

7

B33

J-69



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 4
NUMÉRO 7
AVRIL 1966



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

Le Jeune Scientifique paraît huit fois par année, d'octobre à mai. C'est une revue de vulgarisation scientifique pour les jeunes publiée par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS).

RÉDACTION

Léo Brassard
directeur

Roger H. Martel
secrétaire de la rédaction

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Yves Desmarais
président

Réal Aubin
Jean-M. Beauregard
Léo Brassard
Roger H. Martel
Jean-Louis Meunier
Guy Paquette
Roland Prévost

COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin
Jean-R. Beaudry
Jean-Pierre Bernier
Michel Brochu
Raymond Cayouette
Richard Cayouette
Louis-Philippe Coiteux
Pierre Couture
Gérard Drainville
Jean-Paul Drolet
Jean-Guy Fréchette
Olivier Garon
Guy Gavrel
Rosaire Goulet
Olivier Héroux
Serge Lapointe
Michel-E. Maldague
Alphée Nadeau
Paul-H. Nadeau
Raymond Perrier
Jacques Vanier

Tarif des abonnements

Abonnement individuel, un an: \$3.00. Abonnement de groupe-étudiants, soit 15 abonnements et plus à une même adresse: \$2.00 chacun. Vente au numéro: individuel, 45 cents; groupe-étudiants, 35 cents. Abonnement à l'étranger: 3.50 dollars canadiens.

Adresses

Direction: case postale 391, Joliette, Qué., Canada, (Collège de Joliette). Tél.: code régional 514 — 753-7466.
Abonnements: case postale 6060, Montréal 3, Qué., Canada. Tél.: code régional 514 — 342-1411.

Notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'éditeur © ACFAS, 1966.
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication. Port payé à Montréal.

Imprimé aux ateliers de l'Imprimerie Nationale, Joliette.

Volume IV, no 7

avril 1966

S O M M A I R E

- 145 Le mica et l'ionographie
- 149 Le télescope amateur, 2e article:
la taille et le polissage du miroir
- 154 Le « Planétarium Dow de la ville de Montréal »
- 157 Notions modernes de chaleur et de température
- 161 L'étude de l'ionosphère avec les satellites canadiens
« Alouette »
- 164 Une station de biologie de l'Arctique
- 165 Présentation et commentaires de cartes
sur le Nouveau-Québec

Photo-couverture: un biologiste étudie une image (projection) fortement agrandie d'une écaille de poisson. Certains types d'écailles s'accroissent à leur périphérie de façon continue, par couches concentriques, avec des vitesses inégales suivant les saisons; ceci se marque à la surface de l'écaille par des « stries d'accroissement » dont la disposition peut indiquer l'âge du poisson. Cette scène a été prise au laboratoire de la *Station de biologie arctique* décrite en page 164 de ce numéro. (Photo de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa).

Le mica et l'ionographie

Lorsque je jouais avec les enfants de mon âge, les ruisseaux qui coulaient au printemps dans les rues charriaient des grains de sable, et parmi eux des paillettes brillantes qui nous attiraient, jaune or, mais évidemment légères, trop légères pour être du métal précieux. Ces paillettes étaient du mica. Le mica, un peu plus tard, je l'ai rencontré comme isolant dans certain fer à repasser qui, chose surprenante, fonctionne encore malgré le démontage que je lui fis subir alors.

Tous connaissent le mica, minéral facile à cliver en feuilles souples, transparentes lorsqu'elles sont minces, qu'on trouve souvent en échantillons de petite taille et parfois en très grandes plaques. Minéral remarquable, attrayant pour les enfants, le mica possède pour chacun de nous un folklore. Ne sert-il pas à garnir les portes de maints poêles au bois ou au charbon?

Pour ma part l'intérêt plus ou moins scientifique que je porte au mica a de lointaines racines, qui remontent à l'âge où je découvrais le monde qui m'entourait, mais je n'en entretiendrais pas les lecteurs du *Jeune Scientifique*, n'était l'intérêt qu'il possède au point de vue de la physique nucléaire et de l'ionographie.

Les halos pléochroïques

Le mica en effet n'est pas un nouveau venu en physique nucléaire. Vers 1900, un géologue irlandais du nom de Joly découvrit dans certains spécimens de mica des taches brunes, visibles sous le microscope. Ces taches sont globulaires ou sphériques, et suivant le mode habituel de préparation des échantillons, clivés selon certains plans privilégiés mais plus ou moins épais, elles apparaissent comme des cercles ou comme des anneaux circulaires lorsque l'échantillon est très mince.

* Pléochroïque, selon l'étymologie, signifie pourvu de plusieurs couleurs. Ce caractère des halos en question se manifeste, par examen sous microscope polarisant des échantillons taillés selon un plan perpendiculaire au plan de clivage.

L'explication des halos pléochroïques* est devenue claire avec la découverte de la radioactivité. On les attribue à l'action de particules alpha émises par la désintégration des noyaux de certains éléments radioactifs. On reconnaît

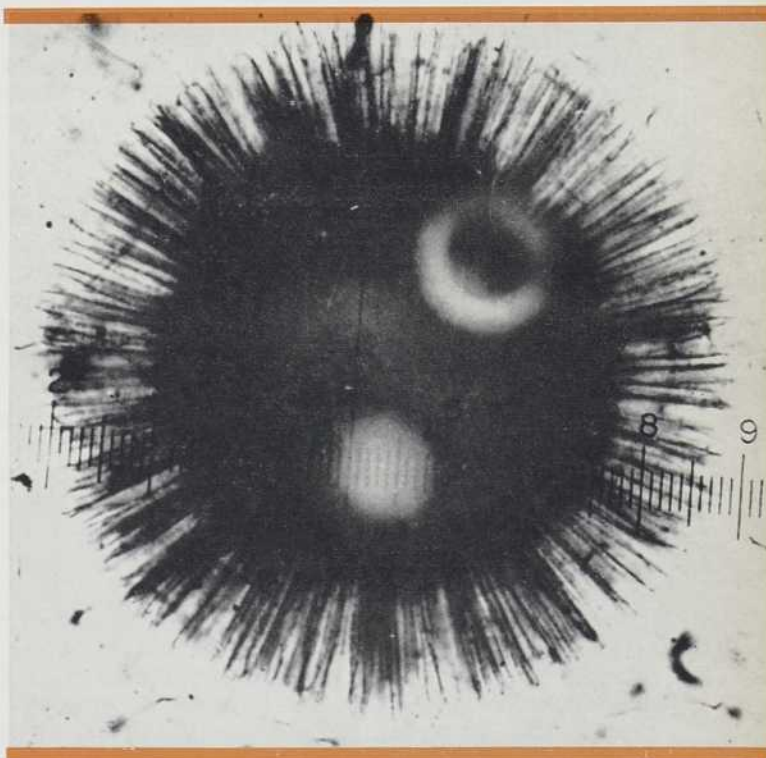


Fig. 1
Exemple de détection ionographique
(1 division vaut 1,09 micron).

Cet objet n'est pas un halo pléochroïque mais il lui ressemble. Les particules alpha émises en tous sens, par un très petit grain de radium et de ses descendants ont marqué chacune leur trace, formant, dans le détecteur ionographique à base de bromure d'argent et de gélatine, une sorte d'oursin composé de branches distribuées selon une symétrie sphérique. On reconnaît des branches longues ayant toutes à peu près la même longueur et formant un « groupe » long, et un « groupe » court formé de branches si nombreuses qu'on ne les reconnaît pas individuellement.

Dans les halos pléochroïques, la fin de ces groupes est marquée par un brunissement diffus du mica.

des halos de divers types, mais dans le type le plus régulier, on aperçoit invariablement au centre un petit cristal, ordinairement de zircon, de formule ZrO_2 , oxyde de zirconium. Le zirconium est un élément peu connu et méconnu, puisqu'il est trois fois plus abondant dans les roches que le cuivre. Son oxyde est présent dans le mica, silicate complexe d'aluminium et d'autres éléments, à titre de composant mineur, il y forme par ci par là une impureté, un défaut, une inclusion; son rôle dans la création des halos pléochroïques dépend à son tour d'un composant mineur qu'il renferme à titre d'impureté, composant radioactif émetteur de particules alpha.

Lors de la formation du mica, l'élément radioactif en question n'a aucune tendance à se déposer dans la masse principale formée du silicate complexe, mais il a une forte tendance à se concentrer en solution dans l'oxyde de zirconium et à cristalliser séparément avec lui.

Ce composant radioactif à base d'uranium ou de thorium, ou des deux, émet constamment des particules alpha dans toutes les directions, qui arrêtent, selon leur vitesse initiale, à des distances bien définies de l'origine (fig. 1).

Or il se trouve que certains micas, surtout parmi les plus fortement colorés naturellement, changent de couleur sous l'influence d'un tel rayonnement. Et c'est ainsi que l'effet cumulatif de millions de particules alpha émises par le petit cristal de zircon au cours d'un grand nombre d'années a laissé de telles figures microscopiques.

Comme on peut l'imaginer, l'étude des halos pléochroïques permet d'identifier les phénomènes radioactifs qui leur ont donné naissance au cours des ères géologiques, ce qui est de la *paléoradioactivité*. Elle ouvre aussi la porte à une investigation de l'âge de la roche, ce qui est de la *géochronologie*.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce curieux procédé de détection des rayonnements de la physique nucléaire, procédé relique ou « fossile », qui s'exerçait bien avant la découverte, par l'homme, du noyau. Disons simplement que ce procédé conduit à attribuer aux micas un âge de l'ordre de deux milliards d'années.

Mais passons à des observations plus modernes.

Un nouveau venu en ionographie

Voyons d'abord ce qu'est l'ionographie. L'ionographie est un moyen d'étudier le monde des rayonnements qui nous entoure.

L'ionographie consiste à matérialiser en milieu solide les trajectoires suivies par les particules de la physique nucléaire (fig. 1). Le procédé fossile précédent n'est pas du domaine de l'iono-

graphie, puisque les halos pléochroïques sont diffus; ils ne montrent pas la trace des particules individuelles qui les ont produits, ils montrent leur effet collectif, tandis que l'ionographie montre l'effet individuel d'une particule à la fois.

Certains cristaux peuvent servir à cette fin, par exemple ceux du bromure d'argent, et quand on parle de détecteurs ionographiques, on pense surtout à certaines couches contenant des cristaux de bromure d'argent très petits et très nombreux, dispersés dans un milieu de gélatine, analogues aux couches photographiques ordinaires.

Cependant le détecteur ionographique classique au bromure d'argent et à la gélatine n'est plus seul de sa catégorie, il a des compétiteurs, dont les perspectives d'avenir en physique nucléaire sont plus ou moins brillantes, mais qui présentent l'attrait de la nouveauté. Le mica est parmi eux. Le mica, déjà connu pour sa qualité de détecteur fossile, se trouve à l'avant-garde des détecteurs ionographiques nouvelle vague.

Où le révélateur est l'acide fluorhydrique

Examinons d'abord un élément technique que l'on rencontre aussi bien dans l'emploi du détecteur ionographique mica, que dans l'emploi du détecteur ionographique ordinaire à base de bromure d'argent-gélatine. Dans les deux cas, après avoir irradié le détecteur, à l'aide de la source des rayonnements que l'on veut étudier et avant de l'examiner sous le microscope, on le soumet au développement, c'est-à-dire à un traitement destiné à augmenter l'impression originale laissée par les trajectoires.

Le développement se rencontre également dans la technique photographique, puisque les couches photographiques sensibles à la lumière, constituées comme on le sait de bromure d'argent et de gélatine, sont d'abord exposées au rayonnement (c'est-à-dire qu'on forme sur elles l'image lumineuse au fond d'une camera), et avant d'être examinées et utilisées, elles sont soumises au développement, destiné à accroître l'impression originale laissée par la lumière.

Comparons le développement dans ces trois cas: les couches photographiques et les couches ionographiques ordinaires sont traitées dans une liqueur *alcaline* et *réductrice*; le processus du développement est essentiellement le même dans les deux cas, ce qui n'est pas surprenant, puisqu'il s'agit l'une et l'autre fois d'agir sur la même substance, sur les cristaux de bromure d'argent. Les détecteurs ionographiques mica requièrent un révélateur très différent: on emploie une liqueur *acide*, ce qui est l'opposé d'une liqueur alcaline, qui est une solution d'acide fluorhydrique. Le caractère réducteur ou oxydant de cette liqueur est cette fois indifférent, mais ce qui n'est pas indifférent et qui explique

son action, c'est l'affinité de l'acide fluorhydrique pour les silicates.

Cet acide est employé depuis longtemps pour graver le verre, silicate de calcium essentiellement, et c'est son aptitude à dissoudre les silicates, aussi bien que la silice pour en former des fluosilicates ou de l'acide fluosilicique, qui intervient, le mica étant un silicate lui aussi.

Les photographes amateurs reconnaîtront que c'est là un révélateur ou développeur peu courant dans leurs chambres noires photographiques, où les flacons portent le plus souvent, sur leurs étiquettes, des mots comme métol, hydroquinone, carbonate de sodium..., l'acide le plus fort étant un acide faible, l'acide acétique.

Signalons aussi que le mica est totalement insensible à la lumière et peut être développé au plein jour.

Où l'on irradie avec des neutrons lents

Mais parlons un peu de l'irradiation du détecteur mica. Jusqu'ici son utilité s'est manifestée dans l'étude des fragments de fission de l'uranium et des autres éléments les plus lourds, et des fragments de spallation des éléments de poids moyen ou lourd. Pour que les trajectoires se manifestent dans le mica, il faut en effet des particules suffisamment lourdes. Les fragments de l'uranium divisé par fission sont assez lourds pour cela, mais les particules alpha et les protons, et à fortiori les mésons, les pions et les électrons ne laissent aucune impression.

Pour obtenir une source émettant des fragments de fission, le plus commode est de placer

une poudre contenant de l'oxyde d'uranium au sein d'une pile, de la célèbre pile NRX à eau lourde de notre usine canadienne de Chalk River par exemple. Comme les fragments ne peuvent franchir qu'un parcours restreint dans l'air, quelques centimètres, il faut placer le mica très près de la poudre d'oxyde d'uranium, de préférence à son contact.

C'est ce que nous avons fait (1), et les photos (fig. 2 et 3) montrent le résultat. Les traces individuelles apparaissent comme des cylindres ou des cônes creux, dont la base large est invariablement située à la surface extérieure du mica. Le révélateur a rongé la surface du mica au point où la particule a pénétré et s'est frayé un passage en suivant la trace du fragment et en l'élargissant. Une action prolongée élargit beaucoup la trace, au point qu'en fin de compte on obtient une cavité plus large que profonde. Curieusement, la surface plate du mica ne subit pas d'attaque générale appréciable, les bords de la feuille sont cependant attaqués.

