kW.

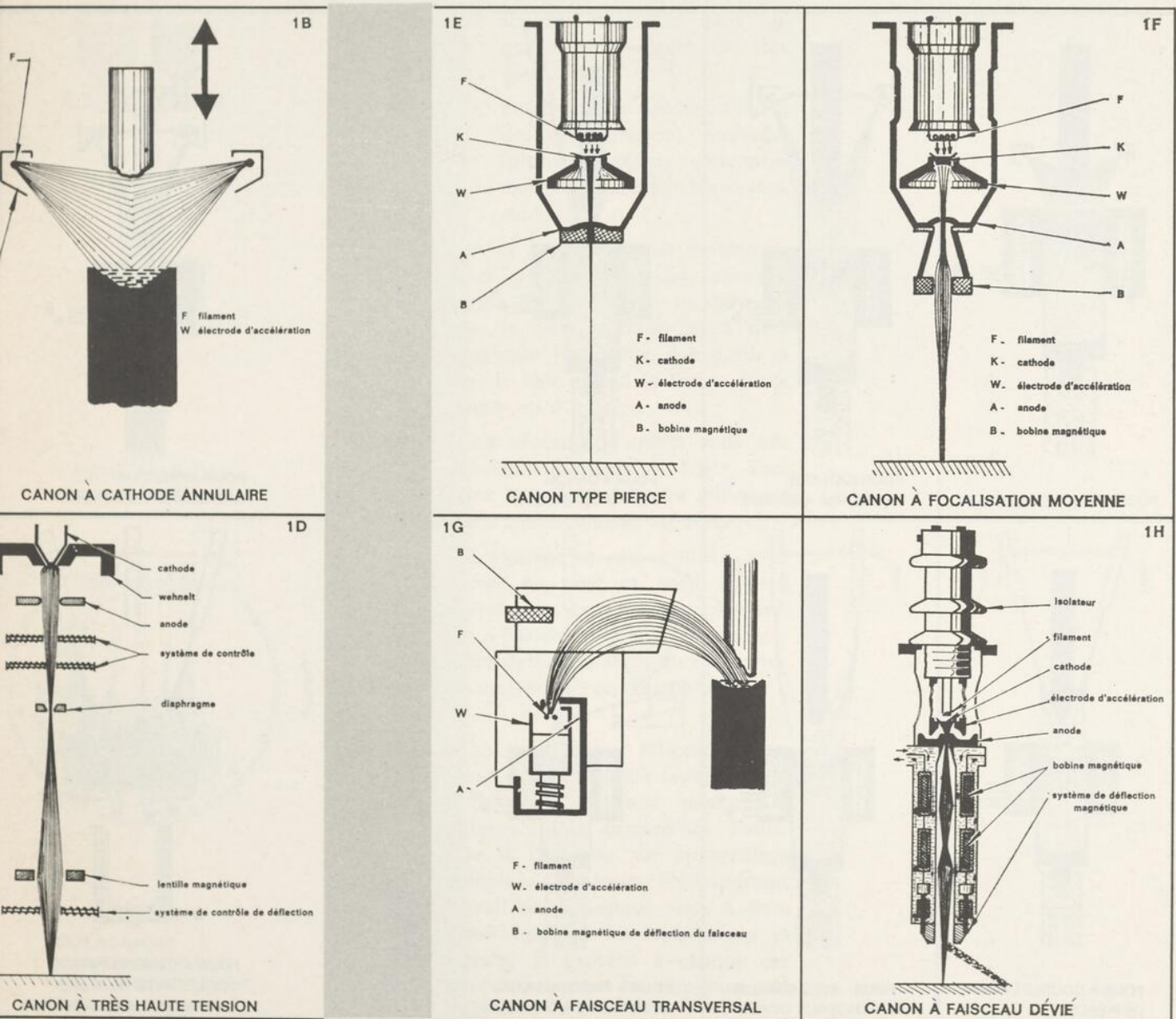
Fig. 1H. Le canon du type Pierce à faisceau dévié, à chauffage indirect et à partie émissive large est conçu pour travailler à tension assez basse (20 à 30kV) et pour fournir un faisceau d'électrons important. Un fort refroidissement

annulaire est nécessaire. Un système de déflection du faisceau est placé dans le nez du canon et permet de diriger à volonté le flux du canon vers la cible.

Fusion par bombardement électronique

Ce procédé est utilisé lorsqu'il

Principe des différents canons à électrons utilisés en soudure et en fusion.



s'agit de fondre des métaux réfractaires avec une haute pureté, par exemple, le tantale, niobium, hafnium, etc. ou leurs alliages.

La fusion, qui se fait sous un vide inférieur à 10^{-4} Torr, permet des purifications importantes et la possibilité de surchauffe favorise certaines coulées. Les diamètres

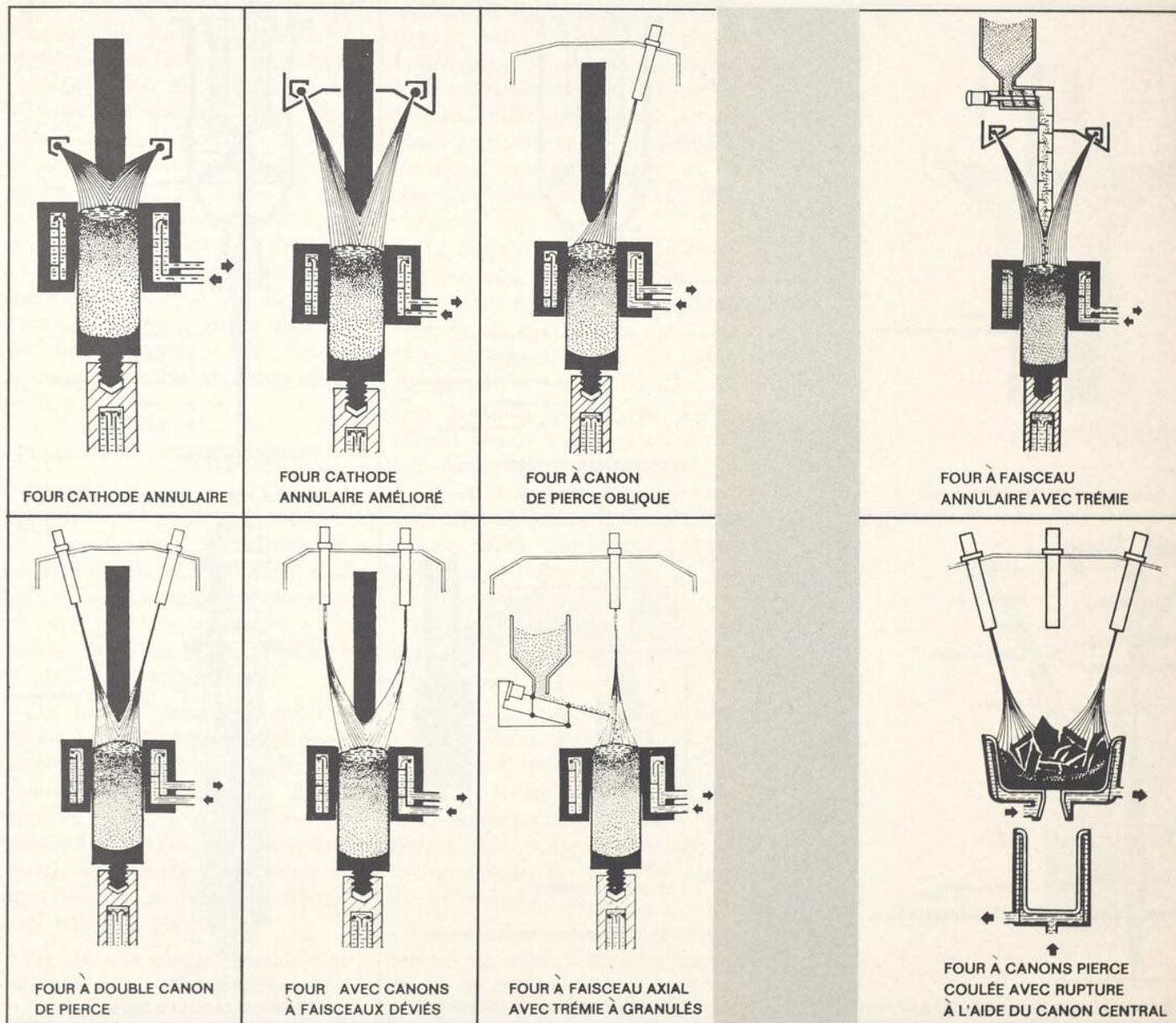
des lingots peuvent aller de 3 à 6 pouces pour des longueurs variant de 1 à 5 pieds.

Une difficulté provient de la perte de matière par évaporation ce qui se traduit, avec les alliages, par l'appauvrissement d'un ou plusieurs éléments dont il faut prévoir un excès au départ.

Les fours à cathodes annulaires sont très répandus et l'on trouve des puissances de 300kW sous 12kV.

La tendance actuelle est aux fours à canons multiples du type Pierce qui présentent des performances améliorées grâce à la possibilité de pompage séparé et à la très bonne protection de la cathode.

Différentes méthodes utilisées en fusion par bombardement électronique.



La figure 2 montre les divers systèmes de fusion utilisés.

Soudure par bombardement électronique

La soudure par bombardement électronique présente de grands avantages que l'on peut résumer ainsi:

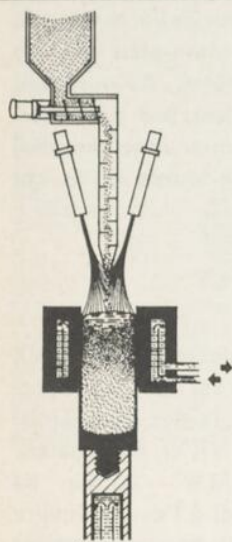
- 1° Possibilité de souder des pièces de fortes épaisseurs par un chauffage très local et une zone affectée réduite.
- 2° Elimination de tous risques de contamination et en même temps dégazage de la zone fondue.
- 3° Possibilité de souder les matériaux à très haut point de fusion.
- 4° Possibilité de scellement par soudure de pièces dans lesquelles doit régner un vide poussé.
- 5° Possibilité de soudure suivant des configurations nouvelles (plusieurs pièces simultanément, soudure par traversées, etc.)

Avec la soudure par bombardement électronique une nouvelle forme de cordon de soudure est née: le métal n'étant fondu qu'à proximité immédiate des bords à lier, le bain prend la forme d'une pointe ou d'un clou.

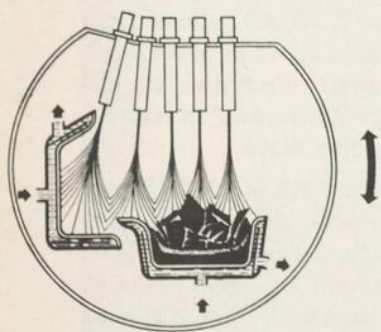
La nécessité d'opérer sous une pression inférieure à 1.10^{-4} Torr place les pièces dans un milieu où toute contamination est absente.

L'alumine a été soudée avec succès en bout et bord à bord moyennant certaines précautions. On a également réalisé les soudures entre de l'alumine et du tungstène, du molybdène, du columbium.

La soudure par faisceau d'électrons est un procédé séduisant qui s'applique bien aux métaux et alliages utilisés aujourd'hui. Toutefois il demande un appareillage complexe et onéreux. Un important travail technologique reste à faire pour simplifier les installations et adapter le procédé à chaque cas particulier avec le minimum de frais.



FOUR À CANON
PIERCE AVEC TRÉMIE



FOUR À CANONS
DE PIERCE MULTIPLES
COULÉE EN BASCULEMENT
DE L'ENCEINTE



le Canada à l'avant-garde de la technologie nucléaire grâce au

RÉACTEUR À EAU LOURDE

JEAN-RENÉ ROY, S.C.