Usages

Chaque fragment de fission suffisamment énergétique et pénétrant sous une incidence assez près d'être normale, laisse une trajectoire matérialisée. On peut donc dénombrer les phénomènes de fission. D'après cela, le mica peut servir comme moniteur permettant de doser les neutrons lents.

(1) L'expérience a été préparée par M. Joseph Demers, Mlle Suzanne Urech et l'auteur. L'irradiation a été faite à Chalk River avec le concours de M. Lloyd Elliott que l'auteur remercie.



Fig. 2. Trajectoires de fission dans le mica (grossissement environ 800).

Le même échantillon a été photographié sous trois mises au point. On reconnaît d'abord de grosses stries qui sont des défauts de clivage. Les trajectoires matérialisées paraissent noires ou brillantes selon la mise au point, elles sont toutes inclinées de sorte qu'à une mise au point aucune n'est visible au complet.

Parmi les produits de spallation des noyaux assez lourds, certains sont eux-mêmes assez lourds pour laisser une trace. Les réactions de spallation sont assez peu connues, les physiciens du noyau cherchent d'abord à comprendre les réactions les plus simples, celles qui donnent un petit nombre de produits, deux seulement de préférence. La spallation est la division d'un noyau en plusieurs fragments de masses plus ou moins voisines. Le mica se montrera peut-être utile lorsque les réactions de spallation attireront davantage les expérimentateurs et les théoriciens. Pour le moment l'insensibilité absolue aux trajectoires des particules de masse inférieure à 30 environ, limite sérieusement leur usage dans l'étude de ces réactions.

On pourrait songer par contre à utiliser le détecteur mica pour étudier les primaires cosmiques les plus lourds, mais alors se présente le problème de reconnaître les rares trajectoires que ces particules laisseraient parmi les défauts toujours présents dans le mica.

Mica et Cie

Nous n'avons parlé jusqu'ici que du mica, mais il faut bien vous dire qu'on a découvert plusieurs autres substances de comportement ionographique plus ou moins semblable. Rappelons d'abord les divers types de mica utilisables: la muscovite $K_2O_3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$, le phlogopite $(K, H)_3Mg_3(SiO_4)_3 \dots + (Na, Fe, F)$, la biotite $(K, H)_2(Mg, Fe)_2(Al, -Fe)_2(SiO_4)_3$, et des micas synthétiques à certains égards préférables aux micas naturels. D'autres minéraux transparents et clivables en feuilles minces ont servi: le fluorure de lithium LiF, la molybdénite

MoS_2 , le talc $3MgO_4SiO_2 \cdot H_2O$, le clinocllore $H_8Mg_5Al_2Si_3O_{18}$, la jefferisite, la vermiculite, l'olivine ou périclote $(Mg, Fe)SiO_4$, des tektites, et certains verres synthétiques à base de phosphates.

Plusieurs substances plastiques sont utilisables: le mylar, l'acétate de cellulose, le nitrate de cellulose, le celluloid, le makrolon, le makrofol KG, le lexane. Des couches minces de l'oxyde d'uranium lui-même ou de divers métaux présentent une sensibilité du même genre que celle du mica.

Dans quelques-unes de ces substances les traces sont visibles sans développement, mais il faut alors le grossissement et le pouvoir séparateur du microscope électronique, car les traces sont d'une finesse extrême. Dans d'autres cas, on a réussi à observer les traces dues aux particules alpha, mais dans tous les cas seules les traces touchant la surface en contact avec la solution corrosive se prêtent au développement.

Perspectives

Pour l'instant, par un curieux retour des choses, il semble que l'application la plus intéressante de ces détecteurs nouvelle vague Mica et Cie, concerne les traces fossiles. Tandis que les halos pléochroïques mentionnés au début de cet article résultent de l'effet fossile collectif d'un grand nombre de particules (et ne tombent pas dans la catégorie ionographie), l'effet fossile dont il s'agit maintenant résulte de l'effet individuel d'une particule à la fois.

Par exemple, on a mis en évidence les traces fossiles de fission spontanée de l'uranium et du

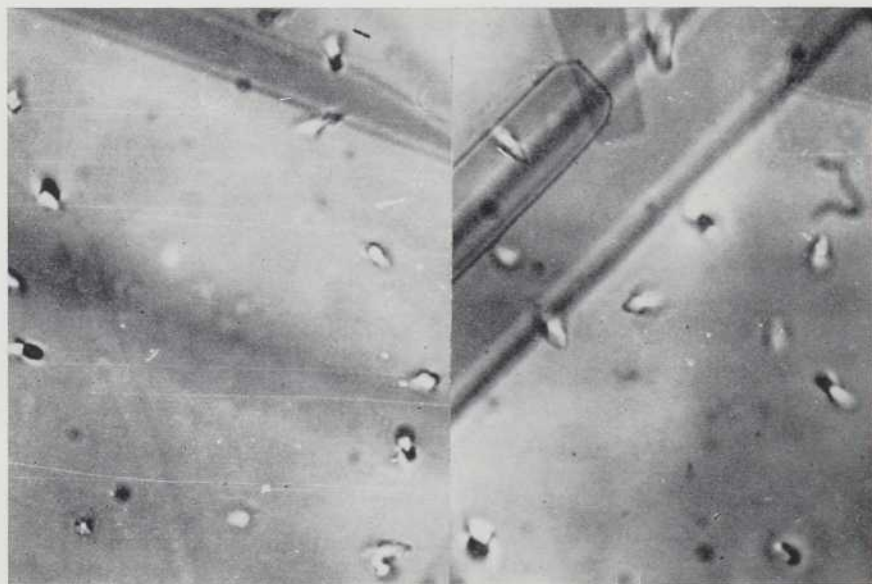


Fig. 3

Effet d'un développement prolongé (grossissement environ 800).

L'échantillon était comparable à celui de la figure 2 sauf que les trajectoires de fission sont ici moins nombreuses. Les traces se sont fortement élargies.

thorium dans des micas montrant aussi les halos pléochroïques de ces éléments. L'uranium et le thorium présentent en effet plusieurs phénomènes nucléaires: émission spontanée de particules alpha, émission spontanée de fragments de fission, et enfin émission de fragments de fission beaucoup plus nombreux lorsqu'on les irradie avec les neutrons.

On a encore espoir de mettre en évidence dans des échantillons d'olivine, de mica ou de tektites provenant de météorites, les traces de par-

ticules primaires particulièrement lourdes enregistrées pendant que les météorites circulaient dans l'espace interplanétaire, alors qu'elles recevaient, sans l'obstacle de l'atmosphère terrestre, le rayonnement cosmique primaire.

Quoi qu'il en soit de ces débouchés sur la physique des rayonnements modernes ou fossiles, il reste que l'étude de ces détecteurs permet d'approfondir notre connaissance de l'état solide et des défauts provoqués par les rayonnements ionisants.

Le télescope amateur à la portée de tous

2e article

La taille et le polissage du miroir

par Jacques LABRECQUE

Ayant déjà pris connaissance de l'optique élémentaire des instruments astronomiques, nous nous sommes proposés de construire un télescope de modeste dimension et dont le coût serait à la portée de tous. Le télescope réflecteur de Newton est celui qui se prête le mieux à notre initiative tant par sa simplicité de fabrication que par ses qualités optiques. La simplicité provient du fait que son objectif est un miroir et que les autres pièces composantes sont de construction aisée ou de prix modique.

Le miroir est le cœur de l'instrument, mais il faut qu'il soit monté dans un barillet approprié lequel est solidement fixé, mais d'une façon réglable, à un tube qui porte l'oculaire et le chercheur (Figure 6). Ce tube ne peut évidemment pas être tenu dans les mains comme une jumelle, lorsqu'on observe la voûte étoilée, car tout mouvement ou vibration sera amplifié dans la même mesure que le grossissement, ce qui rendrait l'observation impossible à tout grossissement supérieur à 10X. Il devra être fixé sur

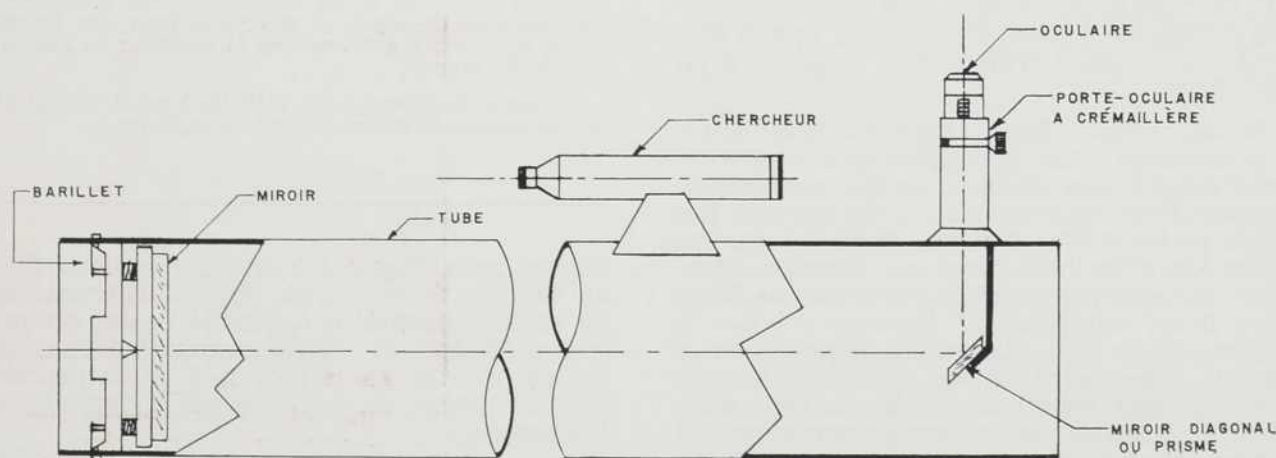


Figure 6

Ce schéma représente le montage du miroir dans son tube et la disposition des autres accessoires qui composent l'ensemble que forme le télescope réflecteur de Newton.

un support spécial qu'on appelle monture; celle-ci peut être *azimutale* ou *équatoriale*. Ces deux types ont ceci de commun qu'ils sont composés de deux essieux mutuellement perpendiculaires, l'un fixé au bout de l'autre, et qui peuvent tourner indépendamment dans leurs propres coussinets. Dans la monture azimutale, un essieu (axe) est vertical et permet de tourner tout l'instrument dans un plan horizontal tandis que l'autre axe permet de le tourner dans un plan vertical et ainsi le pointer vers un astre déterminé. Ce genre de monture est facile à réaliser pour un petit instrument mais comporte des inconvénients pour suivre les astres !

La monture équatoriale (Figure 7) comporte comme la précédente deux axes orthogonaux (à angle droit) mais l'axe qui était vertical dans la monture précédente est maintenant incliné vers le pôle céleste de façon à être parallèle à l'axe de la terre. L'autre axe sert, comme précédemment, à pointer l'astre voulu et lorsqu'il est dans le champ de vue, il ne suffit que de tourner l'axe polaire pour suivre son mouvement diurne. C'est le genre de monture le plus populaire parmi les amateurs et de rigueur dans les observatoires. (Voir Figure 2, dans le premier article de cette série).

Nous ne nous attarderons pas plus sur ce sujet car il est bien traité dans les ouvrages recommandés, il en sera de même pour toutes les autres pièces auxiliaires du télescope: chercheur, porte-oculaire, oculaire, diagonale ou prisme, etc. La discussion de tous ces accessoires comporterait des longueurs inutiles dans cette présentation; nous nous bornerons au miroir et aux méthodes de vérifier sa forme.

Le miroir

Il faut attaquer le problème sous deux aspects différents: l'achat d'un miroir prêt à être monté, ou la taille d'un miroir à partir d'un disque brut.

On doit reconnaître d'abord que tout astronome amateur n'est pas nécessairement intéressé à subir toutes les épreuves que comportent la construction ou le montage d'un objectif. Les raisons peuvent être diverses mais néanmoins l'utilisation d'un instrument sur la voûte céleste n'en demeure pas moins le but principal. Dans ce cas il est parfaitement légitime d'éviter le problème de la taille du miroir et de l'acheter tout fait. Dépendant de son diamètre le coût de revient sera supérieur au disque brut mais le temps épargné permettra l'observation du ciel plus tôt et les énergies pourront être dépensées sur une monture plus évoluée.

Un bon miroir de 4¼ pouces, dont la longueur focale égale 46 pouces se vend pour une vingtaine de dollars tandis qu'un miroir de 6



Figure 7

Cette photo montre le télescope « Dall-Kirkham » (type Cassegrain) de 6 pouces, appartenant à l'auteur de cet article. L'axe polaire incliné à 45° traverse une boîte contenant le mouvement d'horlogerie et soutenue par la base métallique.

L'axe de déclinaison porte le télescope à une extrémité et un contrepoids à l'autre extrémité. Le télescope comprend le chercheur, le porte-oculaire à crémaillère, un prisme pour l'observation zénithale, un oculaire et un petit contrepoids (à l'extrémité du tube) pour balancer les différents types d'oculaires.

L'optique de ce télescope consiste en un miroir elliptique de 6 pouces et un miroir convexe sphérique de 1½ pouce de diamètre. A noter que pour une longueur focale équivalente à 105 pouces, la longueur du tube n'est que de 25 pouces.

Ce genre de télescope est difficile à construire et n'est pas recommandé comme première expérience.

pouces, parabolique à F/8 coûte environ \$70.00 au Canada; le coût d'un objectif achromatique de même dimension, à qualité égale, est presque quadruplé. Il est recommandé à l'amateur qui se prévaut de ce moyen-là de se procurer, tout de même, un des volumes appropriés aux télescopes.

La taille d'un miroir à partir d'un disque de verre brut représente une aventure qui vaut la peine d'être vécue par quiconque est doué d'une certaine initiative et d'une bonne patience.

Les opérations à suivre seront données succinctement sans trop s'arrêter sur chaque point, laissant ainsi à l'intéressé le plaisir (!) de fouiller lui-même dans les volumes pour connaître les détails supplémentaires.

Le disque qui deviendra le miroir (nous l'appellerons désormais le « miroir » même s'il ne méritera ce qualificatif qu'après sa dernière retouche) doit avoir une épaisseur d'à peu près un sixième de son diamètre; ce rapport lui donne la rigidité voulue pour retenir sa surface polie et retouchée dans la tolérance optique dont il a été question précédemment: un disque trop mince se déformerait de son propre poids, un trop épais serait encombrant à monter.

Un autre disque de verre, appelé « l'outil », est nécessaire dans cette opération ainsi que des poudres de carborundum (carbure de silicium, SiC) de différentes grosseurs qui serviront d'abrasif.

Le principe de base de la taille du miroir est le suivant: si on frotte le miroir avec pression sur un outil fixé solidement à une table après avoir saupoudré sa surface de grains grossiers de carbo (carborundum) et qu'on donne

au miroir un mouvement diamétral de va-et-vient (*stroke*) il aura tendance à être rodé plus vite au centre qu'au bord et l'inverse aura lieu pour l'outil. Le miroir deviendra concave, l'outil convexe. (Figure 8)

Si le va-et-vient est suffisamment long et qu'on procède avec plusieurs séchées (une séchée est le temps qu'il faut aux grains de carbo mélangés à de l'eau pour être moulus complètement) l'on pourra enlever une épaisseur de verre déterminée au centre du miroir. Il sera alors possible avec un gabarit (*template*) dont la forme correspond au rayon de courbure désiré, de mesurer approximativement la concavité du miroir. (Figure 9).

De cette courbure on peut en déduire facilement la longueur focale qui est exactement la moitié du rayon de courbure.

Lorsqu'on atteint une longueur focale de deux ou trois pouces plus longue que désirée, il est temps de changer le carbo pour un grain plus fin. Le but étant maintenant de former des disques plus sphériques en employant un va-et-vient plus court, ce qui aura pour effet de roder le miroir plus également du centre au bord. Le mouvement de va-et-vient le plus populaire est celui d'un tiers, c'est-à-dire, que le miroir est déplacé d'un sixième de son diamètre vers l'avant et d'un sixième vers l'arrière, la position d'arrêt étant lorsque les centres des deux disques coïncident; le mouvement ayant donc une amplitude totale d'un tiers de diamètre. Pour un miroir de 6 pouces le déplacement de son centre relativement à l'outil est donc d'un pouce.

Après plusieurs séchées avec le nouveau grain, de une à une heure et demie, le miroir sera plus sphérique et son rayon de courbure plus près du désiré, il sera alors temps de changer pour un grain plus fin afin de perfectionner la courbe et d'adoucir la surface. Ce travail de dégrossissage, suivi de l'adoucissage ou doucissage, demande au moins une quinzaine d'heures durant lesquelles six à huit différents numéros de grains et de poudres auront été utilisés. Il est très important que chaque numéro de poudre enlève tout vestige des cavités laissées par la précédente. Le « douci » final de la surface doit être assez fin pour être poli en quelques heures. (Figure 10).

Le carborundum est vendu en boîtes numérotées suivant la grosseur du grain; ainsi on aura l'échelle des numéros 80, 120 ou 180, 220 ou 280, 320, 400, 500, 600, où les numéros les plus petits représentent les grains les plus gros. Généralement après le carbo no 600, il est bon de faire quelques séchées avec un émeri très fin pour un doucissage final qui rend le miroir semi-transparent.

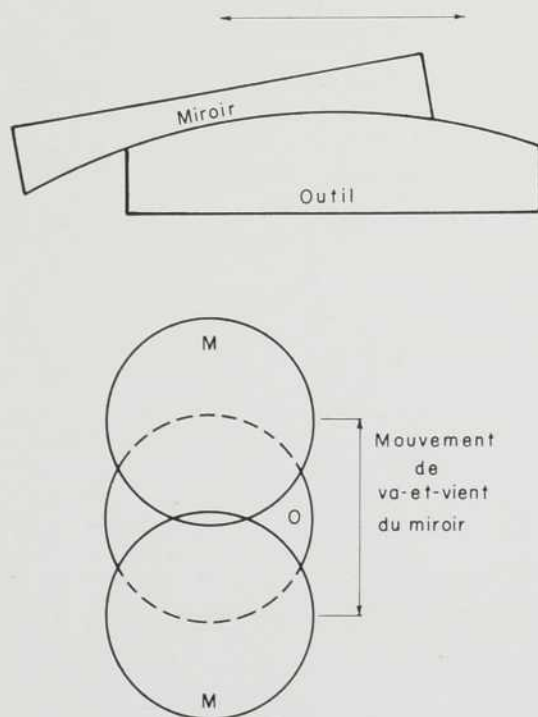


Figure 8

Un long mouvement de va-et-vient permet l'ébauchage du miroir afin d'obtenir la concavité désirée. Cette condition n'assure pas le contact parfait entre les deux verres; un mouvement moins excentré favorisera le contact avec les abrasifs plus fins.

Le polissage

L'opération suivante par laquelle la surface sera transformée du translucide au transparent, où il ne devra plus subsister de cavités sur la surface du miroir, est appelée le polissage.

Elle s'effectue suivant le mode précédent de va-et-vient du miroir mais cette fois le contact de verre à verre est aboli; le miroir glissera sur un outil recouvert d'une substance à surface douce mais déformable appelée la poix (*pitch*) en employant comme agent polisseur une poudre très fine mélangée à de l'eau: rouge, oxyde de cérium, appelé « barnésite » dans le commerce.

L'outil de poix est de fabrication assez délicate et un peu longue mais son importance est cruciale pour un bon poli et surtout pour engendrer une surface optiquement régulière. C'est un travail un peu déplaisant mais que l'amateur doit apprendre à maîtriser pour un contrôle constant sur la forme de son miroir: voici une méthode brièvement décrite pour en donner une idée générale.

Pendant qu'une poix de bonne qualité est en train de fondre dans un chaudron placé sur un réchaud, l'opérateur prépare son outil à recevoir la poix fondue. D'abord, il enduira à l'aide d'un linge une fine couche de térébenthine sur le verre convexe, afin que la poix y adhère positivement; ensuite il formera à l'outil un collet de plusieurs tours de papier ciré dépassant sa surface supérieure d'au moins un demi-pouce.

L'outil est alors prêt à recevoir la poix fondue et il faut maintenant préparer le miroir à

la mouler sans qu'il y colle. Celui-ci est enduit d'une épaisse couche de poudre à polir (rouge, « barnésite » ou autre) mêlée à de l'eau savonneuse. Il est important que la surface finement dépolie de ce dernier soit bien mouillée car la poix pourrait y adhérer et causer un petit fiasco. On verse alors la poix refroidie, en petite quantité, pour être plutôt visqueuse, sur l'outil pour en former une épaisseur d'environ $\frac{1}{4}$ à $\frac{3}{8}$ de pouce et l'on attend qu'elle durcisse encore plus. Au bon moment la bande de papier est enlevée et avec elle aussi, peut-être, beaucoup de poix; il ne faut pas s'en faire!

Aussitôt le miroir est rabattu avec pression sur la poix en lui donnant un court mouvement de va-et-vient pour éviter toute adhésion et afin qu'elle épouse fidèlement sa forme.

La poix durcira rapidement au contact du verre froid et l'on pourra après quelques minutes enlever le miroir et voir le résultat. L'on prendra soin d'enlever à l'aide d'un couteau les bavures de poix et de faire un nettoyage de la table. L'outil est alors prêt à l'opération suivante qui est de creuser des canaux à angle droit de façon à laisser des facettes carrées de $\frac{3}{4}$ à 1 pouce de côté. Le polissage s'effectuera sur ces facettes par l'intermédiaire de la poudre à polir et d'eau; les canaux servant à répartir la poudre durant le va-et-vient du miroir et aussi à favoriser un meilleur contact des facettes au miroir lors d'un pressage à chaud (Figure 11).

Le polissage proprement dit s'effectuera sur ce nouvel outil avec le même mouvement de va-et-vient que lors du doucissage; au bout de quelques minutes le miroir commencera à deve-



Figure 9

Un gabarit facile à construire permet de mesurer le rayon de courbure.

nir transparent, d'abord au centre où le contact est généralement plus marqué.

Après un doucissage efficace, le polissage devrait être terminé après une quinzaine d'heures, cependant l'amateur à son premier miroir pourra rencontrer des difficultés qu'il n'attendait pas, tel qu'un adoucissage incomplet d'un des numéros de carbo. Le polissage mettra en relief toutes les petites cavités laissées durant le dégrossissage et si leur nombre est trop grand il sera nécessaire de revenir à l'adoucissage; c'est loin d'être une tragédie... «Cent fois sur le métier remettez votre ouvrage...»

Nous parlerons, dans un prochain article, de la méthode de contrôle de la surface optique en disant un mot des mouvements de va-et-vient pour obtenir telle déformation, etc.

Jusqu'ici nous n'avons fait aucune mention du diamètre de notre miroir, de la qualité du verre, des sources d'abrasif, etc. Il est fortement recommandé au jeune amateur de ne pas entreprendre un miroir plus grand que 4 ou 4 1/4 pouces, bien que dans plusieurs manuels les instructions soient données pour un six pouces: il est facile de faire les conversions numériques et encore plus facile de tailler le plus petit diamètre. Quant au disque, le verre à vitrine (*plate glass*) est utilisable et pour le miroir et pour l'outil; pour le miroir, les disques de marque Pyrex sont recommandés.

Quelques commerçants vendent des assortiments (*kits*) complets pour la taille d'un miroir; ils sont à conseiller, car tout le matériel est choisi expressément pour l'amateur. Par exemple, un assortiment complet comprendra un disque en verre Pyrex, un disque de verre ordinaire pour l'outil, 6 à 8 numéros de carborundum, la poudre à polir et la poix. Ils vendent aussi tout ce matériel séparément; pour fixer un ordre de grandeur, un assortiment de 4 1/4 pouces se vend une dizaine de dollars au Canada. A la fin de cette série d'articles, nous donnerons des adresses où l'on peut se procurer le matériel.

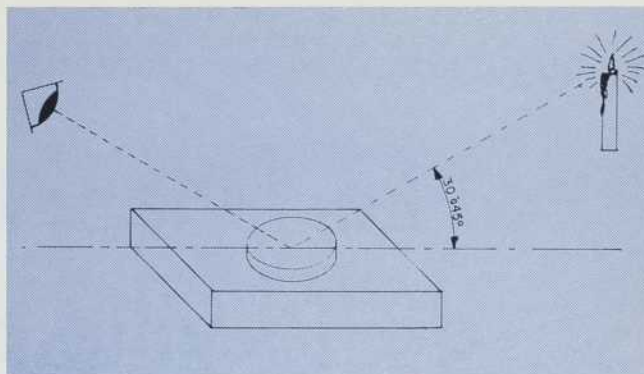


Figure 10

Un bon douci doit permettre de voir la réflexion de la lumière à un angle approchant 45° de l'horizontale.

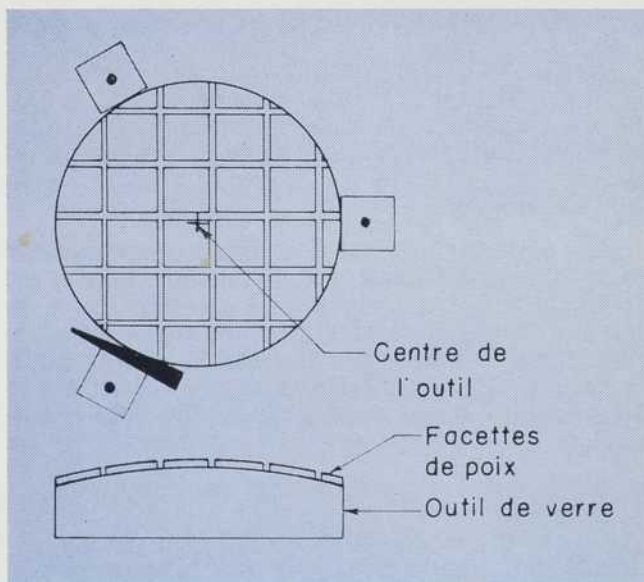


Figure 11

Deux vues de l'outil de poix montrant la disposition des facettes et des canaux. A remarquer que le centre de l'outil doit être situé dans le coin d'une des facettes afin d'éviter la formation de zones sur la surface du miroir.

l'inauguration d'une grande salle d'enseignement populaire

Le "Planétarium Dow de la ville de Montréal"

par Auray BLAIN

Avril 1966. Date importante du développement scientifique et culturel de Montréal et même du Canada tout entier. Cette date marque en effet l'inauguration du premier grand planétarium canadien, le « *Planétarium Dow de la ville de Montréal* ».

Ce planétarium est un don commémoratif de la Brasserie Dow à la ville de Montréal. C'est à l'initiative et au travail de son président, le docteur Pierre Gendron que nous devons cette magnifique réussite. Le Planétarium Dow innove dans le domaine des grands planétariums et il est unique de plusieurs façons et sous divers aspects.

Mais avant d'énumérer les particularités du Planétarium Dow, soulignons d'abord l'essentiel d'un grand planétarium en général. Essentiellement, un planétarium est un édifice où l'on donne des spectacles dont les vedettes sont le ciel étoilé et les phénomènes astronomiques. Essentiellement, cet édifice abrite une grande salle de spectacles; cette salle est de forme circulaire et est surmontée d'un dôme hémisphérique qui sert d'écran de projection. C'est sur cet écran de projection que l'on reproduit le ciel étoilé et les phénomènes astronomiques au moyen de projections lumineuses. Entendez bien ici que l'on n'utilise pas un film cinématographique à cette fin. Plutôt, au centre de la grande salle se trouve un énorme instrument en forme de tête de mante religieuse qui est justement l'instrument principal de projection conçu et fabriqué spécifiquement pour la reproduction des étoiles, de la lune, du soleil, des planètes, non seulement dans leurs positions relatives mais également dans leurs mouvements apparents. De plus, par sa mobilité, cet instrument permet de contracter le temps réel. Ainsi, l'on peut en quelques minutes reproduire le mouvement apparent que semble faire le ciel au-dessus de nos têtes en 12 heures ou encore passer de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud à une vitesse beaucoup plus grande que la cabine spatiale actuellement la

plus rapide. Essentiellement donc, un planétarium a une salle de spectacles astronomiques, salle surmontée d'un dôme hémisphérique servant d'écran de projection; on utilise pour la reproduction des phénomènes astronomiques, un projecteur spécial que l'on appelle aussi *planétarium*. On considère *grand planétarium* une installation dont la salle de projection admet quelques centaines de spectateurs, dont la dimension du dôme de projection se situe aux environs de 60 pieds et dont l'appareil central de projection est un instrument majeur des séries fabriquées de tels instruments. Un planétarium n'utilise donc aucun télescope; ce n'est pas un observatoire dans le sens ordinaire du terme.

L'édifice

Cette salle de spectacles de forme si particulière que l'on vient de décrire a toujours énormément influencé la forme architecturale des édifices qui l'abritent.

Lorsque les architectes David-Barrott-Boulva se sont vus en face de ce problème, ils ont pensé faire différemment. Pierre Boulva a donc conçu pour Montréal un édifice d'aspect unique pour un planétarium. Cet édifice d'un seul étage est surmonté vers sa partie arrière d'un énorme cylindre tronqué obliquement à sa partie supérieure et laissant à peine dépasser au centre la calotte du dôme que ce cylindre enferme. Vue des édifices environnants, cette calotte du dôme qui émerge de l'anneau du cylindre tronqué donne l'aspect de Saturne entourée de ses anneaux.