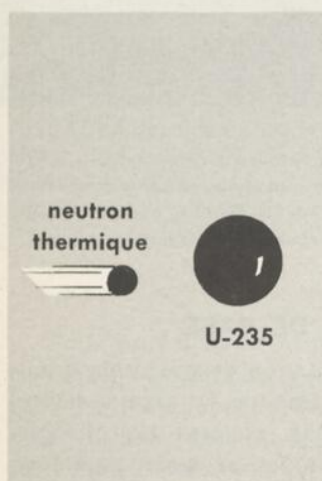
Dès 1943, grâce à sa participation à un plan anglo-américain de recherches en matière nucléaire, le Canada avait la chance unique d'entrer de plain-pied dans ce domaine alors pratiquement inexploré. Aujourd'hui, les 20 années d'expériences acquises par nos chercheurs ont hissé notre pays au premier rang mondial de la technologie du réacteur à eau lourde qu'ils ont mis au point.

PREMIERS CHEMINEMENTS ET HISTORIQUE

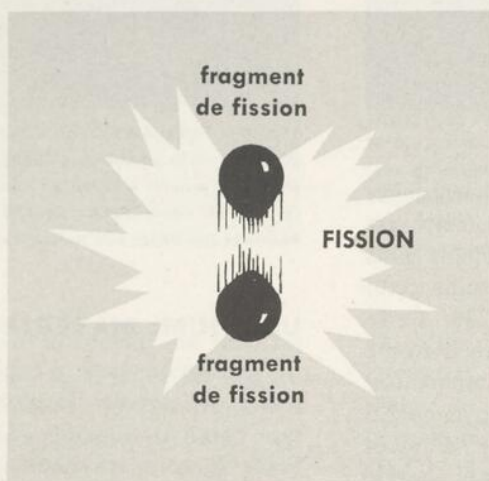
Le réacteur ZEEP du centre de recherches de Chalk River d'une puissance de 100 watts fut en 1945 le premier réacteur à fonctionner en dehors des Etats-Unis. Il ne faisait qu'ouvrir la voie au NRX, un réacteur expérimental de 20 mégawatts (MW — million de watts) modéré à l'eau lourde, refroidi à l'eau ordinaire et alimenté par de l'uranium naturel. Son combustible est maintenant du bioxyde d'uranium (UO_2) et sa puissance est passée à 42 MWt. Un MW est l'équivalent de 3,412,000 BTU ce qui correspond à la quantité de chaleur nécessaire pour élever 2,200,000 gallons d'eau de 1.8°F. Au cours de cet article, MWé et MWt signifieront respectivement mégawatt électrique et mégawatt thermique; la puissance électrique d'un réacteur est environ $\frac{1}{3}$ de sa puissance thermique.

Le NRU de 200 MW tissu du NRX et mis en service en 1957, devait au début produire du plutonium-239 pour la Commission américaine à l'énergie atomique. Il se range actuellement parmi les plus puissants réacteurs expérimentaux du monde. Ce fut d'ailleurs le premier réacteur dont on pouvait changer le combustible en cours de fonctionnement.

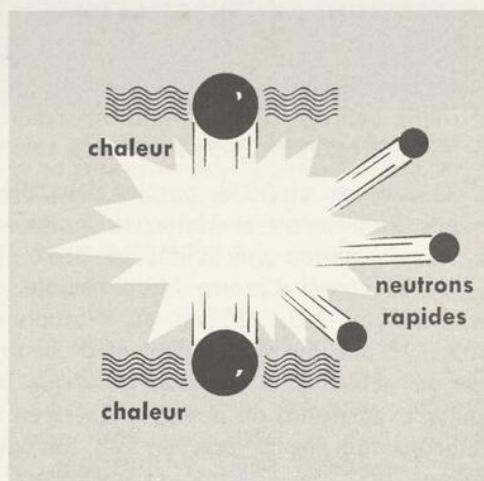
Toutes ces recherches devaient conduire en 1959, à la mise en chantier de la station expérimentale NPD (Nuclear Power Demonstration) à Rolphton sur la rive ontarienne de l'Outaouais; ce centre avait pour fin de perfectionner les différentes techniques pour la production d'énergie nucléo-électrique. Au NPD



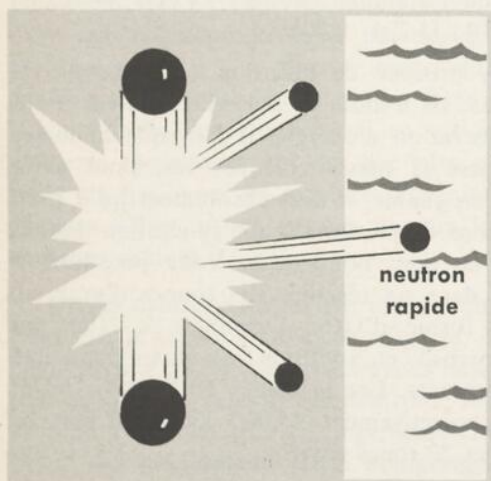
1



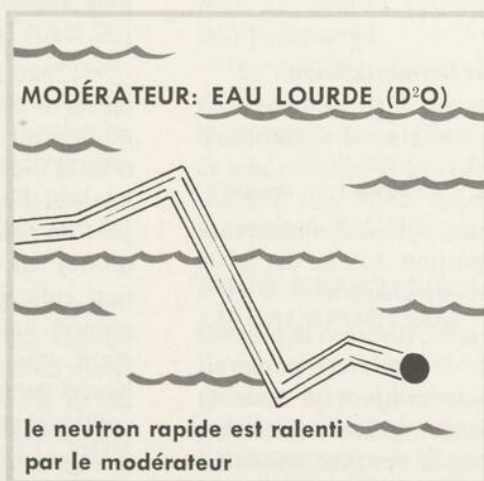
2



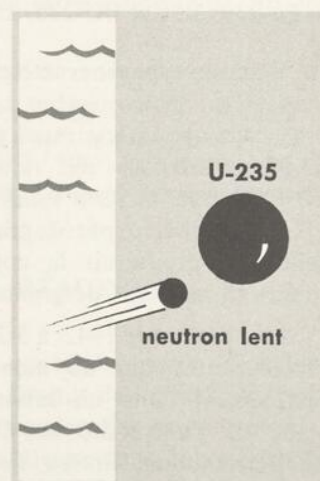
3



4



5



6

LE PROCESSUS DE FISSION DANS UN RÉACTEUR. (1) Un neutron thermique (lent) percute un noyau d'U-235, (2) qu'il fissionne; (3) les fragments de fission entrant en collision avec les particules environnantes transforment leur énergie cinétique en chaleur; les neutrons émis lors de la fission sont des neutrons rapides. Mais, (5) ils sont ralentis lors de leur passage à travers le modérateur.

de 20 MWé allait succéder le CANDU (Canadian Deuterium Uranium) de 200 MWé dont nous parlerons plus en détail.

Déjà l'Inde, vivement intéressée par nos réacteurs à eau lourde, a décidé de construire pour 1969, une centrale de 200 MWé de type CANDU, dans l'état de Rajasthan avec la collaboration de l'AECL (Atomic Energy Company Ltd: organisme d'Etat chargé du développement de l'énergie nucléaire au Canada.)

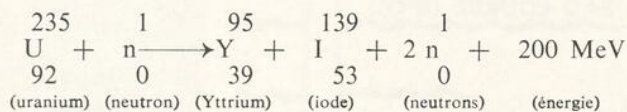
Enfin, en août 1964, l'Hydro-Ontario et l'AECL annonçaient la construction de la seconde plus puissante centrale au monde: la station génératrice de Pickering d'une puissance électrique nette de 1,000 MW, fournie par deux réacteurs de 500 MWé.

LA FISSION: LE 'SÉPARATISME' NUCLÉAIRE

Avant de nous aventurer plus loin, étudions d'où provient l'énergie libérée dans un réacteur et, comment, en gros, fonctionne ce dernier.

Découverte en 1938, par les deux physiciens allemands Strassmann et Hahn, la fission nucléaire est la transformation qui scinde en deux éléments plus légers un noyau d'atome lourd **fissible**, comme celui de l'uranium-233, 235 ou du plutonium-239. Cette fission résulte du bombardement d'un noyau d'atome par un neutron; la collision provoque la bipartition (ou la tripartition) du noyau et libère en moyenne 2.5 neutrons qui vont percuter et fissionner d'autres noyaux d'U-235. Chaque fission libère une énergie d'environ 200 MeV (millions d'électron-volts) ou 3.2×10^{-11} joules. L'U-235 libère 2.47 neutrons en moyenne, le Pu-239, 2.91 et l'U-233, 2.55.

Voici un type de réaction de fission possible:



L'énergie libérée par 1 gramme d'U-235 équivaut à celle que produirait la combustion totale de 3,000 tonnes (3 milliards de grammes) de charbon.

Le 2 décembre 1942, à 3:25 p.m., divergea le premier réacteur atomique au monde; il avait été construit secrètement dans un laboratoire improvisé sous le stade de l'université de Chicago, grâce au célèbre physicien italien Enrico Fermi; le réacteur consistait en un simple empilement de graphite servant de modérateur dans lequel des couches d'uranium étaient insérées. Le 16 juillet 1945, l'explosion expérimentale de la première bombe atomique à Alamogordo dans le Nouveau-Mexique signifiait au monde que le fameux $E = mc^2$ d'Einstein n'était pas simplement une équation théorique sur papier.



STATION NUCLÉAIRE DE DOUGLAS POINT (CANDU). Cette centrale de 200 MWé est la première au Canada à fournir à grande échelle du courant électrique produit à l'aide de l'énergie nucléaire. Le bâtiment circulaire coiffé d'un dôme d'acier de 130 pieds de diamètre abrite le réacteur nucléaire qui libère une puissance thermique de 693 MWt.

URANIUM: MATÉRIAU DE BASE

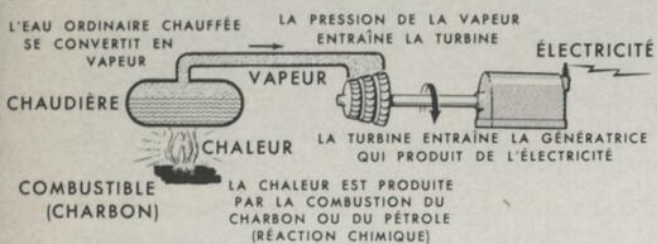
Lorsqu'on parle d'exploitation de gisements uranifères, on signifie l'exploitation de l'uranium naturel qui contient surtout l'U-238, élément non fissile. Seuls le sont ses deux isotopes de masse atomique 233 et 235. L'U-235 est présent dans l'uranium naturel dans la proportion de 7 à 1,000; voici la composition plus exacte de l'uranium naturel: U-238: 99.282%; U-235: 0.712%; U-234: 0.006%.

Si par un procédé de diffusion on augmente la teneur d'U-235, on a alors de l'uranium **enrichi**. Pour qu'il y ait libération d'énergie, il faut que la masse d'U-235 dépasse la masse critique; car, pour avoir une réaction en chaîne, il faut absolument qu'il y ait plus de neutrons de produits à une génération donnée qu'il y en a eu pour bombarder. Voilà pourquoi, il faut entasser dans un réacteur des tonnes d'uranium naturel sous forme d'UO₂; l'uranium à l'état pur étant très corrosif et souffrant de distorsions aux hautes températures. Les réacteurs NPD et CANDU contiennent respectivement 16,000 kg et 41,000 kg d'UO₂, i.e. 8 et 20 tonnes environ.

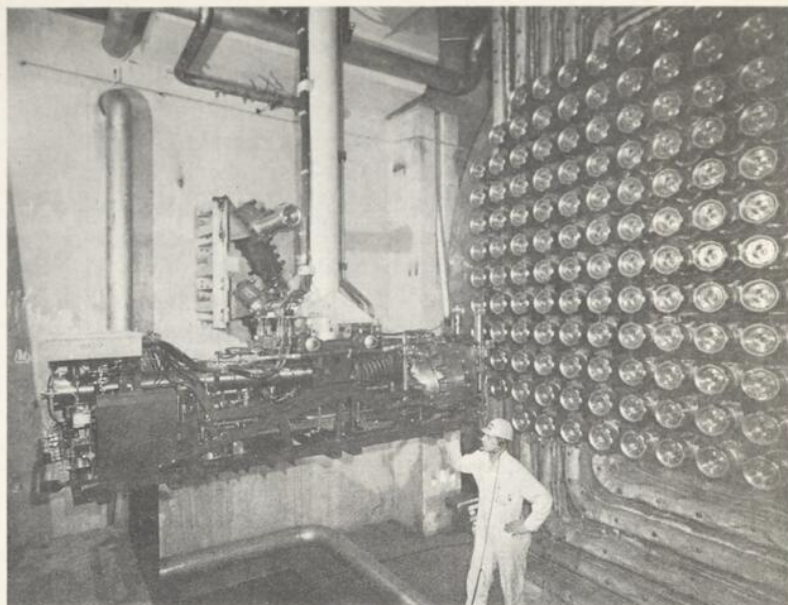
IL FAUT CALMER LES ARDEURS DU NEUTRON

Un réacteur reproduit ni plus ni moins la bombe atomique mais à un rythme beaucoup plus lent. Dans le réacteur, l'énergie émise est contrôlée par la régulation du flot de neutrons.