La grande salle

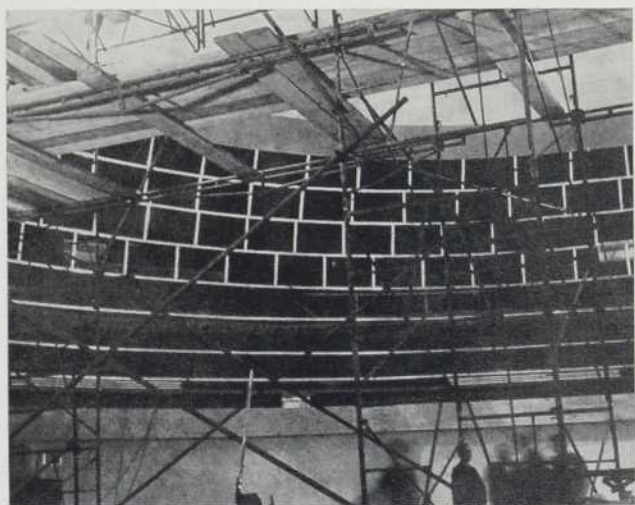
La grande salle de spectacles du Planétarium Dow est unique à plusieurs points de vue dans sa construction. Le dôme de projection est constitué d'une multitude de minces feuilles perforées d'aluminium qui sont attachées à une armature de métal formant un double dôme géodésique qui ne repose que sur sa base encastrée dans

un anneau de béton soutenu par un fer angle. Le dôme hémisphérique de projection du Planétarium Dow mesure 20 mètres de diamètre (65 pieds 7 pouces). C'est le premier dôme de construction Zeiss à être utilisé en Amérique du Nord. Dans la partie circulaire de cette grande salle, 400 sièges conçus d'après ceux du théâtre de la Place des Arts sont disposés en rangées concentriques. En-dessous de la base du dôme, une niche circulaire permet l'installation d'une multitude de projecteurs accessoires tout en les déroband à la vue des spectateurs. C'est le premier planétarium à construire une telle niche dont on accède par un corridor situé à l'arrière du mur intérieur de la grande salle. Parmi les projecteurs spéciaux qui sont installés dans cette niche, plusieurs sont d'invention récente et n'ont à toute fin pratique jamais encore été utilisés de façon permanente dans un planétarium. Tel le projecteur grand angle spécial mis au point au Planétarium Buhl de Pittsburg, Penn., pour la reproduction spectaculaire du lever du soleil. En tout, environ une centaine de projecteurs sup-

plémentaires composent l'équipement du Planétarium Dow : 24 projecteurs panoramiques, 3 projecteurs d'aurors boréales, 1 projecteur de pluie de météores, etc.

Le projecteur Zeiss

La compagnie d'instruments d'optique Zeiss de Oberkochen, Allemagne de l'ouest, a fabriqué pour le Planétarium Dow un instrument hautement perfectionné qui, par les améliorations et modifications apportées, devient le prototype de la 5e Série de ces instruments Zeiss. Cet instrument ne sera d'ailleurs complet que lorsque les techniciens de cette maison viendront lui installer au début de 1967, une nouvelle cage des planètes dont les projecteurs jumelés du soleil et de la lune permettront de reproduire toutes les éclipses en plus d'apporter des améliorations sensibles à la projection de certaines autres planètes. De plus, le nouveau projecteur du soleil, grâce à un filtre couleur fonctionnant par gravité, permettra au soleil de rougir en approchant de l'horizon tout comme on le voit dans la nature. Un autre projecteur amélioré pour la reproduction de la course d'une comète à travers le ciel est à installer sur cet instrument majeur du planétarium. Enfin, très prochainement, seront installés des projecteurs perfectionnés pour la re-



A gauche, la photographie montre le dôme de projection en cours de montage. La partie supérieure porte déjà son revêtement de feuilles d'aluminium.

En bas, une vue de l'édifice. La calotte du dôme émerge de l'anneau du cylindre tronqué et donne l'aspect de Saturne entourée de ses anneaux.





Le projecteur Zeiss.

production des nuages et de diverses échelles nécessaires au repérage et à l'opération de cet instrument.

La console

Pour permettre au conférencier en exercice de commander avec le plus de commodité, d'efficacité et de souplesse tous ces projecteurs (instrument majeur et accessoires), il a fallu faire construire pour le Planétarium Dow, une console spécialement conçue pour répondre à ces multiples besoins. Cette console unique a été fabriquée à Montréal. De plus, la totalité des instruments électriques nécessaires et tous les contrôles faisant partie de la console ne sont pas tous réunis dans le meuble circulaire installé dans la grande salle de spectacles. Tous les constituants bruyants ont été placés dans deux salles isolées, adjacentes à la grande salle de spectacles: la salle de contrôle et la salle des transformateurs.

La console.



La salle de contrôle

Dans la salle de contrôle se trouvent également le panneau général de commandes et l'installation nécessaire au système sonore. Durant un spectacle, un technicien se tient dans cette chambre de contrôle pour aider le conférencier à manipuler l'ensemble de l'appareillage nécessaire à la production du spectacle. Ce technicien est aussi en mesure d'effectuer toute réparation d'urgence aux contrôles ou à l'instrumentation; en somme de rétablir toute panne qui pourrait compromettre la réussite ou la poursuite d'une représentation.

Bilinguisme

Autre caractéristique unique du Planétarium Dow de la ville de Montréal: son bilinguisme. En effet, le Planétarium Dow sera mondialement le seul à donner un nombre égal de représentations en deux langues. A cet effet, la compagnie Zeiss a même produit pour certaines plaques de projection de son instrument principal, du lettrage bilingue, anglais-français, ce qui ne s'était jamais fait auparavant.

Représentations du midi

Autre innovation du Planétarium Dow de la ville de Montréal: les courtes représentations du midi. Le Planétarium Dow, étant situé au coeur du quartier des affaires, des grands hôtels et des terminus de chemin de fer et d'autobus, est à proximité d'un grand nombre de personnes qui ont quelques minutes à disposer à l'heure du lunch. Le planétarium mettra donc à l'affiche pour ces gens, deux courtes représentations d'une durée d'environ 15 minutes, l'une en français, l'autre en anglais et traitant presque exclusivement de l'aspect du ciel de Montréal au cours de la nuit qui suivra cette matinée.

Renseignements

Le Planétarium Dow de la ville de Montréal offrira au cours de sa première année de fonctionnement 6 spectacles qui tiendront l'affiche de 4 à 7 semaines chacun. Les représentations auront lieu en matinée et en soirée tous les jours à l'exception du lundi et de quelques jours de fêtes. Il n'y aura pas de représentations en soirée le mardi et le jeudi mais cependant, il y aura une représentation supplémentaire le samedi et le dimanche en matinée. Toute personne qui veut assister à une représentation aura un droit d'entrée à payer à titre d'adulte ou d'enfant. Cependant, un tarif spécial est appliqué à tout groupe organisé de 25 personnes ou plus.

La très grande demande du public d'assister aux représentations du Planétarium Dow exige pour ne décevoir personne, que les billets soient réservés à l'avance au moins pour les mois d'avril et mai. Cette pratique se continuera aussi longtemps que la presque totalité des billets pour les spectacles sera retenue à l'avance. Toutefois, il ne sera pas nécessaire de procéder de la même façon pour les courtes représentations de l'heure du midi.

Suivez avec attention les communiqués paraissant dans les journaux ou encore téléphonez à 872-4210, ou écrivez à Planétarium Dow, 1000 ouest, rue St-Jacques, Montréal, P.Q., et l'on se fera un plaisir de répondre à vos demandes de renseignements.

Notions modernes de CHALEUR et de TEMPERATURE

par Jacques VANIER

On pourrait croire qu'il est à peu près impossible de nos jours d'accomplir des progrès dans un aussi vieux sujet que la mesure des températures. Cet article présente au lecteur un exposé non familier sur cette notion et montre qu'il est encore possible de progresser dans ce domaine.

Introduction

Quel est ce phénomène qui fait qu'un objet est chaud ou froid ? Sur quoi se base-t-on pour déterminer cette propriété ? Voilà des questions qui semblent naïves au premier abord mais qui certes demandent beaucoup de réflexion.

Dans les cas ordinaires la base de référence est notre corps qui répond d'une façon tout à fait subjective à la température (Figure 1). Les conclusions apportées quant à la température sont très variées* et dépendent de l'humidité de l'air environnant et même de la personne en question.

Malheureusement nos besoins, même dans la vie courante nécessitent plus de précision. Il faut donc se référer à un système de mesure moins subjectif et qui se reproduit d'une façon plus sérieuse. Il est évident de plus que notre étendue de mesure est très limitée si on ne se sert pas d'appareils complémentaires.

Chaleur et température

Avant d'aborder le sujet des mesures il faut comprendre les deux notions fondamentales : quantité de chaleur et température. On peut

* Il est à noter par exemple qu'un morceau de bois et une pièce de métal à une température d'environ 70° F. nous apparaissent respectivement comme chaud et froid. Ceci est dû au fait que la conductibilité thermique du métal est élevée et par conséquent demande beaucoup de chaleur de notre main avant de se réchauffer à la température de notre corps.

comparer ces deux concepts à d'autres plus familiers comme la chute d'eau. La quantité de chaleur c'est la quantité d'eau qui coule; la température peut se comparer à la hauteur de la cascade. En fait, vers le XVIIIe siècle on croyait réellement que la chaleur était comme l'eau, un fluide (la calorique) qui coulait d'un corps à l'autre. (En ces termes, un verre d'alcool contient certes plus de calorique qu'un verre d'eau...) On s'aperçut toutefois que cette notion était fausse. Comme le mentionnait Sir Rumford comment pouvait-on expliquer que le forage des canons développait une grande quantité de calorique ? En fait on pouvait développer une quantité quasi-infinie de calorique en employant un outil non-aiguilé. On sait très bien aujourd'hui que la chaleur développée n'est que l'énergie qui est dépensée par l'outil foreur et qui n'est pas employée directement à percer la pièce de métal. On peut toutefois utiliser le concept quantité de chaleur sans nécessairement faire appel à la notion de fluide. Com-



Figure 1

La définition de « chaud ou froid » est tout à fait subjective.

me nous le verrons plus bas on parle plutôt d'énergie qui passe d'un corps à l'autre, lorsque leur température n'est pas la même. Ainsi on définit l'équilibre thermique entre deux corps (température identique) l'état où il n'y a plus de transfert d'énergie d'un corps à l'autre.

Côté microscopique

Nous savons tous que la matière est faite de molécules et d'atomes. Ces particules toutefois sont en perpétuel mouvement. Dans un gaz, une particule se déplace en ligne droite jusqu'à ce qu'une collision intervienne; son mouvement est alors altéré en vitesse et en direction. Ce phénomène se répète indéfiniment.

Dans les liquides et solides, les molécules sont liées les unes aux autres par des forces électriques. (Figure 2). Le mouvement des particules est alors très limité. Dans les solides par exemple le mouvement des atomes est restreint à un mouvement de va-et-vient : une vibration. La vibration est caractérisée par une fréquence et une amplitude. La fréquence est de l'ordre de 10^{12} cycles par seconde. Toutefois une particule peut osciller à plusieurs fréquences : on appelle le mouvement à une fréquence donnée un mode de vibration. Chaque mode de vibration possède sa propre amplitude.

On peut concevoir la chaleur comme la quantité d'énergie nécessaire pour « exciter les différents modes de vibration dans la matière. » Quant à la température c'est le degré d'excitation des différents modes. Plus l'amplitude d'oscillation est grande, plus la température est élevée. A des températures élevées les forces de liaison ne sont plus capables de retenir les particules ensemble. L'eau en ébullition est un ex-

cellent exemple de cet énoncé. Si on élève la température de la vapeur, le mouvement des atomes devient de plus en plus violent. A des températures extrêmement élevées on peut obtenir dans certains cas des phénomènes de fusion des particules entre elles (bombe à hydrogène).

Peut-on arrêter complètement le mouvement des particules ? Peut-on figer les atomes en place ? La réponse est non; en abaissant la température on diminue de plus en plus la violence des mouvements jusqu'à un point où le mouvement a atteint une amplitude qui ne peut plus diminuer. Ce point est appelé le « zéro degré absolu ou Kelvin », et la quantité de mouvement qui y demeure est « l'énergie du point zéro ».

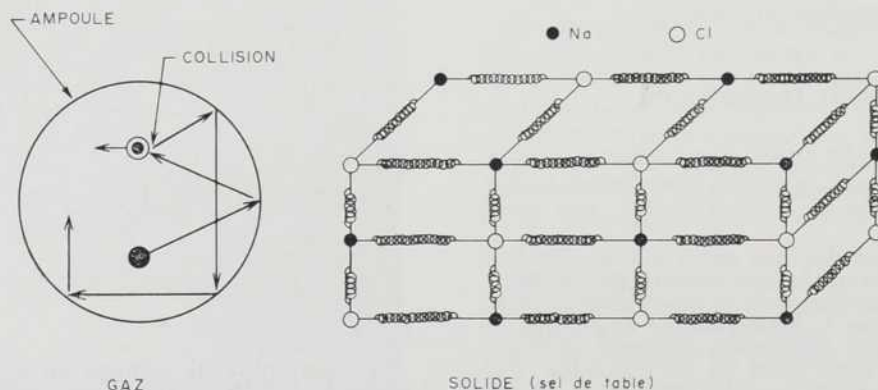
Classiquement on définit la température au moyen d'un appareil idéal qui fonctionne entre deux températures et accomplit une certaine quantité de travail. Cet appareil revient continuellement à son point de départ; on dit qu'il fonctionne dans un cycle fermé. On définit la température à partir de la quantité de travail accomplie ou dépensée dans les différentes parties du cycle (cycle de Carnot). Le zéro degré absolu ou Kelvin est alors la température où la quantité nette de travail accompli ou dépensé dans un cycle est égale à zéro. On définit la température de la glace fondante en équilibre avec l'eau et sa vapeur comme étant 273.16° Kelvin.

Le thermomètre

Comment mesure-t-on la température ? Il est évident qu'il est impossible de mesurer le degré d'excitation des atomes. On doit donc se limiter à mesurer les effets secondaires de ce mouvement et de là en déduire la température. Le problème à résoudre est donc de trouver une propriété : a) facile à mesurer ; b) sensible le plus possible à la température. Il va sans dire que ces deux conditions ne peuvent pas être satisfaites dans tous les cas et au cours des siècles les scientifiques se sont efforcés de trouver

Figure 2

Dans les gaz, les particules se déplacent en ligne droite jusqu'à ce qu'elles rencontrent un obstacle (c'est le choc sur la paroi qui crée la pression). Dans les solides, le mouvement est limité par les forces de liaison des atomes entre eux; ces liaisons peuvent être représentées par des ressorts.



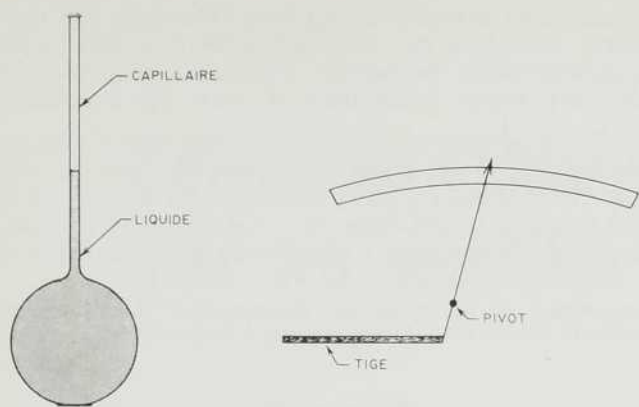


Figure 3

Thermomètres à dilatation. Dans le cas des liquides, la dilatation fait monter le liquide dans le capillaire. Dans le deuxième cas, la tige se dilate sous l'effet de la chaleur et déplace l'aiguille.

les meilleurs compromis. La diversité des thermomètres témoigne de la vérité de cet énoncé.

Les thermomètres à dilatation sont les plus répandus; on mesure la dilatation d'un liquide sous l'effet de la température*. Ils présentent toutefois certains inconvénients. Leur étendue de fonctionnement est limitée, ils ne sont pas très précis et la dilatation n'est pas linéaire avec la température telle que définie classiquement plus haut. Toutefois ils sont très faciles à utiliser et donnent des résultats qui dans la plupart des cas sont très satisfaisants.

Les méthodes modernes de mesure

Nous ne nous attarderons pas ici à analyser les innombrables autres thermomètres qui trouvent tous une application particulière (thermocouples, thermomètres à gaz, thermomètres à résistance et autres). Un thermomètre qui présente toutefois un grand intérêt est certes le thermomètre à cristal de quartz. Le principe de base est de tirer le meilleur parti possible d'une mauvaise propriété des oscillateurs au cristal de quartz : la dépendance de leur fréquence sur la température du cristal lui-même. Tenant compte de la grande stabilité mécanique de ces oscillateurs on a réussi à fabriquer des thermomètres très sensibles.

Je voudrais maintenant entretenir le lecteur sur une méthode tout à fait moderne de mesurer

* La dilatation des solides sous l'effet de l'augmentation de leur température tire son origine dans l'accroissement de l'amplitude d'oscillation des atomes. A des amplitudes trop grandes le centre de vibration se déplace dans une direction qui tend à accroître la distance entre les atomes. On peut donner une explication à peu près semblable pour la dilatation des liquides.

la température. Cette méthode qui a été découverte durant ces dernières années fait appel à un phénomène physique que nous avons eu l'occasion d'examiner ensemble dans un article précédent : c'est la résonance nucléaire avec toutefois quelques minimes différences. (*La résonance magnétique nucléaire*, dans *Le Jeune Scientifique*, 3(5) : 108-112, livraison de février 1965).

Nous avons vu dans cet article que les noyaux de certains atomes lorsque placés dans un champ magnétique possédaient un mouvement de précession semblable à celui de la toupie. D'autre part il existe certains atomes avec des noyaux aux formes allongées comme un ballon de football. D'autres possèdent des noyaux aux formes aplaties; le noyau de chlore possède cette dernière forme. Lorsque ce noyau est dans un cristal et qu'il est ainsi soumis aux champs électriques cristallins il possède alors un mouvement de précession très caractéristique tout comme le noyau de l'atome d'hydrogène dans un champ magnétique. Dans le cas du chlorate de potassium la fréquence est de l'ordre de 28,000,000 cycles à la seconde (précession quadrupolaire nucléaire).

Quelle est la relation entre ce phénomène et la mesure des températures? La relation est grande. Nous avons vu plus haut que les particules des solides sont en mouvement continu et que l'amplitude de ce mouvement était en relation étroite avec la température telle qu'on la connaît classiquement. Ces minimes vibrations des noyaux et des particules voisines ont l'effet de réduire le champ électrique et ainsi la fréquence de précession du noyau qui est proportionnelle au champ électrique.

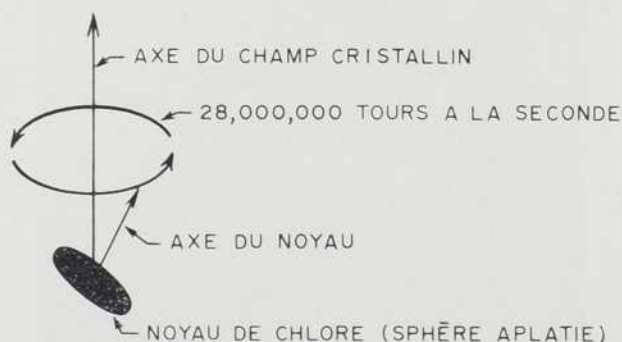


Figure 4

Le noyau de chlore possède une forme aplatie. Soumis au champ électrique des atomes environnants dans le chlorate de potassium, il possède un mouvement de précession de l'ordre de 28,000,000 de cycles à la seconde. On peut faire des expériences de résonance à l'aide d'un champ magnétique tournant à la même fréquence, comme dans le cas des protons. Le phénomène est appelé « résonance quadrupolaire nucléaire ».

La résonance est détectée à l'aide d'appareils assez simples. Un appareil électronique oscilla-tour détecte le phénomène de résonance et est asservi au moyen d'un système à contre-réac-tion à la fréquence de résonance des noyaux. La fréquence de l'oscillation est mesurée à l'aide d'appareils commerciaux. On déduit alors la température à l'aide d'une table de calibration. Le thermomètre à résonance nucléaire possède des avantages incontestés. Par exemple, l'éten-due des mesures qu'il rend possible s'étend de -260°C à environ $+400^{\circ}\text{C}$ avec un seul appa-reil. La précision sur cette étendue est de l'ordre de 0.001°C . De plus il a été démontré que des échantillons purs de chlorate de potassium d'o-rigine différente possèdent tous la même fré-quence de résonance à une précision correspon-dant à $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$. Le thermomètre peut donc être employé comme standard.

Il existe beaucoup de phénomènes de réso-nance nucléaire dans les cristaux, possédant des propriétés thermométriques très désirables. Ils

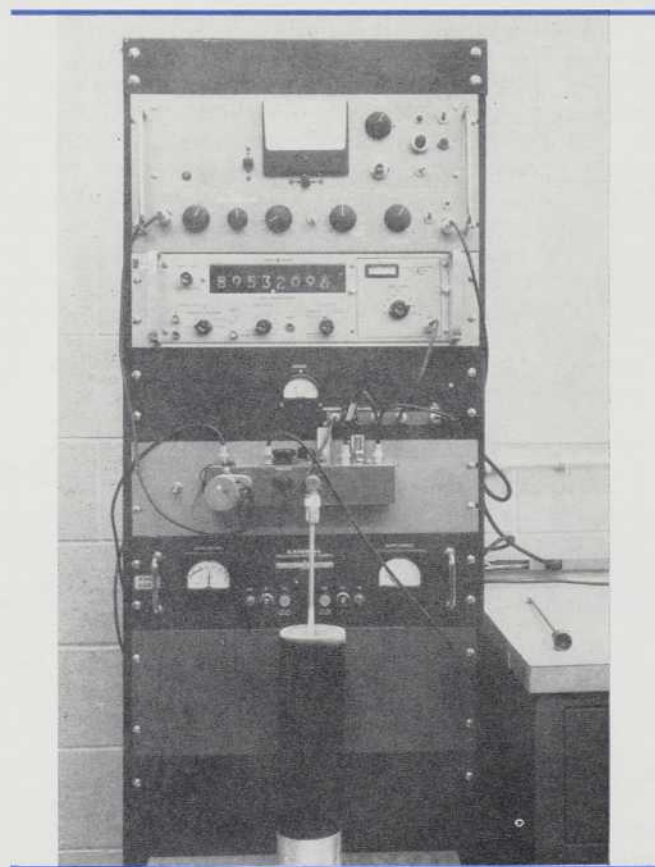


Figure 5

Un thermomètre à résonance quadrupolaire nucléaire. L'échantillon est plongé dans un bain d'azote liquide à -196°C (-321°F), la fréquence lue sur le compteur est 28,953,209.6 cycles par seconde correspondant à cette température.

pourraient servir à compléter l'étendue des me-sures permises par le thermomètre à résonance quadrupolaire nucléaire. Plusieurs laboratoires de recherches travaillent à cette application.

Il se peut que dans un avenir assez proche beaucoup de laboratoires seront équipés de tels thermomètres, ce qui prouvera une fois de plus les grandes possibilités de cette nouvelle techno-logie qu'on appelle « l'électronique quantique ».

Question : si on place un thermomètre dans le vide spatial, quelle sera la température enregistrée?

Bibliographie

VANIER, Jacques. *La résonance magnétique nucléaire*, dans *Le Jeune Scientifique*, vol. 3, no 5, février 1965.

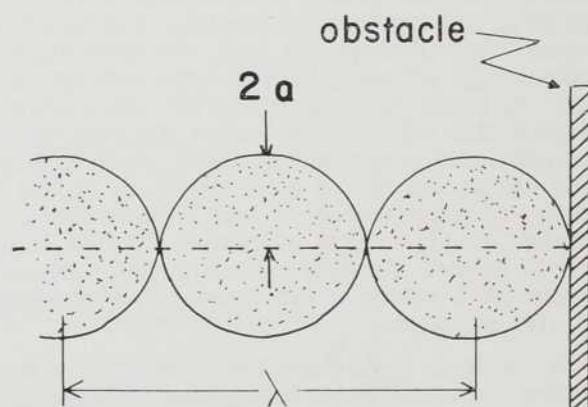
Correction :

article « Cohérence et Masers » (octobre 1965)

Dû à des circonstances incontrôlables, le texte de « Cohérence et Masers » paru dans *Le Jeune Scientifique*, vol. 4, no 1, octobre 1965, pp. 17-23, n'a pu être vérifié, avant son impres-sion finale. Nos lecteurs voudront bien noter les corrections suivantes.

L'onde électromagnétique (page 17), au 3e pa-ragraphe, la dernière phrase doit se lire ainsi : « De plus l'amplitude du mouvement est deux fois plus grande que lorsque l'onde n'est pas réfléchie. »

Figure 2. Cette figure doit être remplacée par la sui-vante.



Onde stationnaire. Si l'onde frappe un obstacle elle est réfléchiée et s'additionne ou se soustrait à l'onde inci-dente. Un appareil photographique dont l'obturateur de-meurerait ouvert enregistrerait l'image plus haut.

Figure 4. Les longueurs d'ondes sont données en mè-tres et les fréquences en cycles par seconde.

La Rédaction.

L'étude de l'ionosphère avec les satellites canadiens "Alouette"

par Alphée NADEAU

Les ionosondes

Comme nous l'avons mentionné dans l'article du mois dernier, il existe aujourd'hui dans le monde plus de 150 ionosondes servant à renseigner les hommes de science sur la constitution de l'ionosphère. Le procédé utilisé est sensiblement le même que celui du radar. On étudie la réflexion des ondes radio sur l'ionosphère. Une telle étude permet d'en découvrir la densité électronique puisque les ondes radio ne sont réfléchies que si elles rencontrent une couche d'électrons assez dense pour tenir lieu de miroir aux ondes ainsi transmises. Or il arrive que plus la fréquence est élevée, plus la densité électronique doit être grande pour qu'une couche ionosphérique joue le rôle de miroir. Ainsi, en lançant sur l'ionosphère une suite d'ondes radio de fréquences différentes, il nous est possible de découvrir à quelles altitudes se trouvent les différentes couches électroniques les plus importantes.

C'est grâce à ce procédé que l'on découvre les densités maximales des couches D, E, F₁ et F₂ dont nous parlions dans notre article précédent et que l'on retrouve dans le graphique ci-contre.

Si l'on examine attentivement ce graphique, on constate qu'au delà d'une certaine altitude la densité électronique décroît graduellement. Or, et c'est là le défaut principal des ionosondes, après avoir traversé la région de densité maximale, une onde radio ne peut plus être réfléchie vers la terre. En fait, une infime fraction de l'onde radio est réfléchie vers la terre après collision avec des

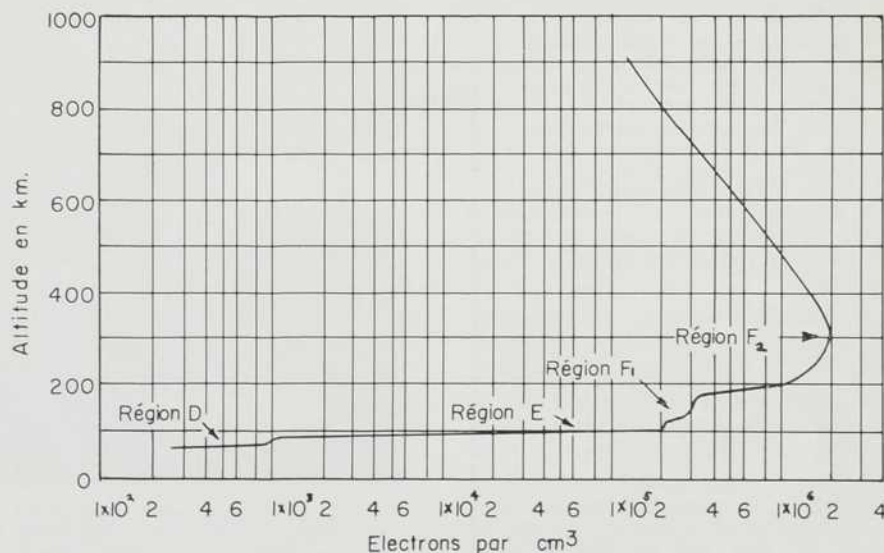
électrons isolés. Cependant, cette fraction est tellement réduite, un dix-milliardième (1/10,000,000,000) de la puissance transmise, que seuls de puissants radiotélescopes possèdent la sensibilité de réception nécessaire pour en capter le retour; par exemple, ceux d'Arecibo à Porto-Rico et de Lima au Pérou. Les ionosondes ne permettent donc d'étudier que le premier tiers (1/3) de l'ionosphère.