CENTRALE THERMIQUE CONVENTIONNELLE



CENTRALE NUCLÉO-ÉLECTRIQUE



NPD. Cette photo nous présente l'une des machines de chargement et la face du réacteur de 20 MWé de la station expérimentale NPD près de Rolphton sur l'Outaouais. Le réacteur est entré en fonctionnement en avril 1962; il utilise de l'uranium naturel comme combustible et de l'eau lourde comme modérateur et caloporteur.

Pour provoquer la fission d'un noyau, un neutron doit avoir une certaine énergie. Or, on constate que les neutrons lents, appelés **thermiques**, sont énormément plus efficaces que les neutrons **rapides**. Cela peut surprendre. Voici une comparaison pour vous aider à comprendre: si vous n'êtes pas un champion au baseball, je crois que vous éprouverez beaucoup plus de facilité à frapper la balle lancée par votre petit frère que celle qui le serait par Sandy Koufax. En d'autres mots, il y a plus de probabilités pour vous de frapper la balle de votre petit frère, que celle du lanceur étoile des Dodgers. Il en est ainsi pour les neutrons thermiques qui ont une plus grande probabilité de fissionner les noyaux d'uranium et plus de chances d'être attirés par les noyaux lourds que les neutrons rapides.

Or, les neutrons libérés par une fission sont rapides. Pour que la réaction devienne effective, il faut absolument ralentir ces énergés. Nous avons besoin d'un matériau capable de ralentir les neutrons, mais qui ne les absorbera pas, et que les ingénieurs 'nucléaires' appellent un **modérateur**. Vous comprenez bien que si l'on voulait seulement ralentir une avalanche de balles de ping-pong, ce n'est pas avec des boules de bowling qu'on réussirait; on les arrêterait tout simplement, ce qu'il faut absolument éviter. Ainsi, en est-il pour les neutrons; il nous faut un corps léger ayant à peu près la même masse que le neutron qui tout en ralentissant efficacement ce dernier ne l'absorbera

pas d'un coup de dent. Tous les éléments légers et les composés de l'hydrogène apparaissent aptes à la tâche: le graphite, le béryllium, certains composés organiques, l'eau ordinaire (H_2O) et l'eau lourde (D_2O) utilisée dans les réacteurs canadiens; l'eau lourde est 10% plus pesante que l'eau ordinaire en raison d'un neutron dans le noyau d'hydrogène en plus du proton ordinaire. (D = deutérium: isotope de l'hydrogène).

Le modérateur est disposé entre les éléments de combustible; ce dernier est ordinairement inséré dans des **tubes de force** faits d'un matériau très peu absorbant et très résistant à la corrosion. Les réacteurs canadiens utilisent des tubes cylindriques d'un alliage de zirconium et d'aluminium appelé **zircaloy**.

POUR REFROIDIR LE RÉACTEUR: LE CALOPORTEUR

Un réacteur libère une quantité énorme de chaleur que l'on peut utiliser pour fournir de l'électricité, pour désaliniser l'eau de mer, propulser les navires, etc. . . . L'énergie émise se répartit comme suit: énergie cinétique des produits de fission: 84.0%; énergie cinétique des neutrons: 2.5%; énergie émise sous forme de rayons gammas: 3.5% et, énergie émise par la désintégration des produits de fission: 10%.

Il faut absolument débarrasser le coeur du réacteur de l'intense chaleur de plus de 500°F qui y règne. Si notre réacteur produit plusieurs milliers ou millions

de watts, il y a lieu de récupérer cette énergie. Comme les produits de fission entrant en collision avec les matériaux environnants, convertissent leur énergie cinétique en chaleur, il s'agira de faire circuler dans le réacteur un élément qui absorbera facilement cette énergie thermique: soit un gaz: l'air, l'hélium ou le CO_2 ; soit des liquides: l'eau ordinaire, l'eau lourde ou certains composés organiques; ou encore un solide en fusion: le sodium ou le lithium. Dans plusieurs réacteurs, tels ceux de la filière canadienne, le même élément sert de modérateur et de caloporteur.

De plus, en raison de l'énorme énergie émise, on protège les parois internes de la chaudière du réacteur au moyen d'un écran thermique, tandis qu'un mur de béton de plusieurs pieds d'épaisseur sert d'écran biologique afin de bloquer toutes les radiations provenant des neutrons et des rayons gammas, pouvant irradier dangereusement le personnel. La puissance du réacteur peut être contrôlée à l'aide de barres de régularisation contenant un élément "neutrophage" comme les composés du bore, corps très friand de neutrons. Des barres de sécurité pouvant être lâchées automatiquement dans le coeur du réacteur sont capables de stopper net la fission du combustible.

LE RÉACTEUR À EAU LOURDE

Des circonstances historiques particulières ont amené notre pays à faire ses débuts en énergie nucléaire au moyen du réacteur à eau lourde; aujourd'hui ce genre de réacteur est compétitif avec les autres sources traditionnelles d'énergie électrique, et le Canada détient la palme pour ce qui est de sa mise au point.

L'eau lourde n'est toutefois pas le meilleur caloporteur. Le principal inconvénient est son prix exorbitant qui oblige à prendre des précautions draconiennes pour éviter toute perte. Ainsi, dans le CANDU, l'enceinte du réacteur est fermée hermétiquement et contient sa propre atmosphère de CO_2 de laquelle la vapeur d'eau lourde est soigneusement récupérée par condensation.

Toutefois, la construction d'une usine d'eau lourde à Glace Bay au Nouveau-Brunswick par l'entreprise Deuterium of Canada Ltd qui doit fournir annuellement 200 tonnes de D_2O , et d'une autre en Saskatchewan devant produire 300 tonnes de D_2O par année, abaissera le prix à \$15. la livre environ. Le seul réacteur CANDU a nécessité 180 tonnes d'eau lourde au coût de \$8.5 millions; on prévoit une perte moyenne de 9 kg/jour. Le prix élevé de D_2O a amené l'AECL à mettre au point un caloporteur organique qui sera prêt vers 1970. Le réacteur WR-1 du nouveau centre de recherches manitobain de Whiteshell censé entrer en fonctionnement cette année, utilisera justement un corps organique comme caloporteur.

CANDU: LA GRANDE RÉALISATION CANADIENNE

En 1959, faisant suite au projet expérimental NPD, le Canada sûr de la technique du réacteur à eau lourde, se lance résolument dans un projet de plus de \$85,000,000 visant à la réalisation d'un réacteur de plus de 200 MWé, soit 10 fois la puissance du NPD; jamais un pays n'a fait un bond aussi audacieux.

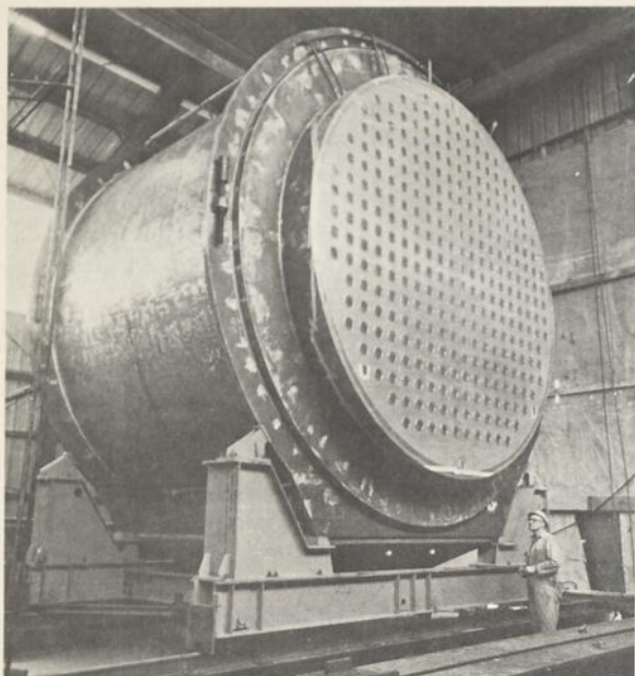
Toujours est-il qu'actuellement le réacteur fonctionne parfaitement et que le projet a même coûté \$1,500,000 de moins que prévu.

La cuve cylindrique de 51 tonnes du réacteur CANDU, mesurant 19 pieds 10 pouces de diamètre et 16 pieds 8 pouces de longueur, est faite d'acier inoxydable austénitique. Les faces de la cuve contiennent 306 trous de 11.75 cm de diamètre dans lesquels seront insérés les tubes de zircaloy-2; ces trous ont dû être perforés avec une précision de 0.2 mm l'un par rapport à l'autre.

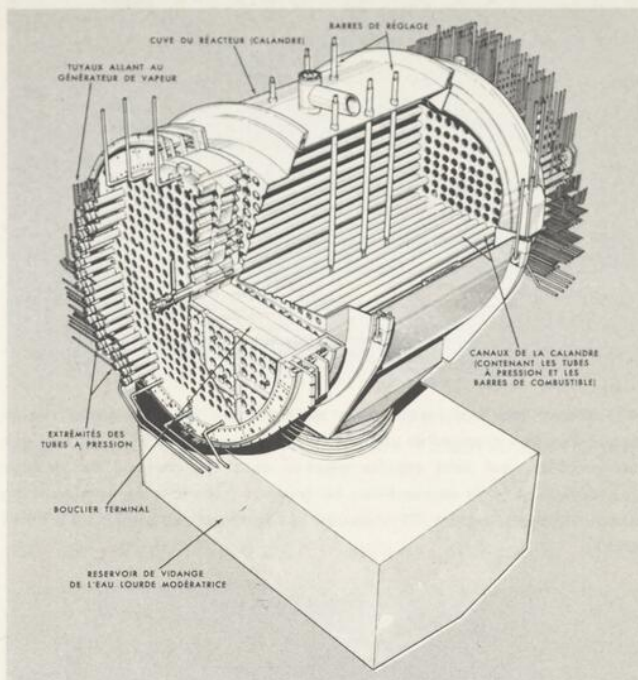
Le combustible se présente sous forme de grappes contenant chacune 19 crayons de 0.6 pouces de diamètre et de 19.5 pouces de longueur; chaque crayon renferme 24 pastilles d' UO_2 . Comme chaque canal contient 12 grappes, on compte un total de 1,674,432 pastilles dans le réacteur; chacune de ces pastilles a dû être usinée et polie avec soin. Tout le système contient 155 tonnes de D_2O dont 142 contenues normalement dans la cuve.

A chaque extrémité de la cuve, on a disposé un énorme bouclier d'un diamètre de 5.08 m (16½ pieds), épais de 1.12 m (3½ pieds) et pesant 113 tonnes. Lors du trépanage des 306 trous, plus de 69 tonnes de matière ont été enlevées.

Le réacteur est abrité par une enceinte de béton coiffée d'un dôme d'acier de 130 pieds de diamètre. Cette enceinte est constituée d'un mur de béton circulaire de 4 pieds d'épaisseur et haut de 100 pieds. Les générateurs de vapeur qui doivent absorber les 693 MW thermiques libérés par le réacteur, sont composés de 4 bouilleurs identiques. Chaque bouilleur de 50 tonnes comprend un réservoir de vapeur et 10 échangeurs de chaleur en forme de U de 20 pieds de haut et montés en-dessous des réservoirs. La vapeur se forme à l'intérieur de chaque échangeur sur la partie extérieure des 195 tubes de monel (alliage de cuivre et de nickel) qui sont traversés par le caloporteur d'eau lourde provenant de la fournaise nucléaire au rythme de 6,000 gal/min. On calcule que le prix de l'énergie nucléaire produite par le CANDU sera de 5.4 mills/kWh (kilowatt-heure); 1 mill équivaut à 1/1,000 de dollar ou 1/10 de cent. Dans les régions les plus propices, le taux de l'électricité "classique" atteint au minimum 4 mills environ.



La cuve du réacteur CANDU est ici installée dans un bâtiment provisoire où l'on s'est assuré qu'aucune fuite n'avait résulté du transport. Cette cuve de 51 tonnes est en acier inoxydable; elle mesure environ 17 pieds de longueur et 20 pieds de diamètre et elle est traversée par 306 tubes horizontaux de zircaloy qui renfermeront le combustible nucléaire.



Vue écorchée du réacteur CANDU.

LE PROCHAIN PAS: UN RÉACTEUR DE 500 MWé

Les expériences NPD et de Douglas Point représentant des frais d'établissement dépassant \$100,000,000 et la capitalisation de 1,000 années-hommes de personnel, frais de recherche et de développement non compris, l'AECL en a conclu qu'il faut foncer de l'avant et construire une centrale de grande taille compétitive avec n'importe quelle source classique d'électricité. La nouvelle centrale de Pickering aura deux réacteurs de 500 MWé de type CANDU qui produiront de l'électricité au prix de 3.8 mills/kWh environ. Au cours des années 70, on s'attaquera à la construction de réacteurs de 750MWé produisant de l'énergie électrique au coût de 3.0 mills/kWh, et vers 1980, le réacteur de 1,000 MWé sera à l'honneur.

Le projet actuel de la centrale de 1,000 MWé comprend un ensemble de 2 installations composées chacune d'un réacteur de 500 MWé et d'un turbo-alternateur. Chaque réacteur sera érigé à l'intérieur d'un bâtiment circulaire de béton armé haut d'environ 140 pieds et d'un diamètre de 145 pieds.

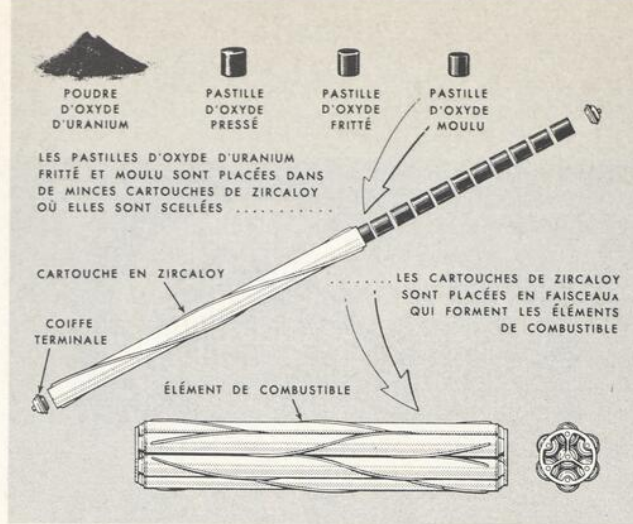
Le réacteur comprendra 390 tubes de forces faits d'un nouvel alliage zirconium-2.5% niobium. La cuve

aura un diamètre intérieur de 26 pieds et une longueur de 20 pieds environ; le combustible y sera rassemblé dans des grappes de 22 ou 28 crayons. Plus de 101,000 kg d'eau lourde à 262°C constitueront le circuit de transfert de chaleur.

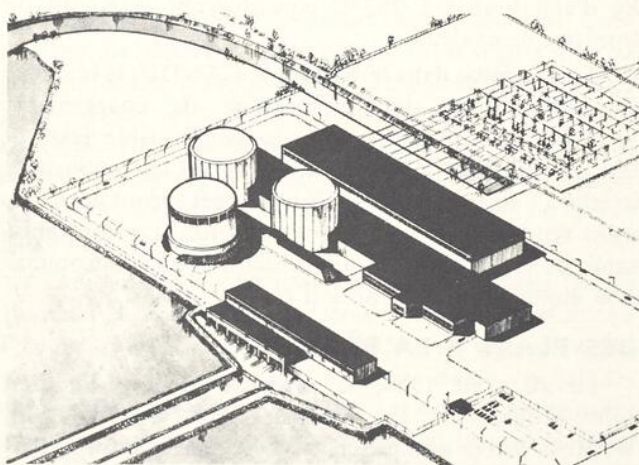
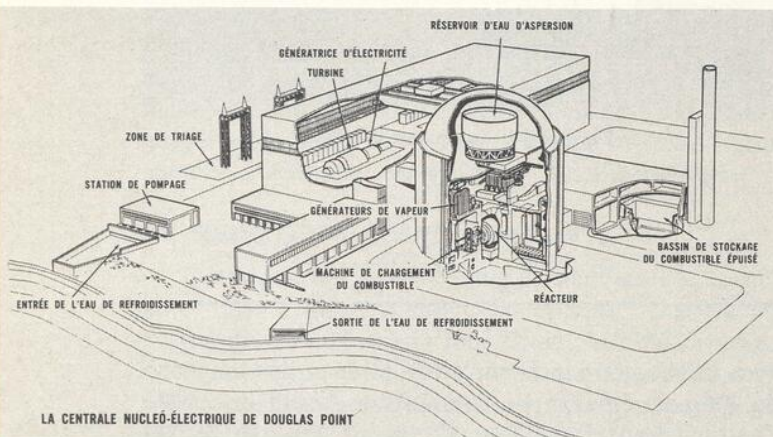
Tout comme dans le NPD et le CANDU, le réacteur disposera d'une double machine de chargement; pendant que l'une introduit du combustible frais à une extrémité du réacteur, l'autre reçoit le combustible irradié à l'autre extrémité. Huit grappes seront normalement remplacées par jour pour obtenir la pleine puissance de la station, ce qui représentera une consommation annuelle de 25 tonnes d' UO_2 .

DES PLANS À LA RÉALITÉ

Le 20 août 1964, le premier ministre ontarien John Robarts et le président de l'Hydro-Ontario, W. Ross Strike annonçaient officiellement le programme conjoint entre l'Hydro et l'AECL visant à la construction d'une centrale de 1,000 MWé sur les rives du lac Ontario, 20 milles à l'est de Toronto; la centrale dont le coût s'élèvera à \$266 millions, portera le nom de Pickering Generating Station. L'entreprise sera ainsi partagée: Hydro-Ontario: \$120 millions; gouvernement ontarien: \$66.5 millions et gouvernement fédéral: \$79.5 millions.



Ce schéma très intéressant nous montre les différentes étapes de la fabrication des grappes de combustible. De la poudre d' UO_2 , on fabrique les pastilles, qui sont ensuite placées dans les crayons de zircaloy (cartouche) et enfin rassemblées en grappes (éléments de combustible); chaque grappe mesure $19\frac{1}{2}$ pouces de longueur et contient 33 livres d' UO_2 .



PICKERING GENERATING STATION. Cette conception d'artiste nous fait voir la future centrale nucléaire de 1,000 MWé que l'AECL et l'Hydro-Ontario érigeront à 20 milles à l'est de Toronto sur les bords du lac Ontario. Les deux bâtiments jumeaux de 140 pieds de hauteur abriteront chacun un réacteur de 500 MWé. L'autre structure cylindrique servira de réservoir de rétention pour libérer la pression des salles de bouilleurs et des enceintes des deux réacteurs. A l'arrière, on remarque l'édifice géant haut de 90 pieds, où seront disposés les deux turbo-alternateurs de 500,000 kilowatts.

Le premier réacteur de la centrale fonctionnera en 1970. Tout a été prévu pour que la puissance totale de la centrale soit ultérieurement portée à 2,000 MWé par l'adjonction de 2 autres réacteurs. C'est la deuxième plus grande centrale au monde actuellement projetée; les Britanniques sont en train d'ériger dans l'Anglesey une centrale de 1,180 MWé. La centrale ontarienne sera conçue et construite exclusivement par des Canadiens, tout comme les centrales précédentes. Les travaux débiteront avant la fin de l'année.

La charge initiale d' UO_2 sera de 232 tonnes par réacteur et plus de 878 tonnes de D_2O seront requises pour la centrale. Chaque réacteur libérera 1,700 MWt pour une puissance électrique nette de 500 MWé. La production est suffisante pour subvenir aux besoins d'électricité d'environ 650,000 maisons et représente les $\frac{2}{3}$ de la consommation maximum du grand Toronto.

LES RÉACTEURS DE L'AVENIR

L'uranium et le thorium sont sans contredit les matériaux de base pour la production de l'énergie nucléaire. Cependant, le thorium et la majeure partie de l'uranium naturel jouent le rôle de corps morts dans le réacteur; pire, ils absorbent les neutrons. Toutefois, grâce au bombardement neutronique qu'ils subissent, ils peuvent se transformer en matériaux fissibles; le thorium-232 et l' $U-238$ se convertissent respectivement en $U-233$ et en $Pu-239$, deux éléments fissibles. C'est pourquoi le thorium-232 et l' $U-238$ sont nommés matériaux **fertiles**.

Toute fission produit 2 ou 3 neutrons, mais un seul suffit pour entretenir la réaction en chaîne. Donc, un réacteur dont la perte de neutrons est minimum, peut produire une quantité intéressante de matière fissible par le bombardement de matériaux fertiles.

En fait, d'après ce principe, il est possible dans certains réacteurs de produire plus de combustible que le réacteur n'en consomme! Phénomène intéressant et appelé **surgénération**. Dans la plupart des pays avancés en technologie nucléaire, plusieurs réacteurs, ou plutôt **surgénérateurs**, ont été construits à titre expérimental. Si le réacteur produit un peu moins de combustible qu'il n'en consomme, il est un **convertisseur**. Les surgénérateurs apparaissent indispensables au développement nucléaire puisqu'ils permettront de "brûler" la plus grande partie de l'uranium naturel, ce qui multipliera le potentiel énergétique contenu dans les réserves par un facteur supérieur à 100. Des études se poursuivent au Canada et nul doute qu'avant longtemps, on verra apparaître à Chalk River ou à Whiteshell, le premier surgénérateur canadien; à moins que nous importions la technique des Etats-Unis ou de la Grande-Bretagne. Mais jusqu'ici, nous avons réalisé des progrès considérables sans l'aide de notre puissant voisin et notre compétence en matière de

réacteur est réelle. Preuve: les Etats-Unis viennent de consacrer \$5,000,000 pour étudier les réacteurs canadiens à eau lourde.

ÉVOLUTION ÉNERGÉTIQUE DU CANADA

Vers 1976, on calcule qu'il y aura 3,350 MWé fournis par l'énergie nucléaire au prix moyen de 3.5 mills/kWh. A ce moment, au Québec, nous aurons terminé nos installations sur la Manicouagan et nous devons nous tourner vers l'énergie nucléaire. La consommation annuelle d'énergie électrique au Canada est censée croître annuellement de 6.4% d'ici 1980. (Voir le tableau ci-dessous pour l'évolution de la demande d'énergie pour toute la nation.)

Après 1980, toutes les nouvelles centrales implantées en Ontario et la plupart de celles du Québec seront nucléaires. De même, dans les Maritimes où la capacité annuelle requise sera de 300 MWé. Dans l'ouest, le Manitoba aura probablement le premier sa centrale nucléaire. Le besoin total par année au Canada pour de nouvelles centrales nucléaires durant les années qui suivront 1980, devrait être d'environ 2,000 à 3,000 MWé; la puissance des réacteurs atteindra alors 750 MWé à 1,000 MWé et le coût de l'électricité produite 3 mills/kWh.

D'après les sondages et les calculs des géologues, la proportion d'uranium dans la croûte terrestre est de 4/1,000,000, et la quantité de cet élément à 1.6 km de la surface serait de 2.5×10^{12} tonnes; de plus, les océans contiendraient 4½ milliards de tonnes d'uranium. Pour une population de 14 milliards (vers l'an 2050), à raison de 1 kW par tête et pour un *burn-up* de 50,000 MW j/tonnes avec un rendement de 35%, la consommation d'uranium n'atteindrait que 24 millions de tonnes par siècle.

Malgré l'énormité des stocks mondiaux, le combustible nucléaire n'est pas inépuisable; voilà pourquoi il faut se hâter de développer les surgénérateurs rapides pour éviter le gaspillage de nos réserves d'uranium et de thorium.