Le Canada établissait un précédent lorsqu'en 1962 il étendit la technique des ionosondes à une plate-forme dans l'espace. Le satellite canadien a d'ailleurs été nommé « *Topside Sounder* » indiquant par ce fait une étude extensive de l'ionosphère « par dessus » sa couche électronique la plus dense.

L'ALOUETTE I

Premier satellite entièrement construit par un pays autre que les Etats-Unis ou la Russie, l'Alouette I avait pour mission de mesurer la variation de la densité électronique de l'ionosphère en fonction de la latitude, de l'altitude et des saisons. Il fut lancé de la base Arguello en Californie, le 29 septembre 1962, par une fusée Thor-Agena B.

Après plus de trois années de circonvolutions autour de la terre, notre satellite fonctionne encore parfaitement. Il lui faut 105 minutes environ pour effectuer une révolution complète tandis que son plan orbital fait un angle de 80.5 degrés par rapport au plan équatorial. Son apogée et son périégée, aux dernières éva-



Ce graphique montre la concentration électronique « moyenne » dans l'ionosphère pour une journée d'été. (D'après King-Hele et Townsend, Science).

lations, étaient de 617 et 642 milles respectivement.

Ce satellite pèse 320 livres et mesure 42 pouces de diamètre sur 34 pouces de hauteur; il est recouvert de 6480 piles solaires lesquelles transforment la lumière du Soleil en électricité. Il n'a connu aucune défectuosité majeure depuis son lancement et c'est avec fierté que j'entendis un spécialiste de la NASA m'affirmer, il y a quelques mois, qu'aucun satellite soviétique ou américain n'avait dépassé la durée de vie utile du premier satellite canadien. Entré un peu tard dans ce sec-

teur de la recherche, le Canada n'en fit pas moins de son premier essai un coup de maître.

Au cours de l'été 1965, Frank T. Davies énumérait dans la revue *Physics in Canada* (vol. 21, no 4), les quelques défectuosités mineures de notre premier satellite. Elles sont peu nombreuses :

a) un détecteur de particules s'est détérioré, mais cela avait été prévu par nos physiciens;

b) un seul transistor a cessé de fonctionner mais seulement pendant 1% du temps où le satellite se trouvait dans l'ombre de la terre;

c) la résistance interne d'une pile de réserve a varié, mais pas suffisamment pour nuire à son bon fonctionnement;

d) enfin, les 6480 piles solaires dont le satellite est recouvert ont perdu de leur puissance : après une année, elles ne fournissaient plus que 58% (± 3) de leur valeur originale; après 2 $\frac{1}{4}$ années, elles ne fournissaient plus que 54% (± 3) de leur valeur originale. Toutefois, cet effet avait été prédit par les spécialistes de la NASA bien avant le lancement de l'Alouette I.

Si l'on songe que l'Alouette I contient 820 transistors, 1530 diodes, 6480 piles solaires et 4560 autres composantes, on ne peut que rester

émerveillé devant la magnifique performance de notre premier satellite qui, répétons-le, a dépassé en durée tous les satellites lancés avant lui. Voilà certes une preuve irréfutable de la valeur des scientifiques canadiens.

Mais leur mérite ne s'arrête pas là. En effet, en plus de construire un excellent satellite, ils ont su innover dans un domaine qui semblait pourtant réservé aux deux grandes puissances: ils ont équipé Alouette I d'une antenne télescopique dont les dimensions dépassaient tout ce qui avait été fait auparavant.

L'antenne télémétrique la plus longue est une innovation entièrement canadienne, mise au point par la compagnie *De Havilland Aircraft of Canada Ltd*, Toronto; elle se déploie sur une longueur de 150 pieds. Grâce à cette antenne, nos hommes de science peuvent étudier la réflexion sur l'ionosphère d'ondes radio de 700 fréquences différentes, comprises entre 1.6 et 11.5 millions de cycles par seconde. A cause du phénomène de réflexion décrit au début de cet article, ils peuvent ainsi déterminer la densité électronique en fonction de l'altitude sur presque la totalité du globe terrestre.

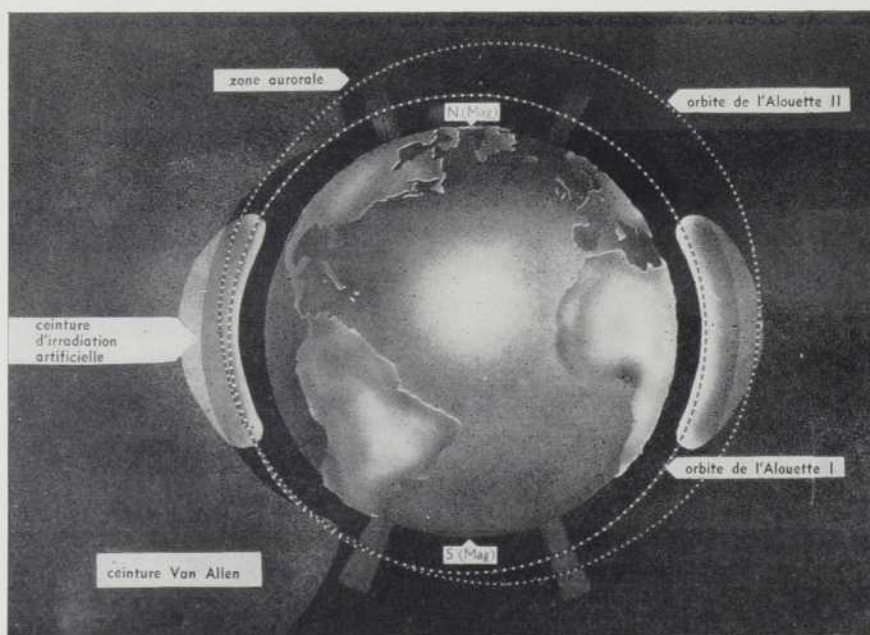
L'ALOUETTE II

Le deuxième satellite du Conseil de recherches pour la défense du Canada était mis sur orbite le 28 novembre 1965. Cet appareil est en même temps le premier de quatre véhicules spatiaux, construits au Canada, qui seront utilisés pour la réalisation du programme d'études ionosphériques entrepris conjointement par le Conseil de recherches pour la défense du Canada (CRD) et la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des Etats-Unis.

L'Alouette II, successeur du premier véhicule spatial d'origine canadienne du même nom, a été lancé en même temps qu'un satellite d'exploration directe (*Direct Measurement Explorer-A*, DMEA) de la NASA. Ce dernier effectuera des mesures connexes dans le voisinage immédiat de l'Alouette II. On désigne les deux véhicules spatiaux réunis sous le nom d'ISIS-X (ou *International Satellites for Ionospheric Studies*). Le satellite américain a été conçu et construit par le Goddard Space Flight Center de la NASA; l'Alouette II, par l'Etablissement de recherches sur les communications du Conseil de recherches pour la défense.

Le Canada s'est engagé à créer et à construire quatre autres satellites ionosphériques qui seront lancés par intervalles entre 1965 et 1969, minimum et maximum du cycle actuel d'activité solaire.

Les entrepreneurs qui ont aidé à élaborer les plans, à construire et à lancer l'Alouette II sont les sociétés RCA Victor, de Montréal, et *De Havilland Aircraft*, de Toronto.



Ce montage photographique représente l'orbite des deux satellites canadiens « Alouette ». Alouette II évolue sur une orbite variant entre 329 et 1,837 milles, c'est-à-dire sur une orbite elliptique au lieu d'une orbite circulaire comme l'Alouette I. Les deux satellites traversent également la ceinture d'irradiation artificielle créée par des détonations nucléaires dans la haute atmosphère.

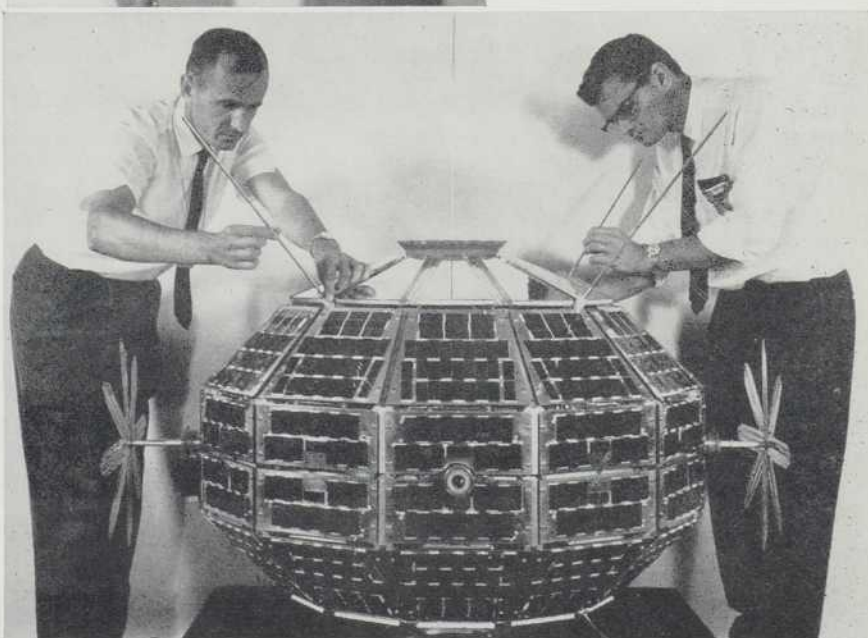
En plus de son rôle d'ionosonde, le premier satellite canadien enregistre aussi les bruits cosmiques qui lui parviennent de l'univers. Or la fréquence à laquelle Alouette I cesse d'enregistrer ces bruits cosmiques est une indication de la densité électronique au voisinage immédiat du satellite. Grâce à toutes ces indications, les physiciens canadiens, en collaboration avec ceux du monde entier, étudient la relation entre les changements qui se produisent dans l'ionosphère et l'intensité des radiations de hautes énergies qu'elle reçoit de l'espace interstellaire.

L'ALOUETTE II et le cycle solaire

Nous avons vécu la fin d'un cycle solaire durant les années 1962-64. Les prochaines années verront donc une progression continue vers le maximum du prochain cycle. Or nous savons qu'au cours d'une telle variation vers le maximum d'un cycle, bien des perturbations apparaissent sur terre dont les moindres ne sont certes pas les perturbations ionosphériques. En fait, durant une telle période, la densité électronique maximale augmente de plusieurs fois sa valeur initiale en même temps que son altitude s'accroît.

On comprendra facilement dès lors pourquoi la NASA, devant les succès d'Alouette I, jugea utile de suggérer au Canada la construction de 4 autres satellites du type « *Topside Sounder* » qui seraient lancés durant les années 1965-69 afin d'étudier à fond les variations ionosphériques et d'établir leurs dépendances sur le cycle solaire.

Le gouvernement canadien s'est empressé d'accepter cette offre de collaboration et dimanche le 28 novembre 1965, après trois tentatives infructueuses, une fusée Thor-Agena B plaçait Alouette II en orbite. Il s'agissait d'un lancement jumelé. En effet, la fusée porteuse, partie de la base Vandenberg en Californie, lançait également le satellite américain *Explorer XXXI*. Ce lancement entraînait dans les cadres du projet ISIS-X (*International Satellites for Ionospheric Studies*). Quatre autres satellites « Alouette » suivront d'ici 1969 dans le programme du même projet.



Deux techniciens de l'industrie canadienne ajustent les antennes téléométriques du prototype de démonstration de l'Alouette II. En haut, on aperçoit l'une des deux séries de « pétales solaires » fixés à l'extrémité des longues antennes de l'Alouette II.

Ce satellite canadien est identique au premier, sauf pour les quelques modifications nécessitées par l'orbite différente qu'on lui a donnée. Alouette II évolue sur une orbite variant entre 329 et 1837 milles, c'est-à-dire sur une orbite elliptique au lieu d'une orbite circulaire. Il lui faut deux heures et une minute pour effectuer une révolution autour de la terre.

Le satellite explorateur qui prit place avec Alouette II dans la fusée porteuse entre dans la catégorie des satellites destinés à effectuer des mesures directes. Il restera à environ 1,000 milles de notre satel-

lite pendant les premiers mois et permettra ainsi de nombreuses vérifications des données recueillies par Alouette II. C'est grâce à ce satellite explorateur que l'on étudie actuellement la tension induite sur les longues antennes de l'Alouette II. Notons que son antenne la plus longue mesure 240 pieds, soit une augmentation de 66% sur celle de l'Alouette I. Alors que la plus longue antenne de ce dernier était formée de tubes d'acier d'un pouce de diamètre, celle de l'Alouette II est construite de tubes d'un demi-pouce de diamètre faits d'un alliage de cuivre et de béryllium.

L'orbite elliptique de ces deux satellites permettra d'étudier la variation de la température et de la composition de l'ionosphère à partir de la couche la plus dense (périgée) jusqu'à la haute ionosphère (apo-gée). Dans cette région, la température des électrons varie de 800 à 4,000 degrés Kelvin. Par ailleurs, la température des ions est souvent inférieure à celle des électrons et celle du gaz neutre est encore plus basse. Comme nous l'avons vu dans notre dernier article, les ions présents passent de l'oxygène pur au périgée à de l'hélium et de l'hydrogène atomique, à l'apogée.

Alouette II fut donc construit dans le but précis d'étudier les différentes caractéristiques de l'ionosphère à

mesure qu'il parcourt son orbite. Explorer XXXI permettra de vérifier sur place les données de l'Alouette II et de les corriger si nécessaire. En effet, les deux satellites transportent des sondes électrostatiques identiques (Langmuir) qui permettent de comparer leurs résultats quand l'un et l'autre sont dans le même voisinage.

C'est avec le plus grand optimisme que nous voyons le Canada s'engager dans le domaine de la recherche spatiale. Dans notre esprit il n'existe aucun doute que les résultats des prochains satellites « Alouette » seront aussi bons sinon meilleurs que ceux déjà obtenus avec le satellite Alouette I.

Bibliographie

PREVOST, Roland. *Le satellite canadien Alouette*, (note), *Le Jeune Scientifique*, vol. I, no 1, nov. 1962, p. 23.

Office National du Film, Photo-reportage. *Le Canada scrute l'espace avec le satellite Alouette*, *Le Jeune Scientifique*, vol. 1, no 3, janvier 1963, pp. 71-72.

Industrial Contributions to « Alouette », *Physics in Canada*, vol. 18, no 5, Hiver 1962, pp. 33-34.

CHAPMAN, J. H. *Alouette*, *Physics in Canada*, vol. 19, no 1, Printemps 1963, p. 31.

News from the RCA Victor Research Laboratories, Montreal, *Physics in Canada*, vol. 19, no 4, Automne 1963, pp. 31-32.

DAVIES, Frank T. *Alouette I and II*, *Physics in Canada*, vol. 21, no 4, été 1965, pp. 5-14.

Une station de biologie de l'Arctique

La pêche a toujours représenté un revenu aussi bien qu'une source traditionnelle de nourriture, pour les habitants du 60^e parallèle. Le poisson et les mammifères marins sont leurs moyens de subsistance. Sans cette richesse, pas de vie possible au pays du soleil de minuit. Alors que dans plusieurs autres parties du Canada, la pêche est estimée pour sa valeur commerciale ou récréative, dans le Nord, elle fournit une denrée de base aux habitants et à leurs attelages de chiens qui sont le principal moyen de transport.

Il est donc impérieux que le Canada soit bien informé au sujet des poissons et des mammifères marins des régions arctiques. Ces études sont confiées à la *Station de biologie arctique* de l'*Office des recherches sur les pêcheries du Canada*. Cette station est située à Sainte-Anne-de-Bellevue, non loin de la métropole canadienne. La Station a pour principale tâche de dresser un tableau aussi complet que possible des diverses espèces de poissons et de mammifères marins, des endroits où ils se trouvent, de leurs déplacements, de leurs mœurs alimentaires et de leur capacité productive, tableau dont on pourra tirer des indications précieuses pour l'utilisation rationnelle de cette richesse.

Le nouvel édifice de la Station de biologie arctique fournit des locaux bien aménagés à l'intention des scientifiques qui ont à étudier des spécimens et à compiler des données en vue de rapports détaillés. Il comporte aussi des laboratoires et autres installations pour faciliter ce travail, de même que tout l'espace voulu pour l'entreposage du maté-



Un biologiste identifie une Astérie ou « étoile de mer » rapportée des régions de l'Arctique.

riel et de l'équipement indispensables aux expéditions sur les lieux.

Les recherches faites sur le terrain dans les immensités du Grand Nord aboutissent à une accumulation de spécimens, d'observations et de notes qui sont analysés et étudiés à la station lorsque ces régions sont emprisonnées par les glaces de l'hiver. Le personnel est ainsi occupé à longueur d'année dans l'exécution d'un programme chargé dont l'objet est de résoudre les secrets et les problèmes des richesses de la pêche dans le Nord.

La Division des mammifères marins de cette station étudie également le cas des phoques et des baleines en vue d'organiser, si possible, une exploitation commerciale de ces chasses. En même temps que s'accroît la demande de produits des mammifères marins du Nord, en même temps aussi les connaissances de ces animaux doivent être développées en vue d'adopter des mesures de conservation et de productivité.

Ces quelques lignes ont voulu tracer une rapide esquisse des travaux qui s'effectuent à la Station de biologie arctique. Ce sont là des recherches indispensables pour l'organisation rationnelle des pêcheries nordiques du Canada.

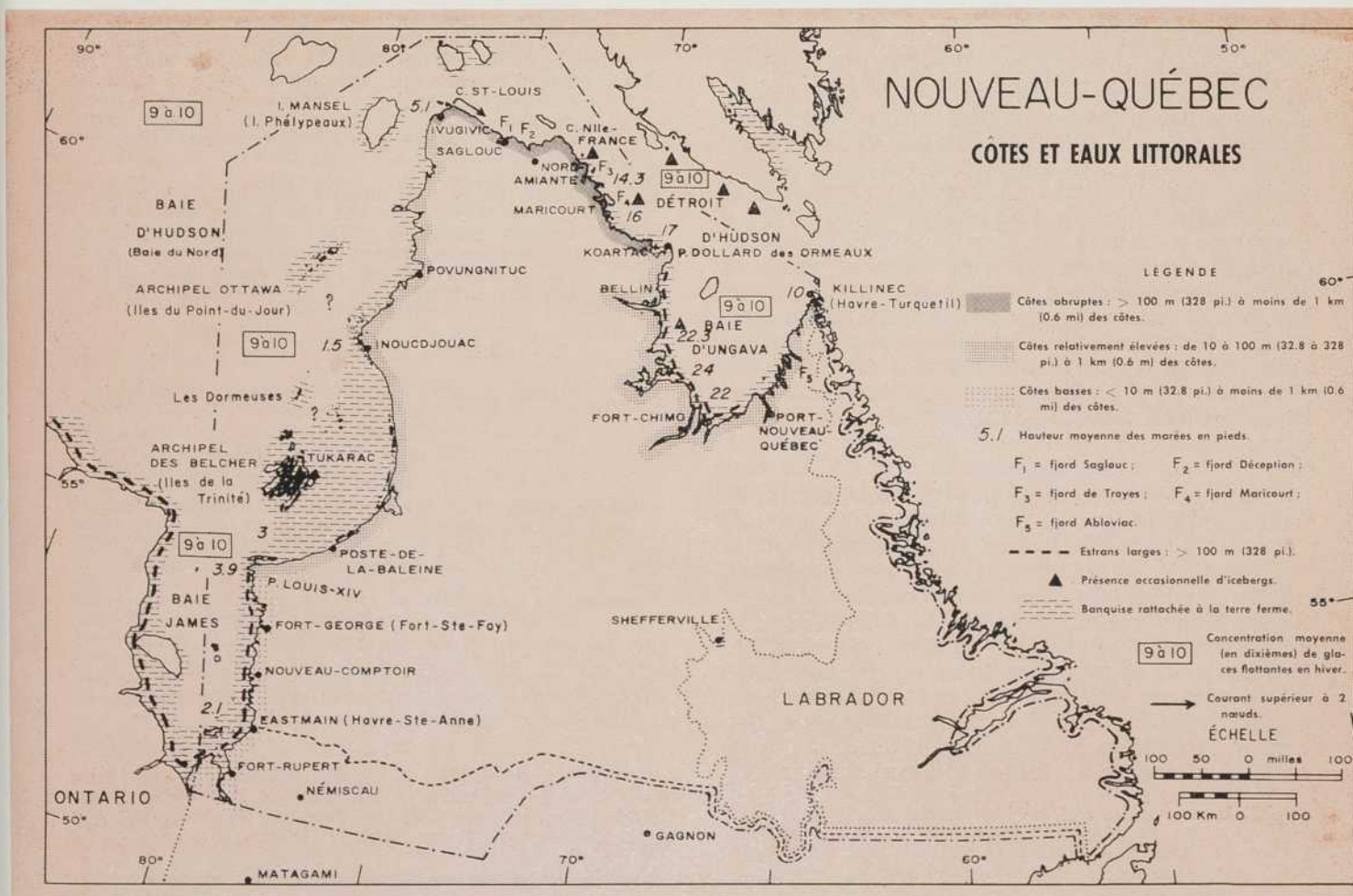
Présentation et commentaires de cartes sur le NOUVEAU-QUÉBEC

par Michel BROCHU

Carte 3 : les côtes et les eaux littorales

La carte 3 montre d'abord dans le domaine littoral proprement dit, du fond de la baie James au cap Saint-Louis (qui marque la rencontre des eaux du détroit d'Hudson avec celles de la baie d'Hudson), la succession suivante dans les types de côtes : basses et marécageuses dans la baie James, à part quelques pointements granitiques, elles ont, en général, moins de 33 pieds (10 m) d'altitude à 0.6 mille (1 km) du littoral;

au nord-est de la pointe Louis XIV, puis au nord de celle-ci, la côte s'élève progressivement, l'altitude moyenne étant de 33 à 330 pieds (10 à 100 m) à moins de 0.6 mille (1 km) à l'intérieur des terres, mais augmente du sud au nord; immédiatement au nord d'Ivugivic, le littoral s'élève brusquement pour former une ligne de falaises de plus de 330 pieds (100 m) et de caps presque ininterrompus le long du détroit d'Hudson jusqu'à l'entrée de la baie Diana. Les falaises les plus hautes et les plus impressionnantes sont immédiatement au sud et à l'est du cap St-Louis. L'altitude des côtes s'abaisse du nord au sud sur les deux rives de la baie d'Ungava; le fond de cette baie est très peu élevé. Ce litto-



ral abrupt est entaillé de quatre rentrants de côte qui ont les caractères morphologiques des fjords : versants d'altitude moyenne égale ou supérieure à 330 pieds (100 m), grande profondeur, souvent supérieure à 330 pieds (100 m); longueur supérieure à 6.2 milles (10 km) et largeur n'excédant pas un cinquième de la longueur. Malheureusement, aucun des quatre fjords n'a reçu, dans le passé, le générique de fjord; une modification dans ce sens a été suggérée en 1961. Il est, en outre, à noter que, sur cette carte, les pointes ont moins de 330 pieds (100 m) de hauteur au-dessus du niveau marin et les caps ont 330 pieds (100 m) de plus.

Le trait de côte du littoral de la baie James est extrêmement irrégulier, à grande échelle au moins, et accidenté non pas au point de vue du relief, comme on l'a vu plus haut, mais à celui de l'extraordinaire irrégularité des côtes de cette région. De la pointe Louis XIV à Inoucdjouac, sur la baie d'Hudson, le littoral est, par contre, d'une régularité dont il y a assez peu d'exemples sur une aussi longue distance; la côte devient irrégulière entre Inoucdjouac et Ivugivic; de ce point à la pointe Radisson la côte est assez régulière même si elle est entaillée d'anses étroites et très encaissées dont les ouvertures sont cependant tangentes dans l'ensemble à une ligne à grands rayons de courbure.

De la pointe Radisson à l'extrémité nord-est de la baie d'Ungava, les côtes sont irrégulières et accidentées, mais avec une morphologie assez différente sur le détroit d'Hudson et le long de la baie d'Ungava. D'une part, il y a deux grands fjords, plusieurs baies de formes irrégulières et aux rivages indentés d'anses; immédiatement à l'ouest de la baie Diana il y a toute une série de caps qui font des saillies irrégulières et qui sont séparés par des anses étroites aux rives très escarpées. D'autre part, la baie d'Ungava est irrégulière mais surtout caractérisée par les larges estuaires de plusieurs rivières dont cinq très importantes et qui forment de profondes indentations marines dans la partie sud de la baie d'Ungava.

Dans le domaine marin, aux côtes basses, de moins de 30 pieds (10 m) d'altitude à moins de 0.6 mille (1 km) des côtes, qui caractérisent la baie James, correspondent des profondeurs si faibles que la navigation est dangereuse à moins de 6.2 milles (10 km) des côtes; il faut ajouter la présence de plusieurs îles³ et d'innombrables îlots notamment près des côtes; aux côtes moyennement élevées de la baie d'Hudson correspondent trois chapelets d'îles allongées et disposées parallèlement à la côte et situées, en général, à moins de 6.2 milles (10 km) de celle-ci.

3. Île : plus de 0.6 mille (1 km) du grand axe; îlot : moins de 0.6 mille (1 km) du grand axe.

Définitions dimensionnelles des rentrants et des saillants de côte *

A— Rentrants de côte

- Anse :** rentrant de côte, dont la longueur est comprise entre 0,1 à 10 km et la largeur entre 0,01 à 10 km. Si l'une de ces deux mesures excède 10 km, on aura une baie. La profondeur et la hauteur des rives excèdent en général 1 m; il y aura cependant des exceptions (Tableau III-A).
- Baie :** rentrant de côte dont la longueur ou la largeur, ou les deux à la fois sont comprises entre 10 et 100 km; il y a plusieurs cas où ces limites supérieures sont dépassées. Exemples : la baie d'Hudson et la baie James. Les profondeurs sont en général supérieures à 10 m, et la hauteur des rives supérieures à 1 m (Tableau III-A).
- Crique :** rentrant de côte dont la longueur est comprise entre 0,1 et 1 km et la largeur entre 0,001 et 0,01 km. Si l'une de ces dimensions ou les deux ont une limite supérieure à celle mentionnée plus haut, on aura une anse ou une baie. La profondeur et la hauteur des rives sont en général supérieures à 1 m (Tableau III-A).
- Fjord :** rentrant de côte dont la longueur est supérieure à 10 km et la largeur comprise entre 0,1 et 10 km. La largeur ne doit cependant pas excéder 1/5 de la longueur du fjord, sinon on aurait une baie. Les versants doivent avoir une altitude supérieure à 100 m. Les profondeurs sont supérieures à 10 m et excèdent très souvent 100 m. Les fjords sont le plus souvent caractérisés par la présence d'un seuil et d'îles à leur entrée. Ils possèdent souvent aussi un ou deux diverticules qui ont toutes les caractéristiques d'un fjord, mais dont la longueur et la largeur sont moindres que celles du fjord principal (Tableau III-A).
- Golfe :** rentrant de côte dont la longueur et la largeur sont supérieures à 100 km; il y a quelques exceptions comme le golfe de Trieste et le golfe de Tunis; les profondeurs sont supérieures à 10 m et dépassent souvent 100 m. La hauteur des rives est supérieure à 1 m et dépasse souvent 100 m (Tableau III-A).

B— Saillants de côte

- Cap :** saillant de côte ayant une altitude supérieure à 100 m au-dessus du niveau de la mer, à moins de 1 km à l'intérieur des terres. Les falaises présentent un front de 0,1 à 10 km; le modelé d'un cap peut être quelconque. (Tableau III-B).
- Pointe :** saillant de côte ayant une altitude inférieure à 100 m au-dessus du niveau de la mer, à moins de 1 km à l'intérieur des terres. Le modelé d'une pointe est quelconque. (Tableau III-B).
- Promontoire :** saillant de côte ayant une altitude supérieure à 100 m au-dessus du niveau de la mer, à moins de 1 km à l'intérieur des terres, et dont les falaises, face à la mer, présentent le plus souvent un front de plus de 10 km. La surface d'un promontoire est en général horizontale ou subhorizontale. (Tableau III-B).

* Ces définitions et celles du tableau III sont tirées de « Normes et principes généraux de Toponymie », par Michel Brochu. Les Éditions Ferland, Québec, 1962 (ou chez l'auteur, 1164, ave Murray, Québec 6).

TABLEAU III Définitions dimensionnelles

A— Rentrants de côte

Générique	Longueur en km	Largeur en km	Profondeur en m	Hauteur des rives en m
Crique	0,1 à 1	0,001 à 0,01	> 1	> 1
Anse	0,1 à 10	0,01 à 10	> 1	> 1
Baie	10 à 100 (quelquefois plus)	et ou 10 à 100 (quel. plus)	> 10	> 1
Fjord	10	0,1 à 10*	> 10**	100
*La largeur ne doit pas excéder 1/5 de la longueur du fjord, sinon on aurait une baie. On peut appliquer la même définition à un canyon sous-marin.				
**Souvent 100: présence d'un seuil à l'entrée.				
Golfe	> 100	> 100	> 10 (souvent 100)	> 1 (souvent 100)

B— Saillants de côte

Générique	Hauteur au-dessus de la mer, en m	Surface	Front de mer
Pointe	1 à 100*	quelconque	falaises de 0,1 à 10 km
Cap	> 100*	quelconque	
Promontoire	> 100*		falaises abruptes sur plus de 10 km

* A moins.

NOTE: le symbole mathématique > employé dans ce tableau signifie « égal ou plus grand ».

Au large, il y a le grand archipel des Belcher et des archipels moins importants situés entre 40 et 100 milles (64 et 160 km) des côtes, les îles de ces groupes sont aussi disposées parallèlement au littoral et sont de même nature géologique. Au nord d'Inoucdjouac, les îles côtières, à part quelques exceptions, sont à quelques milles seulement du rivage; elles sont de forme irrégulière et disposées sans ordre précis. Tout à fait au large de cette côte, s'étend l'archipel des îles Ottawa et une grande île basse, l'île Mansel. Au littoral abrupt et escarpé du détroit d'Hudson correspondent, tout près des côtes, des profondeurs élevées et souvent même parfois très considérables entre le cap Saint-Louis et le fjord de Sagloug; la plus grande partie de la côte est dénuée d'îles, sauf une île importante (l'île Charles au large du cap de Nouvelle-France), et sauf au large de la côte s'étendant de la pointe Radisson à la baie Diana, ce qui représente environ un tiers de ce littoral; quant à la baie d'Ungava, ses rives sont caractérisées par une poussière d'îles et d'îlots situés très près de la côte.

Un des phénomènes les plus marquants des eaux littorales du Nouveau-Québec est la marée: son amplitude médiane dans la baie d'Ungava est de 22.1 pieds (6.7 m); la baie aux Feuilles qui s'ouvre sur la rive ouest de la baie d'Ungava et forme l'embouchure de la rivière aux Feuilles, enregistre les marées maximales les plus fortes du globe, soit 34.5 pieds (16.7 m). Les marées sont moins fortes de moitié par rapport à la baie d'Ungava, dans la partie sud du détroit d'Hud-

son où leur amplitude médiane est de 10.3 pieds (3.1 m); elles diminuent encore de plus de la moitié par rapport au détroit d'Hudson dans la baie d'Hudson où elles atteignent une médiane de 3.3 pieds (1 m); dans la baie James, les marées ont, cependant, une valeur légèrement supérieure en raison probable du relèvement des fonds, soit 3.9 pieds (1.2 m).

Dans la baie James, la profondeur est si faible près des côtes, et la présence d'écueils et de hauts-fonds si fréquente que les navigateurs doivent constamment tenir compte de l'état de la marée et des changements de courants souvent assez forts qui sont liés à celle-ci près des côtes. Le long du littoral du Nouveau-Québec, il ne semble, cependant, y avoir qu'un seul courant qui ne soit pas inversé par les marées, soit au détour du cap Saint-Louis. La grande amplitude des marées, la longueur des estrans⁴ et, très souvent, la présence de blocs à la limite inférieure de ceux-ci, lorsqu'ils sont longs, posent un véritable problème aux déchargements par chalands dans les postes du détroit et de la baie d'Hudson et pour l'amérissage des hydravions en été.

4. *Estran ou zone de balancement des marées*: la partie du rivage qui, deux fois par jour, est successivement laissée à découvert, puis recouverte par le mouvement des marées. Comme tous pourront le vérifier sur les rives du Saint-Laurent en aval des Trois-Rivières, la largeur de l'estran est fonction de l'inclinaison de la rive vers la mer et de l'amplitude même des marées. — Dans les régions riveraines du Saint-Laurent, l'estran est communément appelé « batture ».

La présence de la glace est un des principaux facteurs qui conditionnent et caractérisent les eaux qui baignent le Nouveau-Québec. On a cru longtemps que la baie James et la baie d'Hudson étaient prises de part en part par la banquise. Or, des relevés aériens effectués depuis 1945, notamment, ont démontré que la partie centrale des baies précitées et souvent jusqu'à assez près des côtes était occupée par des glaces flottantes. La concentration de celles-ci, toutefois, est tellement forte du mois de novembre au mois de juillet (de 8 à 9 dixièmes par rapport à l'eau libre) et leur épaisseur si considérable, plus de 9.9 pieds (3 m) souvent, qu'elles interdisent absolument toute navigation durant cette période, même au moyen de navire à coque blindée contre la glace. Ce qui précède s'applique tant au détroit d'Hudson et à la baie d'Ungava qu'aux baies James et d'Hudson. Les fjords et toutes les embouchures de rivières, sauf les plus importantes de la baie d'Ungava, sont pris par la banquise. Le long du littoral de la baie James et de la baie d'Hudson, la banquise reliée à la terre ferme continue de la baie James à la baie d'Hudson, jusqu'à Ivugivic; il y a, cependant, de l'eau libre au droit de la passe reliant le lac Guillaume-Delisle à la baie d'Hudson, en

raison des courants de marées très forts qui y existent; la largeur de cette banquise est, en moyenne, de 6 à 9 milles (10 à 15 km) selon les endroits; elle peut même atteindre ou dépasser 62 milles (100 km) puisqu'elle fait le pont entre les îles Belcher et la terre ferme. Le long des côtes de la moitié sud-ouest du détroit d'Hudson, la banquise est pratiquement inexistante, dans la moitié est de ce bras de mer; cependant, elle existe avec de longues solutions de continuité entre le cap de Nouvelle-France et la pointe Dollard-des-Ormeaux. Sur le pourtour de la baie d'Ungava, la banquise a souvent une largeur réduite avec interruptions aux embouchures des rivières les plus importantes.

La banquise, en hiver et au printemps, joue un rôle capital dans le domaine des transports, car elle permet les communications entre les différents postes de la baie James et de la baie d'Hudson au moyen du traîneau à chiens; de plus, elle constitue un terrain idéal pour la chasse au phoque. Naturellement, la glace de mer recouverte de neige, indurée par le vent, offre des pistes excellentes pour les avions monomoteurs et bimoteurs sur skis.

Si la banquise et les glaces flottantes constituent un obstacle pour la navigation et pour les entreprises blanches en général, elle est d'une incontestable importance économique pour les Esquimaux, à la fois pour la chasse et pour les déplacements, car, paradoxalement, le retour de l'eau libre réduit considérablement leurs voyages vers l'intérieur des terres, puisque la plupart des itinéraires vers ces régions passent en partie par la banquise littorale.

Signalons, enfin, un des phénomènes les plus marquants des côtes du Nouveau-Québec: ce sont les estrans parsemés de blocs, dispersés, concentrés ou alignés à la partie inférieure de la laisse de basse mer; la présence de ces blocs est attribuable à leur transport par les glaces flottantes. Ces blocs sont pris en étau sous la surface inférieure des glaçons et sont délestés sur les estrans. Ce phénomène est caractéristique des estrans à fortes marées (plus de 6 pieds ou 2 m en général) et sur les côtes qui ne sont pas trop accores et qui sont sous le régime des glaces flottantes. C'est le cas non seulement de plusieurs points des côtes du Nouveau-Québec, mais aussi des rives de l'estuaire du Saint-Laurent. Ce trait ne semble pas se rencontrer souvent sur d'autres estrans non en contact actuel ou passé avec des glaces de mer.

Note de la Rédaction :

Le texte précédent est extrait de l'article « Présentation et commentaires de cartes sur le Nouveau-Québec », paru dans *L'Actualité économique*, Institut d'Economie appliquée, Ecole des Hautes Etudes commerciales, Montréal, numéro 4 de la 40e année, janvier-mars 1965, pages 707-713. L'extrait publié ici a été légèrement modifié par l'auteur qui y a ajouté les explications de termes géographiques et les notes du Tableau III.

TABLEAU IV

Amplitude moyenne des marées, eaux littorales^a

Baie d'Ungava (du N. E. au N. O.)	Pieds	Mètres
Havre-Turquetil	10.0	3.0
Rivière Georges	22.0	6.7
Rivière Koksoak	22.1	6.7
Baie aux Feuilles	22.1	6.7
Baie Lomer-Gouin	22.3	6.8
Rivière Arnaud	20.0	6.1
Médiane	22.1	6.7
Détroit d'Hudson (de l'est à l'ouest)		
Baie Diana	17.5	5.3
Fjord Maricourt	15.3	4.7
Fjord Déception	10.3	3.1
Saglouc	9.2	2.8
Cap Saint-Louis	6.0	1.8
Médiane	10.3	3.1
Baie d'Hudson (du nord au sud)		
Povungnituc	1.9	0.6
Inouedjouac	1.5	0.4
Poste-de-la-Baleine	3.0	0.9
Tukarac (Iles Belcher)	3.0	0.9
Pointe Louis XIV	3.9	1.2
Médiane	3.0	0.9
Baie James (du nord au sud)		
Pointe Louis XIV	3.9	1.2
Ile Charlton	4.0	1.2
Fort-Rupert	3.7	1.1
Médiane	3.9	1.2

5. Sources: Cartes marines à diverses échelles des côtes des baies James, d'Hudson, d'Ungava et du détroit d'Hudson publiées par le Service Hydrographique du Canada, Direction des Levés et de la Cartographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa. Travaux de Benoît Robitaille, géographe.

Jeunes EXPLOS

étude des sciences naturelles

Les JEUNES EXPLOS organisent actuellement leur douzième saison d'étude. Ils invitent les étudiants intéressés à l'étude de la nature à se rendre au Cap Jaseux, sur les rives du Saguenay, à l'une des trois quinzaines de leur programme d'été 1966.

L'étude des oiseaux, des insectes, des plantes, de même que l'inventaire biologique d'un lac, l'étude des poissons et invertébrés marins du fjord du Saguenay s'inscrivent de nouveau parmi les principaux thèmes de la prochaine saison. Des professeurs d'expérience guident les jeunes explorateurs dans leurs excursions comme dans leurs analyses en laboratoire.

Si vous avez terminé votre 8e année en juin prochain et si ces études de sciences naturelles conviennent à vos intérêts, demandez immédiatement tous les renseignements à propos de cette école d'été. Ecrivez : *Les Jeunes Explos*, case postale 391, JOLIETTE, P. Q.

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

- 145 Le mica et l'ionographie, par Pierre Demers, Ph.D., professeur titulaire, Département de Physique, Université de Montréal.
- 149 Le télescope amateur à la portée de tous, 2e article, par Jacques Labrecque, B.A., M.Sc., astronome, Observatoire fédéral, Ottawa, Ontario.
- 154 Le Planétarium Dow de la ville de Montréal, par Auray Blain, Ph.D., directeur scientifique adjoint du Planétarium.
- 157 Notions modernes de chaleur et de température, par Jacques Vanier, Ph.D., physicien. *Varian Associates (Quantum Electronic Devices)*, Beverly, Massachusetts, E.-U.
- 161 L'étude de l'ionosphère avec les satellites canadiens « Alouette », par Alphée Nadeau, B.Sc., professeur au Collège Sainte-Anne, La Pocatière, P. Q.
- 164 Une station de biologie de l'Arctique, par Gaston Lapointe, photo-reportage de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa.
- 165 Présentation et commentaires de cartes sur le Nouveau Québec, par Michel Brochu, géographe, Docteur de l'Université de Paris, attaché au Centre de Recherches sur le Nouveau-Québec, Ecole des Hautes Etudes commerciales de Montréal. Article (modifié) extrait de l'*Actualité économique*, Montréal, vol. 40, numéro 4, janvier-mars 1965, pages 707-713, publié avec la bienveillante autorisation de l'auteur et de la direction de la revue.

Photographes, dessinateurs :

- 145-148 Le mica et l'ionographie, photos gracieusement fournies par Pierre Demers, Ph.D., professeur titulaire, Département de Physique, Université de Montréal.
- 149-153 Le télescope amateur à la portée de tous : p. 150, photo de Jacques Labrecque, M.Sc., astronome, Observatoire fédéral, Ottawa; pp. 149, 151-153, esquisses de Jacques Labrecque, dessinées par Claude Forest, Joliette.
- 154-156 Le Planétarium Dow de la ville de Montréal, photos de la Ville de Montréal, gracieusement fournies par Auray Blain, Ph.D., directeur scientifique adjoint du Planétarium.
- 157-160 Notions modernes de chaleur et de température : p. 157, photo de Léon-Bernard Langlois, journaliste, Québec; 158-160, esquisses de Jacques Vanier, Ph.D., dessinées par Rosaire Goulet, Québec; p. 160, photo de *House of Hinlin*, Ipswich, Mass., E.-U., fournie par l'auteur de l'article.
- 161-163 Les satellites canadiens « Alouette » : p. 161, esquisse de Alphée Nadeau, B.Sc., dessinée par Claude Forest, Joliette; 162-163, photos du Centre de Recherches sur les Télécommunications de la Défense (DRTE), Ottawa, Ontario.
- 164 Une station de biologie de l'Arctique, photo-reportage de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa.
- 165 Carte du Nouveau-Québec : les côtes et les eaux littorales, carte préparée par Michel Brochu, géographe, Docteur de l'Université de Paris, Centre de recherches sur le Nouveau-Québec, Ecole des Hautes Etudes commerciales, Montréal.

Les Expo-Sciences de 1966

La cinquième Expo-Sciences nationale du Canada aura lieu cette année du 12 au 14 mai prochain, à l'Université de Windsor, Ontario, sous la présidence de M. J. F. Leddy, président de cette université.

Comme dans le passé, il y aura deux Grands prix, sous forme d'un voyage tous frais payés en Grande-Bretagne où se tient chaque année une *quinzaine internationale de la Jeunesse scientifique*, sous le haut patronage du duc d'Edimbourg. Les autres prix sont offerts par quelques-uns des organismes scientifiques et professionnels canadiens qui commanditent les Expo-Sciences nationales.

Les participants à l'exposition scientifique de Windsor, au nombre de 70, seront les gagnants des prix aux 27 expositions régionales. L'appréciation des travaux se fera par un groupe de scientifiques des universités, des gouvernements et de l'industrie.

Six Expo-Sciences régionales au Québec

— Montréal, les 15 et 16 avril, au Chalet de la Montagne, sous la présidence de M. Gilles Cloutier, Ph.D., professeur agrégé au Département de Physique de l'Université de Montréal.

— Québec, les 16 et 17 avril, au Marymount College, à Sainte-Foy, sous la présidence de M. Gaston Moisan, professeur au Département de Biologie de l'Université Laval, Québec.

— Sherbrooke, le 16 avril, sous la présidence de M. J. R. McManus.

— Vallée du Richelieu, les 16 et 17 avril, à Saint-Hyacinthe, sous la présidence de M. André Boily de Beloeil.

— Saguenay-Lac-Saint-Jean, les 16 et 17 avril, à Jonquière, sous la présidence de M. Paul E. Lemieux d'Arvida.

— Côte Nord, à Sept-Iles, sous la présidence de M. Paul Tiszai.