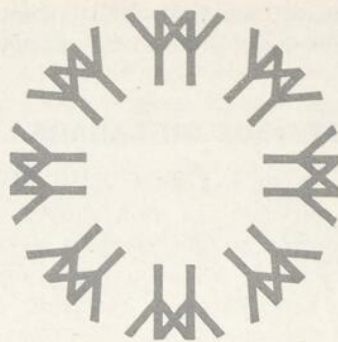
Lorsque le réacteur à fusion thermonucléaire sera mis au point, l'humanité sera en possession d'une source d'énergie dont l'épuisement ne surviendra pas avant plusieurs milliards d'années. Mais, les milliers de techniciens et d'hommes de science impliqués dans les recherches sur le contrôle de la fusion, ne sont pas trop optimistes. Cet effort constitue sûrement le plus grand défi jamais lancé à l'homme. On ne prévoit pas de solution pratique avant l'an 2,000, à moins de développements inattendus.

DEMANDE ET SOURCE D'ÉNERGIE AU CANADA 1962 - 1980

	ÉNERGIE (1962) compilée			ÉNERGIE (1980) estimée		
	DEMANDE	SOURCE		DEMANDE	SOURCE	
	10 ⁶ kWh	hydro- électrique 10 ⁶ kWh	thermique* 10 ⁶ kWh	10 ⁶ kWh	hydro- électrique 10 ⁶ kWh	thermique* 10 ⁶ kWh
TERRENEUVE	1,473	1,363	110	3,700	3,000	700
PROVINCES MARITIMES	3,978	1,723	2,255	13,300	4,500	8,800
QUÉBEC	40,389	40,059	330	125,000	124,500	500
ONTARIO	39,631	35,244	4,387	115,000	48,000	67,000
MANITOBA	5,003	4,871	132	12,000	11,800	200
SASKATCHEWAN	2,064	86	1,978	8,000	4,000	4,000
ALBERTA	4,121	975	3,146	18,000	5,500	12,500
COLOMBIE BRITANNIQUE (Y COMPRIS LE YUKON ET LES TERRITOIRES DU NORD-OUEST)	14,222 (162)	13,293 (134)	929 (28)	47,000	46,000	1,000
CANADA	111,043	97,748	13,295	342,000	247,300	94,700
pourcentage du total		88%	12%		72%	28%

*Thermique = combustible classique et nucléaire.

Ce tableau est tiré des données présentées par le Canada à la troisième Conférence internationale des Nations-Unies sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, Genève, 31 août — 9 septembre 1964.



RENÉ TORRE

LE PONT DES PEUPLES



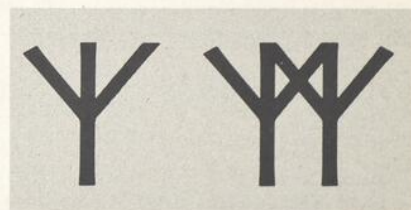
Vue a vol d'oiseau de l'emplacement de l'Expo en novembre 1964. A gauche, la jetée MacKay face au port de Montréal. Au centre, l'île Ste-Hélène avec ses prolongements en amont et en aval, puis, longeant la digue de la Voie maritime. A droite, l'île Notre-Dame, créée de main d'homme. Au premier plan, le pont Victoria et à l'arrière plan, reliant la rive-sud à Montréal, le pont Jacques-Cartier.

Au beau milieu du Saint-Laurent, sur un emplacement construit artificiellement, par les hommes, et à leur gloire, plus de cinquante pays développeront le thème "TERRE DES HOMMES", choisi pour la première Exposition Universelle, tenue sur le continent américain.

L'Expo-67 se tiendra, du 28 avril au 27 Octobre, et sera l'une des manifestations qui marqueront le centième anniversaire de la Confédération Canadienne.

Son emblème officiel s'est inspiré de l'antique et universelle représentation de l'homme:

une ligne verticale, personnifiant le corps; et deux traits, figurant les bras ouverts.



On a jumelé ces motifs, pour symboliser l'amitié universelle. Les couples sont réunis dans une ronde, symbole du monde, de la "TERRE DES HOMMES".

Pour mener à bien cette Exposition, des centaines de personnes travaillent, depuis 1963, pour préparer son emplacement.

Des milliers de tonnes de terre ont été transportées, pour agrandir et incorporer deux petits îlots, à

l'Île Sainte-Hélène, et pour construire, de toute pièce, l'Île Notre-Dame.

On aménage, également, la jetée MacKay, qui fera partie des 600 acres de l'Expo et, pour relier l'Île de Montréal, à l'Île Sainte-Hélène, un pont sera érigé: le "Pont des Peuples".

PILES ET CULÉES

La construction de ce pont, qui doit relier les différentes Îles entre elles, sera terminée en automne 1965.

Déjà les 4 piles centrales et les deux culées sont achevées.

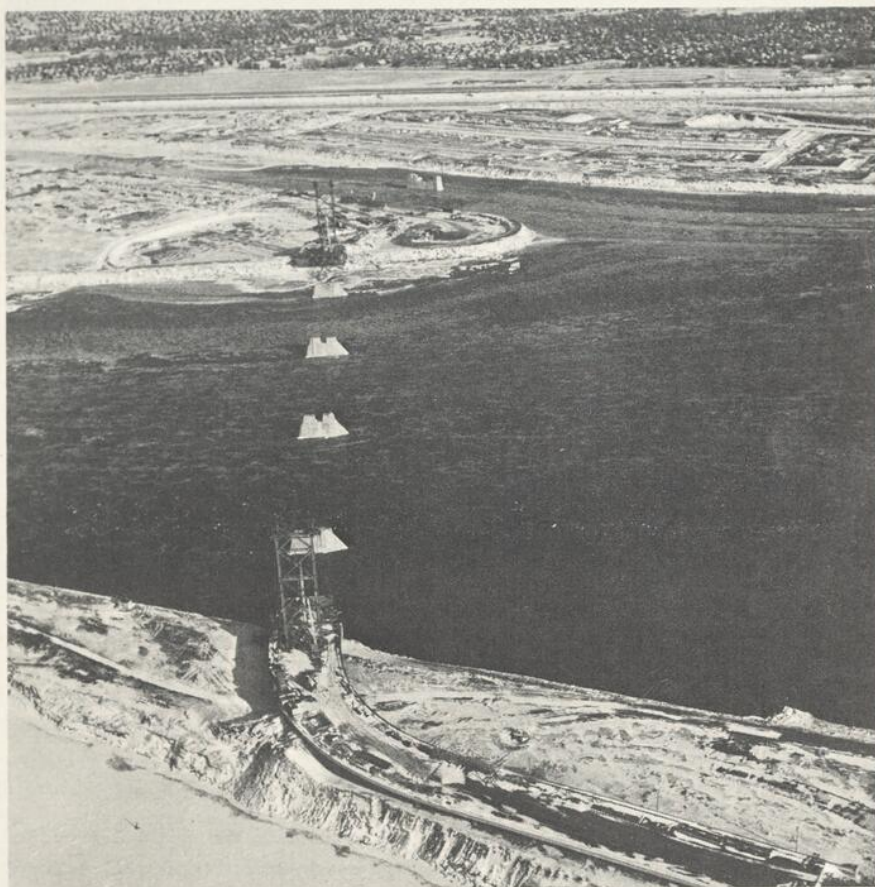
La mise en oeuvre des piles a d'ailleurs été un travail assez périlleux, et s'est effectuée à un endroit où le Saint-Laurent atteint 12 noeuds. Les travaux ont été entrepris dans des conditions difficiles, au milieu des eaux tumultueuses, et rapides, du fleuve, à cet endroit. Des cloches à plongeur, un dispositif d'ancrage spécial, et des appareils de levage très puissants, ont été nécessaires pour placer les coffrages en acier à l'emplacement des piles. Des embarcations robustes ont servi à couler le béton dans les caissons.

Cette tâche n'en a pas moins été menée dans les limites de temps demandées, permettant ainsi de respecter la marche générale des travaux de l'Expo.

PONT ORTHOTROPIQUE

Aussi n'est-ce-pas, sans raisons, que les ingénieurs ont choisi un pont à tablier orthotropique, pour enjambrer le Saint-Laurent.

Vue de la jetée MacKay, l'Île Verte et l'Île Notre-Dame, de l'ouest à l'est, montrant les travaux en cours du pont des Peuples. On aperçoit les quatre piles et les deux culées terminées.



Ce choix permet, entre autre, de diminuer le nombre de piles, sa conception autorisant l'emploi de travée à grande portée:

— 3, de 525 pieds, au centre;

— 2, de 345 pieds, aux extrémités, pour une longueur totale de 2,265 pieds; ce qui fera du "Pont des Peuples", le plus long ouvrage de ce genre, dans le monde.

Les seuls autres ponts, de cette

sorte, existant en Amérique se trouvent à Port Mann, en Colombie Britannique, et à Saint-Louis du Mississipi.

En Europe, depuis quelques années, c'est une technique assez répandue. Certains ouvrages européens ont des portées de 800 pieds, mais aucun, cependant, n'est aussi long que celui qui reliera la jetée MacKay, à l'Île Verte.



État des travaux en novembre 1964 sur les îles Notre-Dame (à l'avant plan) et Sainte-Hélène (au milieu). Les deux îles sont reliées par un remblai qui retient les eaux pendant la construction du métro prolongé jusqu'à la rive sud. Une fois terminées les deux îles seront séparées par les eaux et reliées entre elles par un pont.

AVANTAGES

Outre qu'il permet de réduire le nombre de piles, le pont orthotropique élimine 30%, au moins, du poids mort habituel à une oeuvre de cette importance.

On peut considérer un pont, en quelque sorte, comme une poutre reposant sur plusieurs appuis. Un pont orthotropique n'est autre qu'un pont tubulaire, dans lequel l'armature se compose de tubes d'acier, au lieu de béton. Dans son cas, le tablier est constitué d'une plaque d'acier de 1.25 cm ($\frac{1}{2}$ pouce approximativement), et il fait partie de l'infrastructure. Complètement encaissé, il agit comme la panne supérieure d'une poutre-caisson trapézoïdale, à trois semelles de 16 pieds de profondeur, et de 65 pieds

de largeur. Recouvert d'une épaisseur d'asphalte de deux pouces, il évite d'avoir le poids mort que représente une dalle de béton, épaisse de 8 pouces, tout en remplissant son rôle de chaussée.

Cette technique a pu être développée, grâce aux progrès réalisés dans la fabrication de l'acier à haute résistance, et aux améliorations des procédés apportées à la soudure automatique, lesquels, ont permis d'obtenir des traverses plus longues et plus légères.

Dix tonnes d'acier n'en seront pas moins nécessaires, pour compléter la structure de ce pont.

Un autre avantage du pont orthotropique: la rapidité de l'exécution.

Ainsi, cet ouvrage, conçu autre-

ment, aurait demandé 3 ans, alors qu'il sera érigé en 18 mois.

Le pont, une fois fini, aura une largeur totale de 94 pieds, d'un garde-fou à l'autre:

- 38 pieds seront réservés à la circulation automobile;
- 22 pieds, aux piétons,
- le reste sera aménagé pour le passage du MONORAIL assurant la navette entre Montréal et l'Expo.

Ainsi, la technique même employée pour construire les différents aménagements de l'Expo-67 sera des plus modernes et donnera une idée de l'évolution effectuée dans ce domaine ainsi que des progrès réalisés dans toutes les branches de l'activité humaine.

la caisse d'arrivée de pâte "ISOFLLOT"

PIERRE DAUDELIN

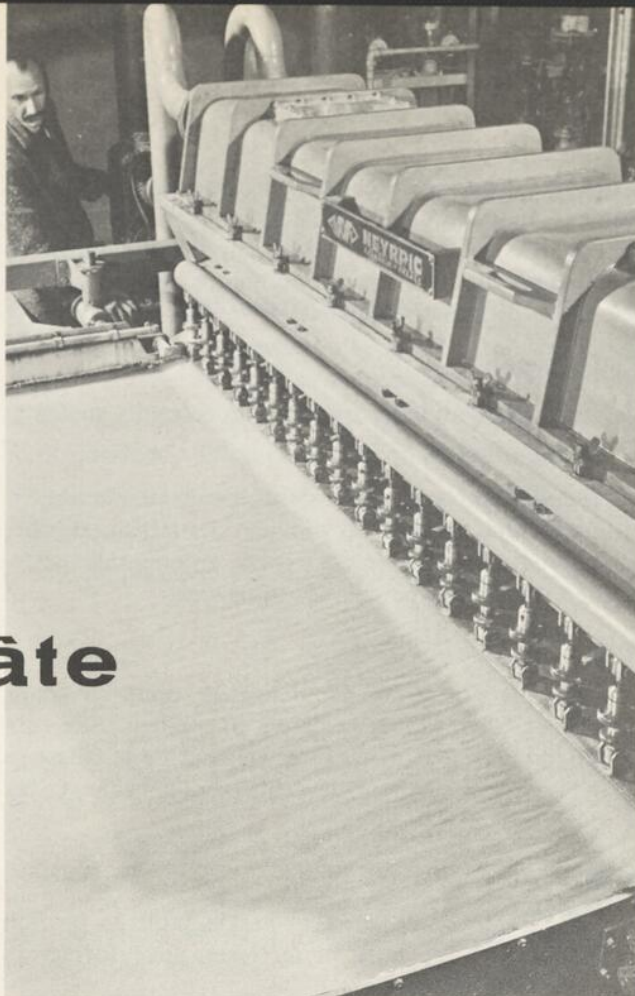
OBJET ET PRINCIPE DE LA CAISSE ISOFLLOT

La pâte à papier est un produit essentiellement hétérogène, renfermant, en suspension aqueuse, des fibres de cellulose et des charges diverses. Les fibres procurent au papier la résistance mécanique et les charges (kaolin, talc, etc...), l'opacité et la couleur.

Un papier de grande classe doit avoir pour qualité fondamentale la régularité (de composition, de poids, d'aspect), aussi bien en long qu'en travers. Cette qualité dépend essentiellement du fonctionnement de la caisse de tête distribuant la pâte sur la table de fabrication.

Les appareils de préparation des pâtes liquides fournissent un mélange homogène. La caisse de tête est chargée de le répartir uniformément dans l'espace et régulièrement dans le temps, sur toute la largeur de la table, dans un état de suspension homogène des fibres et des charges.

La caisse d'arrivée de pâte "Neyrpic" a été conçue pour répondre aux besoins des papetiers désirant fabriquer, sur une même machine, une gamme étendue de produits de qualité, qu'il s'agisse d'une machine à papier ou d'une machine à carton, à table plate. Elle tend donc à concilier le maintien des meilleures conditions d'écoulement et de répartition de la pâte avec la



Caisse d'arrivée de pâte Neyrpic "Isoflot".

possibilité de fortes variations de débit sur la toile. Ces variations peuvent atteindre, sans aucune difficulté, le rapport de 1 à 7.

Le maintien de l'homogénéité de la pâte formée par les fibres et les charges en suspension aqueuse dépend, avant tout, d'une certaine valeur de la turbulence au sein de la suspension, donc des conditions d'écoulement dans la caisse.

Les caisses de type courant donneront, avec la même machine, un papier excellent pour un grammage déterminé et un papier médiocre pour un autre grammage très différent, cela à cause du fait que leurs dimensions et leurs réglages sont prévus pour un débit donné qui dépend étroitement du poids du papier fabriqué. Le fonctionnement à un régime de débit trop faible fait flocculer la pâte (les fibres se rassemblent en flocons ou matons) ou encore, la fait ségréguer (les charges se déposent partiellement).

S'il semblait possible de concevoir un profil de caisse assurant des conditions d'écoulement favorables sur une gamme étendue de débits, il est vite apparu impossible d'empêcher, sur ce même profil, la floculation de la pâte et les dépôts de charges aux faibles débits. D'où l'idée de concevoir cette caisse pour un débit optimum, tant du point de vue hydraulique qu'en ce qui concerne les dépôts, en éliminant par déverse-

ment, le surplus de la pâte. Ce principe, grâce à des études effectuées sur plusieurs modèles réduits, a permis d'obtenir une précision et une régularité de débit remarquables, en même temps qu'une grande souplesse de fonctionnement.

DESCRIPTION

La caisse Isoflot se compose des éléments suivants:

1) Un répartiteur

Celui-ci est chargé de distribuer, sur toute la largeur de la machine, la pâte qui provient des circuits de tête, sans pour autant créer des lignes de courants préférentiels: c'est la pièce-clef de la caisse.

2) Un diffuseur

Son rôle primordial est d'amener, pour un temps très court, la vitesse de la pâte à une valeur inférieure à celle de la vitesse du jet. Cet élément de la caisse se termine par un partiteur de débit (vers la table et vers le déversoir).

3) Des lèvres

Elles calibrent et injectent sur la table la portion de débit qu'il est utile de prélever pour former la feuille.

La lèvre supérieure est manoeuvrable par une commande générale d'ouverture et de fermeture: elle est également équipée du dispositif classique de calibrage partiel par vis micrométrique.

4) Un couvercle

Ce couvercle, qui ferme la caisse, permet la production d'un matelas d'air mis en pression ou, si nécessaire, en dépression, pour les faibles vitesses.

5) Une cabine de commande

La cabine de commande, de régulation et de contrôle groupe:

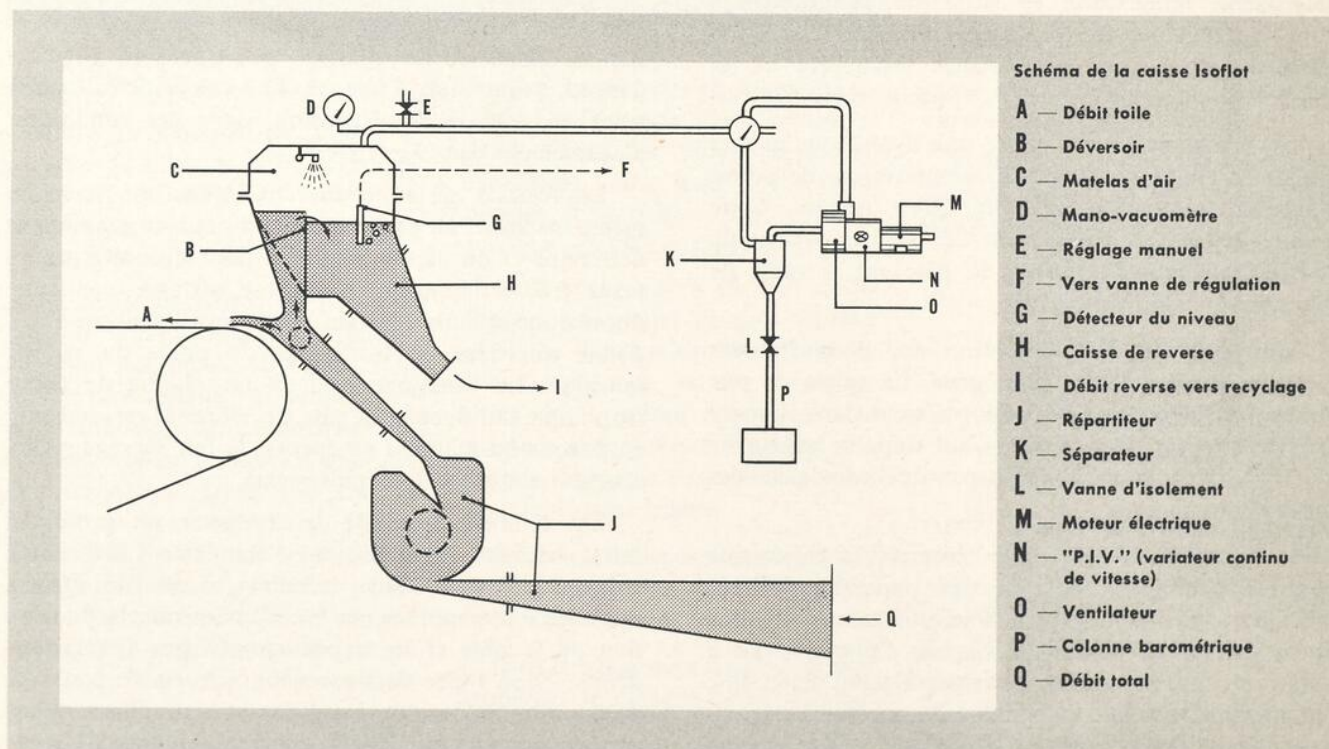
- les commandes, les contrôles et les enregistrements des pressions ou de dépressions,
- l'indication, la régulation et l'enregistrement du niveau dans la caisse.

Sur demande, un certain nombre de réglages, de contrôles et d'enregistrements peuvent être groupés dans la cabine, par exemple:

- le réglage du poids au m²,
- la commande de la lèvre supérieure et l'indication de sa position qui permet de déduire la dilution.

Les caractéristiques de chacun des éléments constitutifs de la caisse sont calculées, dans chaque cas particulier, suivant les lois les plus rigoureuses de l'hydrodynamique.

La précision et le soin apportés à la réalisation des profils généralement complexes de la caisse conditionnent le rendement hydraulique.



Les lèvres sont, avant polissage, usinées suivant un gabarit assurant une géométrie correcte du profil hydraulique. La finition des pièces et le choix des accessoires sont marqués du même souci de la qualité.

Toutes les parties en contact avec la pâte sont réalisées en acier inoxydable "18/8", poli spécialement pour éviter tout accrochage de fiches ou de charges. Le couvercle, en métal léger, est fixé par un système de fermeture rapide permettant de visiter l'intérieur de la caisse. La construction est mécanosoudée.

FONCTIONNEMENT

1) Fonctionnement hydraulique

Le répartiteur et le diffuseur fonctionnent à débit sensiblement constant pour :

- être toujours dans des conditions hydrauliques optima,
- éviter les floculations et les décantations.

Le débit de la reverse étant, par contre, particulièrement variable, le déversoir a une longueur spécialement adaptée à chaque problème et il peut atteindre, dans certains cas, une grande longueur.

2) Réglage de la vitesse

Pour chaque fabrication, la vitesse du jet doit être adaptée à la vitesse de la toile. Dans une caisse ouverte, ce réglage se fait par variation de la hauteur de pâte. Dans une caisse fermée, le niveau de la pâte étant maintenu constant du fait du déversoir, on règle la hauteur manométrique totale en agissant sur la pression du matelas d'air intérieur à la caisse. Ici, l'ajustement de cette pression se fait en agissant, soit sur le variateur de vitesse accouplé au ventilateur, soit sur le casse-vidé dans le cas où un compresseur remplace le ventilateur.

3) Régulation

Celle-ci est conçue de telle sorte qu'elle agisse directement ou indirectement sur les paramètres de fonctionnement de la caisse et, en particulier, sur la dilution de la pâte que l'on peut ainsi régler par une simple manoeuvre des lèvres. Grâce au réglage du niveau dans la caisse de reverse, tout risque d'entraînement d'air par cascade est évité. La régulation choisie pour cette caisse est pneumatique.

CAPACITÉ

La caisse "Isoflot" permet d'obtenir aisément, avec la même machine et dans les meilleures conditions, des papiers dont le grammage varie de 20 à 140 g/m², par exemple.

Elle peut s'adapter aussi bien à des machines lentes

(de 50 à 250 m/mn) qu'à des machines de grande vitesse (750 m/mn) et de grande largeur de table (7 m, par exemple).

AVANTAGES D'EXPLOITATION

- Précision du grammage, régularité et constance de l'à-plat, quelle que soit la gamme des fabrications.
- Amélioration certaine de l'épair et des caractéristiques physiques des papiers fabriqués.
- Absence de dépôts, même dans les qualités fortement chargées.
- Diminution des risques d'entraînement des mousses et des bulles d'air.
- Simplicité et rapidité du réglage de la dilution.
- Absence de risque de coulée d'eau.
- La vitesse du jet étant facilement réglable, il est possible d'agir sur le rapport des caractéristiques dans le sens de la machine et en travers de la feuille.
- La vitesse élevée de circulation dans la caisse évite radicalement la formation de matons et, en fonction de la conception de la table de fabrication, elle permet un épair aussi fondu que possible, compte tenu de la composition fibreuse.
- Une grande régularité dans le profil du poids, aussi bien en travers qu'en long, est obtenue au moyen de cette caisse, grâce à son principe de fonctionnement et à la conception de son répartiteur, sous réserve évidemment du bon fonctionnement des circuits de tête de la machine. L'exploitation générale est facilitée par l'utilisation de tubes de niveau, manomètres, hublots à rinceurs, ainsi que par la centralisation des appareils de commande et de réglage et la facilité d'accès pour le nettoyage de tous les organes.

ÉTUDES ET INSTALLATIONS

Du choix d'une nouvelle caisse d'arrivée de pâte dépendent, dans la majorité des cas, la production et la qualité du papier. Il est souhaitable qu'une collaboration existe entre le constructeur et le fabricant de papier ce qui permet notamment :

- un examen du programme de fabrication envisagé et des caractéristiques fondamentales de la machine;
- le choix des dimensions optima de la caisse de tête à équiper pour répondre aux problèmes posés;
- l'analyse des circuits de tête de la machine afin d'y apporter tous les perfectionnements possibles quant au tracé et à la conception et de leur conférer ainsi une plus grande stabilité de fonctionnement et de précieuses facilités d'exploitation;
- l'étude de toutes les conditions d'implantation et de montage du matériel.

L'ACTUALITÉ



TECHNIQUE

ROLAND PRÉVOST

■ CANADA

ALLONS VISITER MARS

Montréal — Au congrès de l'American Association for the Advancement of Science, fin décembre, deux experts de Douglas Missile & Space System, MM. Markus et Lascody, ont révélé que les envolées vers la planète, qui devraient se faire entre 1975 et 1985, seront compliquées du fait de l'intense activité solaire qui se manifesterà dans les premières années de 1980; dans ce cas, les voyages ne devraient pas durer plus de 600 jours (300 au minimum). S'ils ont lieu un peu plus tôt, ils pourront durer jusqu'à 1,000 jours. Le texte de cette communication contient beaucoup de détails techniques.

UN THÉÂTRE FLOTTANT

Montréal — Deux Montréalais — Lionel Villeneuve et Georges Carrère — ont eu une idée excellente: un bateau converti en théâtre et qui donnerait des représentations le long du Saint-Laurent, de la rivière Outaouais jusqu'aux provinces maritimes. Ils ont fait mieux: ils en ont commandé les plans à un ingénieur de Québec. Long de 145 pieds et large de 42, l'Escale 67 contiendra un théâtre de 500 places, un restaurant pour 150 consommateurs, un hall de 750 pieds carrés pour les expositions d'art; la scène pourra tourner de 360 degrés afin de faciliter les changements de

décors. Escale 67 aura une coque d'acier et sera entièrement à l'épreuve du feu. Cette initiative mettra en oeuvre des techniques nouvelles chez nous.

■ FRANCE

UN HAUT FOURNEAU COMMANDÉ PAR UN ORDINATEUR

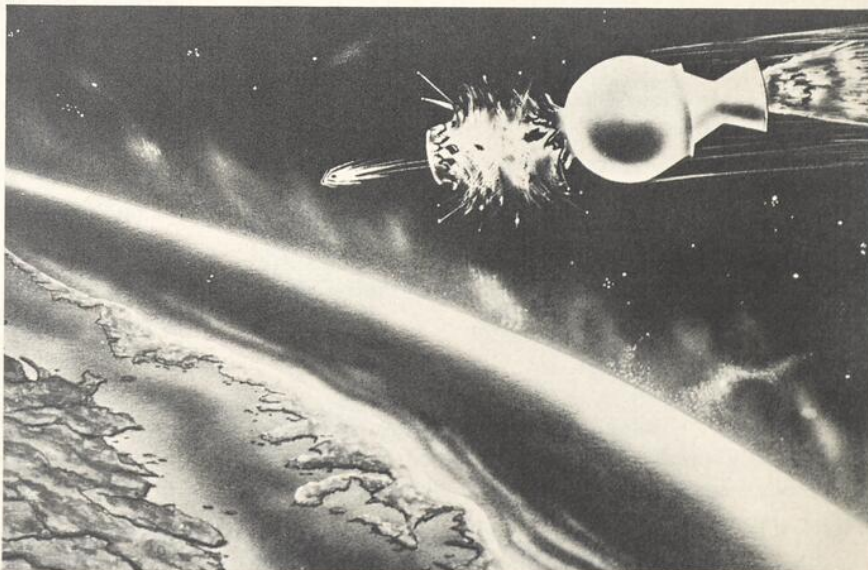
Normandie — Le nouveau haut fourneau de l'usine de Mandeville, en Normandie (France) a pour originalité d'être alimenté de façon continue par un calculateur électronique. Un ordinateur IBM 1710 reçoit de façon con-

tinue les renseignements concernant: 1. La température et la concentration du gaz en Co, Co₂ et hydrogène au gueulard (entrée); 2. Le débit, la température, la pression, l'humidité du vent aux tuyères; 3. La quantité de fuel injecté. L'ordinateur trace toutes les minutes un bilan thermique de la zone à 1,000 degrés C par différence entre les apports thermiques et l'énergie consommée par la réduction du minéral. Six fois par heure, il procède pour rétablir, s'il y a lieu, le réglage automatique de l'état thermique du haut fourneau aux corrections de température et d'humidité du vent et du débit du fuel.

DÉCOUVREUR DE COMÈTES

Afrique du Sud — Science, habileté ou chance, ou tout cela ensemble, font que l'astronome sud-africain J. J. Bester a un flair formidable pour les comètes. Il en a découvert cinq en 1947 et 1948, une autre en 1959. Récemment, il en découvrirait une autre, qui se dirigeait vers la constellation Orion. On connaît les comètes, on les observe, mais qui pourrait dire avec certitude d'où elles viennent, comment elles se sont formées? En guise de consolation, on se résout à fabriquer ces étoiles filantes artificielles, comme le montre une photo dans cette page.

Sous contrat de la NASA, les laboratoires de Firestone Tire & Rubber Company (Akron, Ohio) fabriquent actuellement des étoiles filantes, plus exactement des météorides: les expériences auront pour but de déterminer les dimensions et la masse des météorides qui pénètrent dans l'atmosphère. L'instrument sera lancé par une fusée à plusieurs étages, probablement à 200,000 pieds. Au moment où la fusée porteuse pénétrera dans l'atmosphère, une explosion lancera un projectile qui descendra à plus de 50,000 milles à l'heure; à cette vitesse, le projectile brûlera par friction avec les molécules d'air et produira une traînée lumineuse. Plusieurs postes d'observation prendront des photos de l'engin avec les mêmes caméras qui servent pour les étoiles filantes naturelles, en même temps qu'on déterminera le caractère électro-magnétique de la traînée.



■ ÉTATS-UNIS

COMMENT LES OISEAUX ÉMIGRENT-ILS ?

New York — La migration des oiseaux, parfois sur de très longues distances, semble bien loin des sujets étudiés dans nos écoles techniques. Cependant, un éminent mathématicien, M. Lester Talkington, de l'Institut de recherche de IBM, vient d'établir un modèle mathématique qui tend à démontrer que l'oiseau migrateur utilise le champ magnétique terrestre, théorie que l'on avait quelque peu négligée parce qu'on la jugeait impossible à démontrer. Depuis un siècle, dit-il, on a observé que les oiseaux tendent à émigrer le long des méridiens magnétiques, c'est-à-dire dans la direction de pointe de la boussole; cela semble démontré, sauf lorsque le parcours approche le pôle magnétique.

AVANTAGES PRATIQUES DES ÉTUDES SPATIALES

Washington — Les professeurs et étudiants dans les nombreux domaines techniques seront intéressés à obtenir une liste des publications de la NASA sur les applications industrielles ou autres découlant de travaux sur l'astronautique. A noter que cette liste comprend 221 "Tech Briefs" ou explications de perfectionnements techniques. On peut obtenir gratuitement cette liste en adressant comme suit: NASA Headquarters, Code ATU, Washington 25043, D.C., U.S.A.

NAVIRES CONDUITS PAR DES ORDINATEURS

Baltimore — On termine actuellement la construction de deux navires de recherches, l'Oceanographer et le Discoverer, qui seront pratiquement

conduits chacun par un ordinateur électronique qui contrôlera les moteurs, analysera les données de navigation et de météorologie. L'ordinateur servira en outre à analyser les nombreux renseignements recueillis par les équipes de scientifiques.

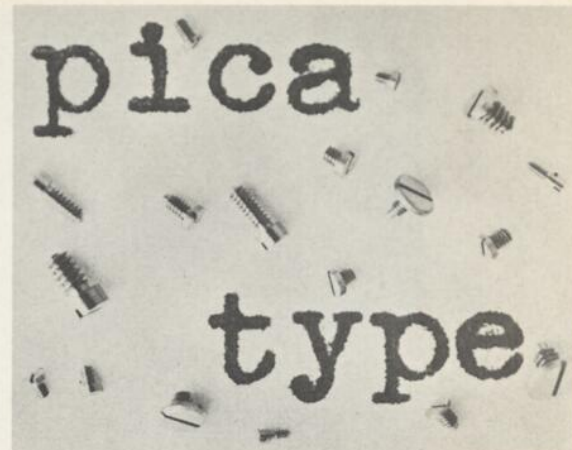
LES SOURCES QUASI-STELLAIRES

Californie — Un pédagogue a déclaré récemment que, les techniques évoluant très rapidement, le technicien doit nécessairement comprendre la nature fondamentale des substances et des phénomènes. C'est pourquoi il n'est pas inopportun de glisser dans cette page quelques notes d'astro-physique. Ainsi M. Maarten Schmidt, astronome des observatoires de Palomar et du mont Wilson, s'est signalé par l'étude spectroscopique des objets les plus éloignés que l'on connaisse dans l'univers: il s'agit de sources émettant des ondes radio dont la plus proche est à plusieurs milliards d'années-lumière. Ce jeune astronome — il n'a que 35 ans — est d'avis que ces "quasi-stellar sources" furent des explosions fantastiques qui ont pu durer des centaines de milliers d'années.

■ CEYLAN

POURQUOI ENSEIGNER LES SCIENCES ?

On se plaint, en certains milieux, du peu de place que tient l'enseignement des sciences dans nos Instituts de Technologie. Je n'ai pas à porter un jugement sur ce problème, mais à ceux que l'enseignement des sciences intéresse, je recommande la lecture d'un rapport d'une réunion d'experts tenue l'an dernier à Peradeniya, dans l'île de Ceylan. Il est intitulé "School Science Teaching." On peut sans doute se le procurer aux British Information Offices, 635 ouest, rue Dorchester, Montréal.



Cette photo est suffisante pour montrer à quel degré en est arrivée la miniaturisation, en particulier depuis l'avènement des recherches spatiales; celles-ci exigent la disposition d'un grand nombre d'instruments dans l'espace très restreint d'un satellite. Certaines vis sont si petites qu'on pourrait en mettre 75,000 dans un dé à coudre! Le diamètre de celles qu'on voit ici varie d'un centième de pouce (environ trois fois le diamètre d'un cheveu humain) jusqu'à six centièmes de pouce. Rappelons qu'en 1955 une conférence de Canadiens, d'Américains et de Britanniques avaient établi des standards pour le filetage des vis. Ces pièces miniatures se conforment à cet accord.

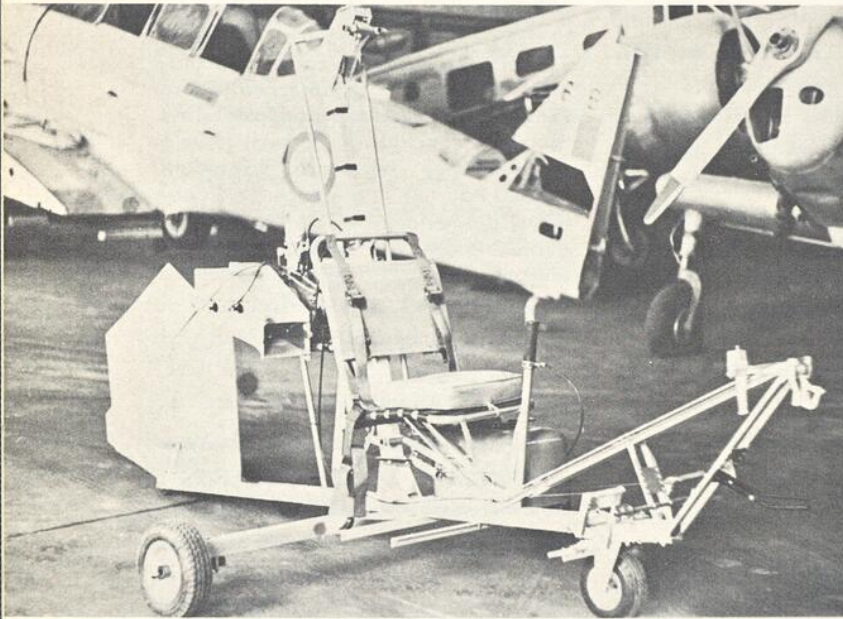
■ ALLEMAGNE

NOUVEAUX VERRES SOLAIRES

La célèbre compagnie Zeiss, en Allemagne de l'Ouest, vient de réaliser un nouveau verre pour protéger l'oeil contre les radiations infra-rouges et ultra-violettes du Soleil et contre l'éblouissement. Les verres solaires non correcteurs sont teintés dans la masse, mais dans le cas des verres pour la correction des amétropies, on appliquait par fusion une mince couche par fusion. Maintenant, la couche absorbante est appliquée sur le verre incolore par vaporisation dans le vide: on peut ainsi avoir des lunettes solaires à double foyer. Le procédé étant plus simple, cela permettra d'abaisser les prix. Ces verres ont une teinte chaude brun gris, de sorte que toutes les couleurs gardent leur valeur naturelle.

À L'INSTITUT AÉROTECHNIQUE DE QUÉBEC

LES ÉLÈVES-TECHNICIENS CONSTRUISENT UN



Vue du gyrocoptère sans l'aile tournante. On lui fera faire son premier vol d'essai cette année, dès que l'appareil aura été approuvé par le ministère des Transports. Sa vitesse de croisière sera de 60 milles à l'heure.

Un siège monté sur un train d'atterrissage à trois roues, une voilure tournante au-dessus, un moteur actionnant une hélice ordinaire, tel est essentiellement l'autogyre que les élèves de la section d'aéronautique de l'Institut de technologie Laval ont entrepris de construire l'an dernier et qu'ils ont presque terminé.

Depuis, la section d'aéronautique s'est détachée de l'Institut de technologie Laval pour devenir une école autonome, l'Institut Aérotechnique du Québec, à l'aéroport international de Montréal. Le déménagement de la section aéronautique dans ses nouveaux locaux et l'aménagement du nouvel institut ont empêché jusqu'à maintenant que la construction de l'autogyre se poursuive. Cependant, les élèves mèneront le projet à bon terme. L'autogyre pourra voler prochainement.

L'autogyre est un appareil qui ressemble à l'hélicoptère par sa voilure tournante, appelée rotor, et à l'avion par l'hélice qui sert à le propulser. Le tableau ci-dessous montre d'un coup d'oeil les ressemblances et les différences qui existent entre ces trois appareils.

	AUTOGYRE	HÉLICOPTÈRE	AVION
Voilure	rotative; tourne librement	rotative; actionnée par un moteur	fixe
Sustentation	rotor	rotor	ailes
Propulsion	hélice	rotor	hélice
Vitesse relative à l'air au décollage	20 milles à l'heure	0	60 milles à l'heure ou plus
Vitesse relative à l'air à l'atterrissage	7 milles à l'heure	0	50 milles à l'heure ou plus
Stabilisation	plan fixe	rotor	plan fixe horizontal

EN AÉRONAUTIQUE AUTOGYRE

Voici les caractéristiques de vol de l'autogyre:

Vitesse maximum en vol horizontal: 85 milles à l'heure.

Vitesse de croisière: 60 milles à l'heure.

Altitude maximum de vol: 18500 pieds.

Vitesse ascensionnelle: 1200 pieds par minute.

Autonomie de vol: 120 milles.

Capacité du réservoir à essence: 5 gallons.

Carburant: essence à haut indice d'octane mélangée à l'huile de lubrification dans la proportion de dix parties d'essence pour une partie d'huile.

Longueur maximum de la piste requise pour le décollage: 300 pieds.

Moteur: McCulloch, 4 cylindres, à deux temps, 72 HP.

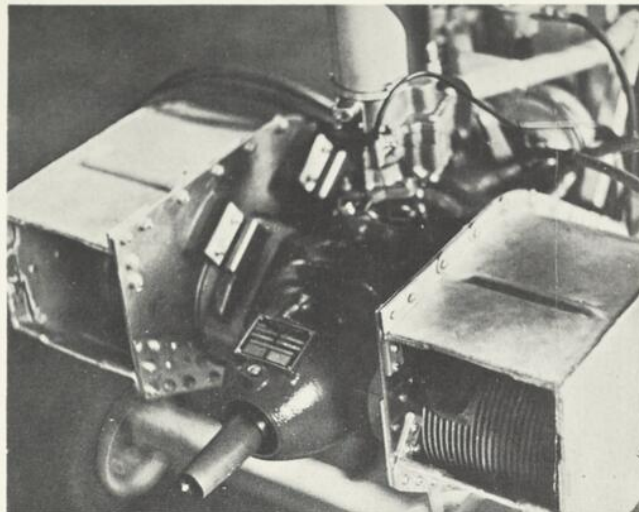
Vitesse de rotation du rotor: 400 révolutions par minute.

Poids total de l'appareil: 300 livres.

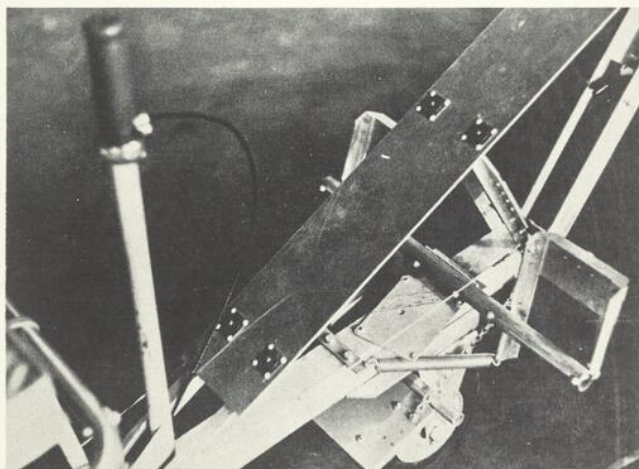
Coût de l'appareil: \$1,500 environ, outre le coût de la main d'oeuvre.

La structure de l'autogyre ne comprend que quelques tubes d'aluminium auxquels sont fixés solidement le train d'atterrissage, le siège, le moteur, les commandes, le roulement à billes du rotor, le gouvernail, le stabilisateur et les seuls instruments absolument indispensables. Le rotor a deux pales en acajou laminé renforcées sur toute leur longueur par des plaques d'acier.

Cet appareil est d'une sécurité absolue. Même si le moteur calait en vol, le rotor supporterait l'autogyre suffisamment pour permettre un atterrissage sûr. Le manche à balai se déplace entre des butées qui empêchent une inclinaison de l'appareil par rapport à l'horizontale et une inclinaison longitudinale trop grandes.



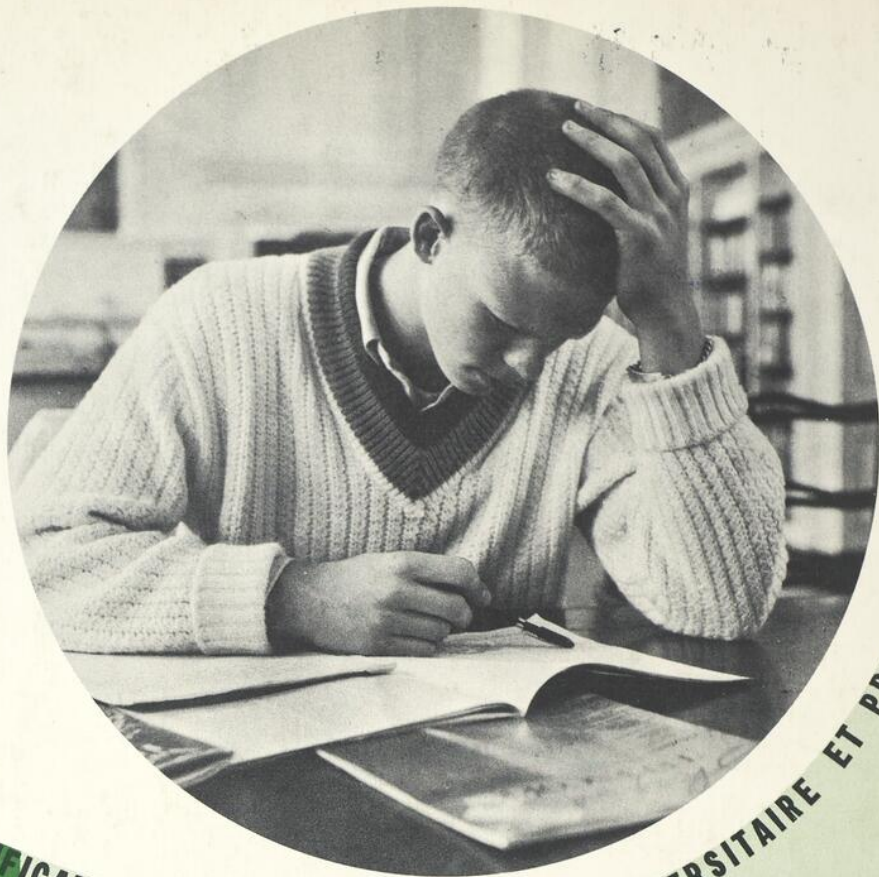
Moteur McCulloch de 72CV à quatre cylindres.



Détail du système de direction.

Le coût, relativement modeste, l'encombrement faible, la piste de dimension réduite requise pour le décollage et la facilité de pilotage font de l'autogyre un appareil extrêmement attrayant pour les sportifs friands de pilotage aérien. Sans compter, qu'une licence de pilote n'est pas requise au Canada pour voler cet appareil. Le ministère fédéral des transports exige cependant qu'une personne désireuse de piloter un autogyre subisse un examen médical, fasse preuve d'une connaissance élémentaire des règlements de l'air dans un examen écrit, se procure une licence d'étudiant-pilote et conduise l'appareil sous la surveillance d'un instructeur en pilotage.

Technique compte bien assister au vol d'essai. Nous vous en rendrons compte alors dans un reportage photographique.



CREATION D'UN COMITÉ DE PLANIFICATION DE L'ENSEIGNEMENT PRÉ-UNIVERSITAIRE ET PROFESSIONNEL

Au début de ce mois, le ministre de l'Éducation, monsieur Paul Gérin-Lajoie, annonçait, au cours d'une conférence de presse, la création d'un comité de planification de l'enseignement pré-universitaire et professionnel (C.O.P.E.P.P.).

Le mandat dont le Comité a été investi est le suivant:

- a) étudier les implications de l'application possible de la formule d'institut recommandée par la Commission d'enquête sur l'enseignement dans le second volume de son rapport, du triple point de vue du financement, de l'organisation institutionnelle et du personnel enseignant;
- b) recommander au ministre de l'Éducation un projet de programme d'action à cet égard et, en particulier, lui donner un avis sur les projets d'instituts qui sont déjà parvenus au ministère.

A la suite des recommandations de ce comité, le ministre sera appelé à soumettre au Conseil supérieur de l'Éducation les aspects du problème qui sont de sa compétence.

Le Comité de planification de l'enseignement pré-universitaire et professionnel est représentatif de tous les milieux intéressés à l'enseignement de ce niveau. En effet, les trente-et-un membres qui le composent ont été choisis parmi les diverses associations d'enseignants, les universités, les commissions scolaires, les institutions privées et le monde étudiant.

Le sous-ministre de l'Éducation, monsieur Arthur Tremblay, assume la présidence du Comité. Monsieur Yves Martin, directeur général adjoint et directeur de la recherche à la direction générale de la Planification ainsi que le Frère Jean-Paul Desbiens, directeur du service de l'Enseignement pré-universitaire à la direction générale des Programmes et des Examens au ministère de l'Éducation, siègent à titre consultatif afin d'assurer le lien entre le Comité et les services techniques du ministère.

LE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION