

7

PER
J-69

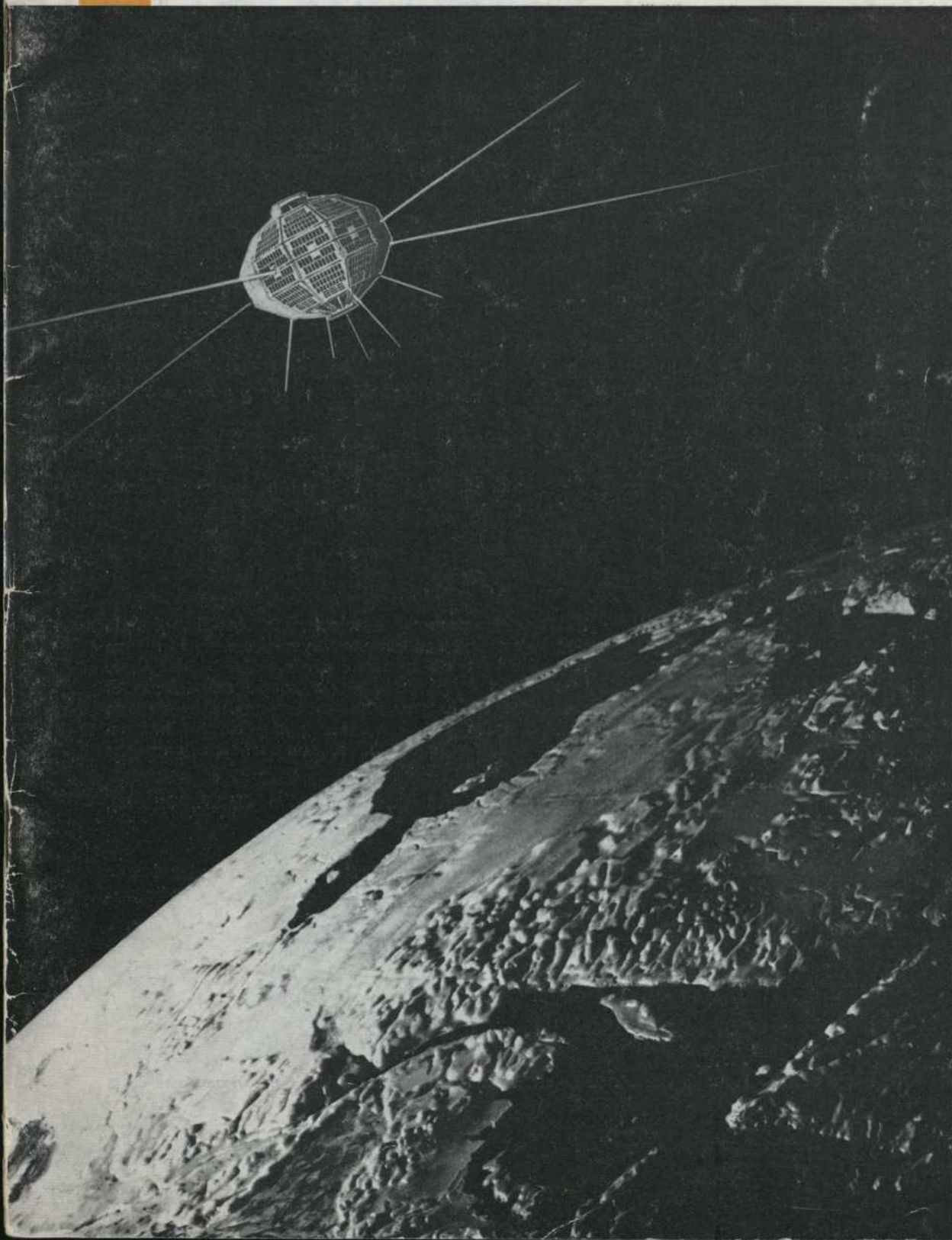
J-69
PER



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

ÉCOLE NORMALE CHAMPAGNAT



VOLUME 2
NUMÉRO 7
AVRIL 1964



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).

CONSEIL

président	Jean-Jacques Lussier président de l'Acfas
administrateur	Jean-Marie Beauregard directeur général de l'Acfas
directeur	Léo Brassard
conseillers	Réal Aubin Pierre Benoît Marc-Henri Côté Pierre Couillard Yves Desmarais Odilon Gagnon Hélène Kayler Lucien Piché Roland Prévost
secrétaire	Roger H. Martel

COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin
Jean R. Beaudry
Max Boucher
Samuel Brisson
Raymond Cayouette
Richard Cayouette
Louis-Philippe Coiteux
Pierre Couillard
Aimé-Onil Dépôt
André DesMarais
Gérard Drainville
Jean-Paul Drolet
Wilfrid Gaboriault
Olivier Garon
Hector Gravel
Maurice L'Abbé
Serge Lapointe
Aurèle La Rocque
Roméo O. Legault
Paul Lorrain
Maurice Panisset
Wladimir Paskievici
Adelphe-David Poitras
Roland Prévost
Adrien Robert

Volume II, no 7

avril 1964

SOMMAIRE

- 145 Tant qu'il y aura des étoiles... Les observatoires fédéraux du Canada
- 149 Actualité scientifique
- 150 Les particules fondamentales, 1^{er} article
- 154 Qu'est-ce que « la mécanique quantique » ?
- 156 La Lune est cartographiée
- 163 Le Merle américain, de l'oeuf à l'oisillon
- 165 La nouvelle carte des régions minières du Canada
- 166 Le dossier de l'exploration spatiale, 2^e et dernier article.

Photo-couverture : un dessinateur a ainsi imaginé la vue qu'aurait un astronaute voyageant dans la région ionosphérique où le satellite Alouette évolue. Cette photo veut rappeler la haute portée scientifique et technique de la conquête de l'espace. L'un de nos collaborateurs présente la 2^e partie de cet impressionnant « dossier de l'exploration spatiale », en pages 166-168 de ce numéro.

(Photo de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa).

abonnements

Abonnement individuel, un an : \$ 2.50. Abonnement de groupe-étudiants, soit 15 abonnements et plus à une même adresse : \$ 1.60 chacun. Vente au numéro : individuel, 35 cents ; groupe-étudiants, 25 cents. Abonnement à l'étranger : 3 dollars canadiens.

adresses

LE JEUNE SCIENTIFIQUE, C. P. 391, Joliette, Qué., Canada. (Collège de Joliette). Tél : 753-7466, ext. 33.
Secrétariat général de l'Acfas, C. P. 6128, Montréal 3, Canada. Tél : 733-9951, ext. 330.

notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'Acfas © Canada et Etats-Unis, 1962.
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

PER
5-69
3

Les observatoires fédéraux du Canada

Tant qu'il y aura des étoiles...

par Jean CARON

« Tant qu'il y aura des étoiles sous la voûte des cieux » les astronomes tenteront de percer les mystères de l'espace. Depuis les sages de la Chaldée et les prêtres de l'Égypte, les savants n'ont cessé de s'interroger; au début, ils travaillaient dans l'isolement, mais, au cours des siècles, ils ont senti le besoin de se rapprocher, de partager leurs découvertes. Aujourd'hui, ce sont les nations qui unissent leurs efforts pour expliquer la genèse et l'évolution de l'Univers. Le Canada, pour sa part, ne néglige rien pour participer activement à ce grand mouvement.

En effet, les Observatoires fédéraux du Canada, qui forment l'une des six Directions du ministère des Mines et des Relevés techniques, s'intéressent en particulier à l'astronomie et à l'astrophysique, ainsi qu'à trois branches de la géophysique : le *géomagnétisme*, la *gravité* et la *séismologie*.

La façade imposante de l'édifice principal de l'Observatoire fédéral à Ottawa.

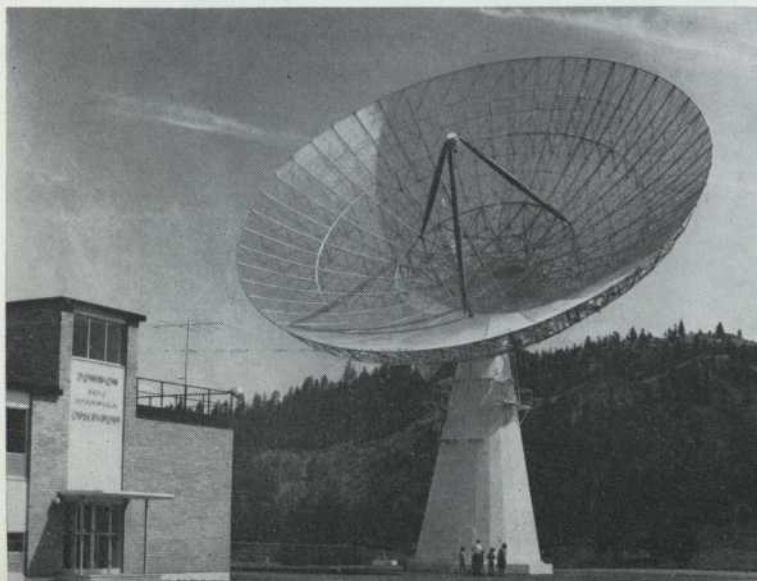




Un abri amovible protège la lunette de passages à réflexion conçue et réalisée par les astronomes de l'Observatoire fédéral d'Ottawa.



En haut : vue aérienne de l'antenne en forme de T du radiotélescope situé à proximité de Penticton, C.-B. Les bâtiments de même que le radiotélescope parabolique de 84 pieds sont au centre de la photo. En bas : l'antenne du radiotélescope parabolique de Penticton.



Les installations des observatoires constituent un réseau complexe qui s'étend d'un océan à l'autre. D'une façon générale, la Direction se compose de l'Observatoire fédéral d'Ottawa, de l'Observatoire fédéral d'astrophysique de Victoria, en Colombie-Britannique, du radio-observatoire d'astrophysique de Penticton, aussi en Colombie-Britannique, des observatoires de météores de Meanook et de Newbrook, en Alberta, ainsi que de multiples stations qui, à travers le pays, répondent à différents besoins.

Les travaux effectués aux observatoires fédéraux ont conduit à d'importantes réalisations. Mais les efforts soutenus des scientifiques canadiens sont trop souvent méconnus du public. Aussi, espérons-nous que les renseignements qui suivent permettront de jeter un peu de lumière sur ce majestueux laboratoire que deviennent alors les étoiles et la terre.

Astronomie de position

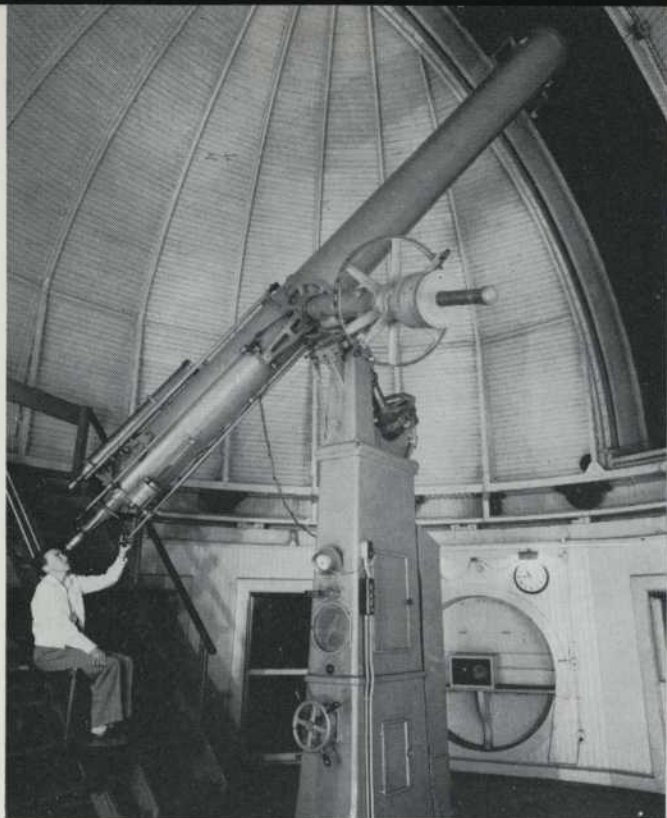
La détermination de la position exacte et du mouvement des étoiles dans le ciel relève de l'astronomie de position. Cette science est la pierre angulaire d'une bonne partie de la recherche astronomique.

Les membres du personnel de l'Observatoire fédéral d'Ottawa poursuivent régulièrement l'observation de milliers d'étoiles et publient ensuite le résultat de leurs travaux dans des catalogues appropriés. Les données ainsi recueillies servent ensuite à la détermination de l'heure précise, à la navigation, à l'arpentage et facilitent les recherches astronomiques de base. Il faut aussi préciser que ces observations représentent une contribution importante au programme international destiné à rendre plus complets nos catalogues d'étoiles de base afin de mieux connaître la dimension, la forme et l'évolution de notre galaxie.

Mais pour obtenir des renseignements de plus en plus précis, les astronomes doivent porter une attention toute spéciale aux instruments utilisés et, si possible, les améliorer.

C'est ainsi qu'après dix années de recherche et de mise au point, les astronomes de l'Observatoire fédéral d'Ottawa ont conçu et réalisé un nouvel instrument photographique appelé lunette de passages à réflexion, le premier de son genre au monde. Comparativement à la vieille lunette méridienne, le nouvel instrument permet de déterminer la position des étoiles avec beaucoup plus de précision et représente un apport important dans le domaine des instruments astronomiques.

L'Observatoire utilise aussi à Ottawa une lunette zénithale à chambre noire employée pour mesurer le temps et les latitudes astronomiques. Cet instrument



La lunette astronomique de 15 pouces, à l'Observatoire fédéral d'Ottawa, attire chaque année des milliers de visiteurs.

permet aux astronomes de mesurer une rotation donnée de la terre à quelques millièmes de seconde près.

L'Observatoire d'Ottawa est également chargé du service national de l'heure qui est relié au système international unifié depuis sa mise en vigueur en 1961. Les émetteurs de l'Observatoire fédéral, dont la station radiophonique CHU diffuse sur trois fréquences d'ondes courtes (14,670 kc, 7335 kc et 3330 kc), fonctionnent 24 heures par jour et une voix annonce l'heure à chaque minute. De plus, l'heure est transmise directement par fil aux chemins de fer, à Radio-Canada, à la Compagnie de téléphone Bell et à plusieurs laboratoires. Encore ici les astronomes doivent constamment apporter des améliorations à la détermination du temps, ce qui est un acquis important à notre époque de recherches spatiales.

Astrophysique

Les recherches en astrophysique portent notamment sur les météores, le soleil et la radioastronomie. Les renseignements obtenus peuvent devenir utiles dans des domaines aussi différents que les communications et la recherche nucléaire.

L'Observatoire fédéral d'Ottawa a entrepris une triple série d'études connexes sur les météores et les cratères creusés par les météorites : 1) photographie et



Logée dans un abri à toit amovible, en face de l'Observatoire fédéral d'Ottawa, la lunette zénithale à chambre noire est protégée à la fois contre l'éclat du soleil et les intempéries.

spectroscopie des météores à Ottawa ainsi qu'à Meenook et Newbrook, en Alberta; 2) observations sur toutes les pluies de météorites; 3) recherche méthodique de cratères fossiles.

Quant aux recherches sur le soleil, on poursuit à Ottawa la construction d'un magnétographe solaire, un instrument employé pour cartographier automatiquement la force des champs magnétiques aux environs des taches solaires.

La radioastronomie a franchi une importante étape à la suite de l'inauguration du radio-observatoire de Penticton, en Colombie-Britannique. L'antenne parabolique de 84 pieds de diamètre assure la réception sur de hautes fréquences. Le télescope consiste également en un assemblage d'antennes supportées par 1700 poteaux disposés en forme de T. Le télescope permet en particulier d'étudier les matières interstellaires.

D'importants travaux se poursuivent également à l'Observatoire d'astrophysique de Victoria, en Colombie-Britannique. Les observations se font à l'aide d'un télescope à miroir de 73 pouces muni d'un spectrographe, un instrument qui décompose la lumière de l'étoile et l'étale en un spectre dont les raies fournissent bien des renseignements sur la composition et l'état physique de l'étoile. De plus, la mise en service d'un nouveau télescope de 48 pouces, conçu par les hommes de science des Observatoires fédéraux, a permis au personnel de travailler de façon plus efficace.



Géophysique

Carte situant l'emplacement des divers observatoires fédéraux au Canada.

Géomagnétisme

L'une des tâches de la Division de géomagnétisme est de publier à tous les dix ans une série de cartes qui indiquent la direction et l'intensité du champ magnétique partout au Canada. Les cartes magnétiques sont d'un usage courant pour la navigation aérienne et maritime, pour fins d'arpentage et de génie civil et comme moyen de prospection géophysique.

Sept observatoires magnétiques enregistrent de façon continue les changements du champ magnétique 24 heures par jour. De plus, la Direction a établi un réseau d'une centaine de postes de relais répartis à travers le pays.

La majorité des renseignements qui paraissent sur les cartes magnétiques du Canada proviennent de levés effectués à l'aide du magnétomètre aéroporté à trois composantes mis au point par les scientifiques de la Direction et qui, jusqu'ici, a parcouru des milliers de milles.

Gravité

La mesure des variations de la gravité est essentielle à la solution des questions géodésiques relatives à la

forme véritable de la terre et à la compréhension des propriétés physiques de l'écorce terrestre.

C'est en 1946 qu'on a commencé à dresser des cartes gravimétriques au Canada sur une échelle régionale, mais ce n'est qu'en 1958 que l'on a entrepris une cartographie systématique en prenant des mesures à tous les huit ou dix milles de distance. Grâce aux méthodes de plus en plus améliorées et au nombre toujours accru d'équipes sur le terrain, il est probable que le réseau gravimétrique préliminaire du Canada soit complété au cours de la présente décennie.

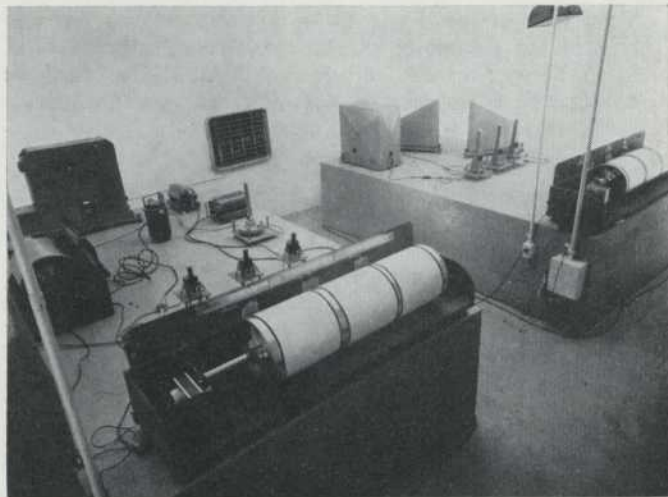
Séismologie

Dans le monde entier, il incombe avant tout aux investigateurs des séismes d'en localiser l'épicentre. Ce travail exige la mise en commun de renseignements reçus de stations dispersées dans le monde entier. Pour faire sa part, le Canada a commencé en 1958 à intensifier et à moderniser son réseau de stations sismiques. On compte actuellement 17 stations de premier ordre, deux de second ordre, et on projette d'en construire neuf de la première catégorie.

La sismologie constitue le moyen d'investigation le plus puissant dont nous disposons actuellement pour l'étude de l'intérieur du globe. Ainsi, en plus de publier des bulletins sur les tremblements de terre et de collaborer avec ceux qui s'y intéressent, l'Observatoire participe à l'étude de la partie supérieure du manteau en envoyant chaque année de nombreuses équipes sur le terrain.

L'Observatoire a également créé une Division dont le but est de mesurer le flux de la chaleur terrestre. Tout près de l'Observatoire d'Ottawa, les scientifiques ont foré un trou dans lequel ils ont pris plusieurs mesures de température; cette étude se poursuivra pendant plusieurs années afin de trouver le taux où l'équilibre s'établit. Il est très important, si on veut savoir ce qui se passe à l'intérieur de la terre, de déterminer à quelle vitesse la chaleur s'en échappe. On croit que cette nouvelle Division pourra forer des trous à différents endroits et établir une carte d'écoulement de la chaleur pour tout le pays.

Nous n'avons malheureusement pu que jeter un coup d'oeil sur cette vaste entreprise que constituent les Observatoires fédéraux du Canada. On pourrait en effet écrire des pages et des pages sur les multiples travaux qu'on y effectue et les nombreux projets qu'on y échafaude. Les lignes qui précèdent permettront cependant au lecteur de constater que les scientifiques



La voûte sismique de l'Observatoire d'Ottawa, dont on voit ici l'intérieur, fait partie d'un réseau de stations sismiques qui s'agrandit constamment.

canadiens se sont merveilleusement acquittés de leur tâche jusqu'ici. Mais l'avenir exige des recherches de plus en plus approfondies : aussi les scientifiques d'aujourd'hui comptent-ils sur les scientifiques de demain.

Actualité scientifique

par Roland PRÉVOST

L'oeil d'un insecte nocturne. Le professeur C. G. Bernard, biologiste de Stockholm, fut bien étonné, récemment, en étudiant des photos d'un oeil d'une « mite » ou sorte de Teigne nocturne, prises au microscope électronique. Loin d'être absolument lisse, la surface de la cornée était formée de protubérances coniques, arrangées de façon hexagonale. Des expériences révélèrent qu'il ne s'agit pas là d'un phénomène accidentel, mais bien d'un moyen de réduire la réflexion de la lumière, donc d'accroître la vision sur une gamme étendue de longueurs d'ondes.

Une association nationale de clubs scientifiques. En France, l'Association nationale des Clubs scientifiques a été créée, présidée par M. Louis Couffignal. « Cette association privée — écrit *Le Monde* — s'est donnée pour but de fournir aux jeunes désireux de se grouper

pour effectuer des expériences scientifiques, les conseils dont ils pourraient avoir besoin. Son action restera une aide, non un encadrement, pour conseiller et diriger les jeunes ». Il est question d'un journal trimestriel. Signalons aussi un fait exceptionnel : M. Gaston Palewski, ministre des Affaires scientifiques, et de hautes personnalités ont reçu un groupe de lycéens intéressés aux sciences. *Le Monde* écrit encore : « L'attention s'est trouvée une fois de plus attirée par la variété des motifs qui poussent les élèves à se tourner vers les disciplines scientifiques et par les difficultés que soulève, pour nombre d'entre eux, le choix d'une carrière nettement définie. »

Un important contrat à la RCA Victor de Montréal. Les laboratoires de la *RCA Victor Company Ltd* de Montréal, universellement connus

pour leur participation à la construction de plusieurs satellites expérimentaux, y compris l'Alouette, ont été chargés par la NASA américaine et le Canada de construire un poste de communication de satellites près de Halifax. Ces laboratoires prépareront et construiront la plus grande partie des instruments électroniques. Ce « Poste » devra être complété pour l'automne 1965. Ce nouveau poste sera construit pour le Département des Transports et marquera l'entrée du Canada dans le domaine du développement des communications de l'espace. Il sera chargé de nouvelles possibilités de relais dans l'espace, de la voix, de la télévision, du fac-similé et de la transmission d'éléments d'information. Parmi les caractéristiques techniques de ce « poste », l'on remarque une antenne munie d'un dôme semi-elliptique de 120 pieds de diamètre.

Voici le premier d'une série de trois articles qui décrivent les particules ou les « éléments ultimes » de la matière. L'article intitulé « ATOMIQUE », dans le numéro de mars dernier, servait d'introduction à cette série.

Les particules fondamentales

1er article

par Serge LAPOINTE

De quoi la matière est-elle faite ? D'atomes, bien entendu. Ces atomes sont eux-mêmes composés de particules élémentaires : un noyau, formé de protons et de neutrons, autour duquel tournent des électrons.

Puis d'autres particules sont apparues sur la scène de l'Univers physique; on a préféré les dénommer *particules fondamentales* plutôt qu'élémentaires, parce qu'elles ne sont pas toujours, d'une façon simple et directe, des éléments constitutifs de la matière.

Nous essaierons, dans ce qui suit, de décrire le plus simplement possible la nature de toutes ces particules et la place qu'elles occupent pour le physicien dans l'Univers. Malgré quelquefois les apparences et l'allure progressive du récit, il ne s'agit pas ici d'un exposé historique : l'ordre suivi dans l'enchaînement des connaissances est un ordre logique arbitraire qu'il est possible de déceler *a posteriori* dans ce domaine.

Depuis les temps les plus reculés, l'homme a cherché à comprendre et à décrire la matière qui le constitue et qui l'entoure. Cette recherche a pris plusieurs formes. L'une d'elles est la physique. Cette science s'est donnée pour objet d'expliquer le comportement de la matière. Au cours des âges, le physicien a été amené à distinguer, parmi les multiples visages que lui pré-

sentait la Nature, plusieurs grandes classes de propriétés ou phénomènes. C'est ainsi que l'étude du mouvement des corps et des lois physiques qui le régissent a donné naissance à la branche qu'on appelle la MÉCANIQUE. L'étude du son a formé l'ACOUSTIQUE; celle de la lumière, l'OPTIQUE. La THERMODYNAMIQUE a pour objet l'étude de la chaleur et de l'énergie. Puis l'ÉLECTRICITÉ a vu le jour avec l'étude systématique des charges et des courants électriques.

Mais, à force d'approfondir ces différentes branches, on s'est rendu compte qu'elles se rejoignaient à la base et qu'elles exigeaient toutes, pour être bien comprises, une connaissance de la composition ou de la structure de la matière.

L'étude de la structure de la matière, et du rôle qu'elle joue dans les divers phénomènes physiques, forme donc bien le sujet central de la physique et c'est elle qui retient principalement l'attention des physiciens depuis une soixantaine d'années.

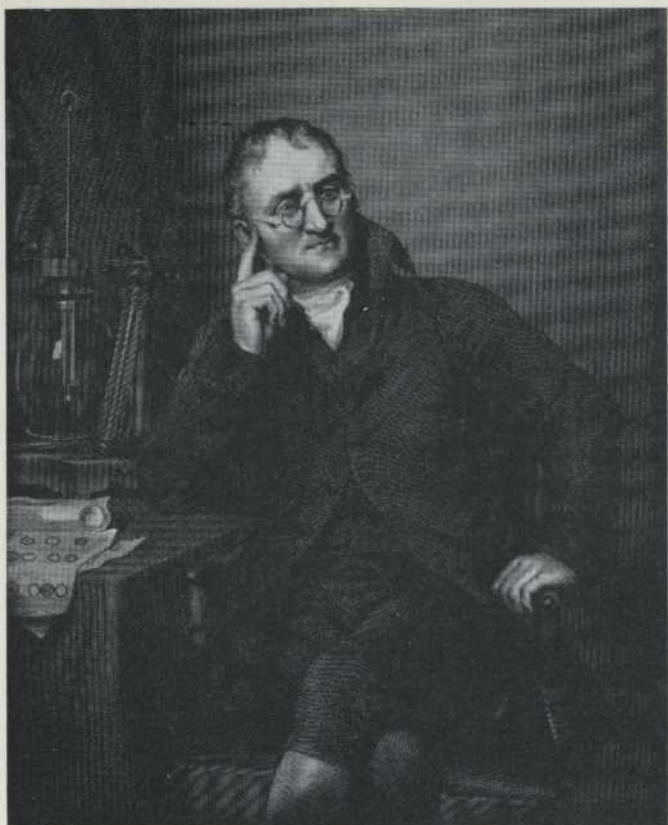
Période classique

Depuis l'antiquité on recherchait les constituants ultimes de la matière. Démocrite avait imaginé que toute matière était au fond composée de particules élémentaires auxquelles il donne le nom d'atomes. On peut dire qu'il s'agissait là du début de la *philosophie atomique*.

C'est au chimiste Dalton qu'on doit le concept scientifique de l'atome et c'est à lui qu'il faut attribuer la paternité de la *physique atomique*. Il démontra en effet, au moyen des méthodes expérimentales et du raisonnement scientifique habituel que la matière était composée de particules indivisibles qu'il appela lui aussi atomes. Il montra également qu'il existe plusieurs espèces différentes d'atomes. On donne à chaque espèce le nom d'élément chimique. On connaît aujourd'hui une centaine de ces éléments : l'oxygène, l'azote, le carbone, le fer, le cuivre, l'or, etc.

Ces atomes de Dalton constituaient les particules élémentaires du temps. C'était en effet les éléments ultimes auxquels aboutissait toute analyse de la structure de la matière.

Peu après, la théorie cinétique des gaz de Maxwell et de Boltzmann connaissait un succès retentissant. On arrivait en effet à expliquer les propriétés des gaz, comme la pression, le volume, la température, en supposant qu'ils étaient composés de molécules ou groupes d'atomes liés les uns aux autres, animés de grandes vitesses de translation dans tous les sens. Ceci constituait une preuve de plus de la composition atomique de la matière.



John DALTON, 1766-1844, chimiste anglais à qui l'on doit le concept scientifique de l'atome. C'est également à lui qu'il faut attribuer la paternité de la physique atomique.

L'électron

Une découverte allait modifier sérieusement cette conception des choses et ouvrir la voie à la physique atomique moderne.

On connaissait bien, vers la fin du dix-neuvième siècle, les propriétés des divers éléments et en particulier la masse des différentes sortes d'atomes. Or le physicien anglais J.J. Thomson, au cours de ses expériences sur le passage des courants électriques à travers les gaz, découvrit une nouvelle particule de matière, l'électron. On s'aperçut rapidement que l'électron était arraché à un atome du gaz et que sa masse était plusieurs milliers de fois plus petite que celle de l'atome.

L'atome de Dalton n'était donc pas indivisible et il n'était pas non plus l'ultime constituant de la matière. L'atome se brisait dans le tube à décharge de Thomson en électron et en ion positif, l'ion positif étant ce qui reste de l'atome après le départ de l'électron, phénomène appelé ionisation. Sa charge électrique est positive naturellement, puisque celle de l'électron est négative et que l'atome est électriquement neutre. Sa masse est à peu près égale à celle de l'atome, puisque celle de l'électron est plusieurs milliers de fois plus petite. (Voir figure 1).

Le proton

On s'aperçut bientôt que le plus petit ion positif était celui qui était produit par l'ionisation de l'hydrogène. On constata également que la masse des autres ions positifs, ceux de l'hélium, du néon, de l'oxygène, de l'azote, etc., était un multiple entier de la masse de l'ion d'hydrogène. On conclut donc que tous les ions positifs étaient formés d'un certain nombre d'ions d'hydrogène.

On donna à cet ion d'hydrogène le nom de *proton*.

On était donc, au début du vingtième siècle, en présence de deux nouvelles particules élémentaires, l'électron et le proton. L'analyse de la matière ne s'arrêtait donc plus à l'atome de Dalton. Celui-ci pouvait être ionisé, brisé dans le tube à décharge en deux parties, un électron et un ion. L'ion à son tour pouvait être décomposé par l'esprit en un certain nombre de protons.

Le proton et l'électron sont restés jusqu'à nos jours de véritables particules élémentaires. Elles forment chacune un tout indivisible et elles sont les éléments essentiels dont toute matière est formée.

L'atome nucléaire

L'atome de Thomson, que nous allons maintenant quitter, était donc une petite sphère composée d'un nombre égal de protons et d'électrons afin de former un édifice électriquement neutre. La masse de l'atome était essentiellement donnée par la somme des masses de ses ions d'hydrogène ou protons, puisque la masse des électrons est si petite et donc pratiquement négligeable.

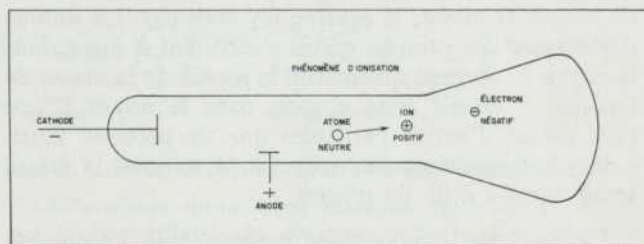


Fig. 1. Tube à décharge de Thomson.

Cathode : électrode affectée d'un potentiel électrique négatif. **Anode** : électrode affectée d'un potentiel électrique positif.

Dans le tube à décharge, l'**ionisation** (voir texte) d'un atome neutre se produit à la suite d'une collision entre cet atome et un électron libre ou un autre ion positif accélérés dans le champ électrique produit par les électrodes.



Ernest RUTHERFORD, 1871-1937, physicien anglais. Prix Nobel 1908.

Les expériences de diffusion de Rutherford changèrent d'une façon importante cette conception de l'atome. Rutherford montra en effet, d'une façon magistrale, que l'atome n'est pas une sphère de masse uniforme mais au contraire une sphère pratiquement creuse, vide. Comme chacun sait maintenant, on trouve au centre de l'atome un noyau, cent mille fois plus petit que les dimensions extérieures de l'atome, possédant une charge électrique positive et pratiquement toute la masse de l'atome. Ce noyau est, par conséquent, entouré d'un nuage de particules légères et négatives, c'est-à-dire d'électrons, de telle sorte que l'ensemble de l'atome soit électriquement neutre.

Quant à la composition du noyau lui-même, on devait se convaincre par la suite qu'il ne contenait pas d'électrons. Comme il contenait un certain nombre de charges électriques élémentaires positives, on supposa qu'il était composé d'autant de protons. Mais, du point de vue de la masse, le compte n'y était pas. La somme des masses des protons qu'on s'accordait à loger dans le noyau ne formait qu'environ la moitié de la masse de l'atome. Il devait donc y avoir dans le noyau à peu près autant d'autres particules que de protons, particules électriquement neutres celles-là, et dont la masse serait égale à celle du proton.

La voie était maintenant ouverte à la découverte du neutron.

Le neutron

Un physicien anglais, nommé Chadwick, découvrit en effet, en 1932, au cours d'une série d'expériences maintenant célèbres, une nouvelle particule, électriquement neutre, ayant la masse voulue. On l'appela le *neutron*.

Il semblait bien à ce moment-là qu'on fut rendu au bout de nos analyses sur la structure de la matière, et dans un sens on l'était. On connaissait les trois particules élémentaires, indivisibles qui suffisaient en un sens, à expliquer la composition de la matière. Il ne restait plus qu'à approfondir l'étude de leurs propriétés et de leur rôle dans l'atome.

L'atome de Bohr

La découverte de l'atome de Bohr précède celle du neutron. Il devrait donc être évident pour le lecteur qu'il ne s'agit pas dans cet article d'une description historique ou chronologique de l'évolution des concepts qui ont donné naissance aux particules de la physique, mais bien plutôt d'une sorte de présentation logique, plus ou moins arbitraire d'ailleurs, qu'on est amené à faire *a posteriori* pour les introduire.

Donc l'étape suivante pour nous est celle au cours de laquelle on fouille la structure de l'atome. Les travaux de Niels Bohr s'imposent tout de suite à l'esprit ainsi que le modèle planétaire de l'atome auquel son nom reste attaché.

A la suite de ces travaux, l'atome est formé d'un tout petit noyau positif et massif, constitué de protons et de neutrons en nombre presque égaux, autour duquel tournent des électrons sur des orbites circulaires et elliptiques de différentes grandeurs, ayant diverses orientations dans l'espace et groupées en couches de plus en plus grandes. (Voir *figure 2*).

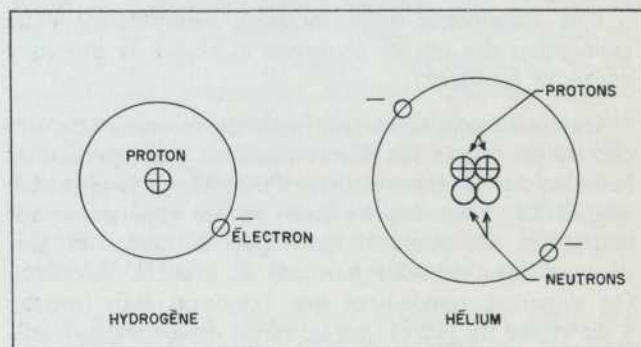


Fig. 2. Modèles de Bohr.

Cet atome, combiné avec les lois nouvelles de la « mécanique quantique », est capable d'expliquer en particulier les spectres optiques et les propriétés des rayons X.

Le lecteur qui désire comprendre ce que l'on entend par « mécanique quantique » voudra bien lire les explications qu'en donne l'auteur de cet article, en pages 154-155.

Le photon

Au milieu de ces théories sur l'atome, une nouvelle particule fait son apparition, c'est le *photon*. Bohr en effet montre que, lorsqu'un électron du cortège atomique fait un saut pour passer d'une orbite plus grande à une orbite plus petite, il perd de l'énergie et cette énergie apparaît à l'extérieur de l'atome sous forme d'une particule, le photon. (Voir *figure 3*). L'ensemble des photons émis par un groupe d'atomes constitue le faisceau de lumière que l'oeil voit sortir d'une source lumineuse.

L'effet photoélectrique montre à son tour que la lumière est bien composée de photons. L'effet photoélectrique est le phénomène qui se produit lorsqu'un faisceau lumineux tombe sur une surface métallique et lui arrache des électrons, (voir *figure 4*). Einstein fut le premier à expliquer ce phénomène en supposant que la lumière incidente n'est pas autre chose qu'une grêle de photons.

Le photon était donc bien là pour y rester. C'est une particule indivisible, et dans un sens on peut dire qu'il s'agit d'une particule élémentaire; la matière n'est sans doute pas composée de photons comme tels, mais les relations entre la lumière et la matière sont si intimes qu'on peut considérer le photon comme une particule constituante et donc élémentaire. De toutes façons, il suffit d'inclure la lumière avec la matière, ce qui est un procédé parfaitement naturel et légitime, pour faire du photon une quatrième particule élémentaire.

La mécanique quantique montra d'ailleurs par la suite que le photon joue un rôle très important dans la structure de la matière, celui qu'on pourrait appeler de ciment atomique. En effet, les parties de l'atome et

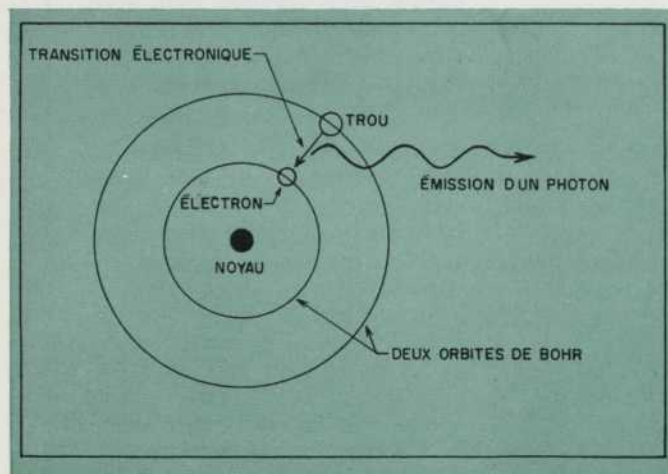


Fig. 3. Emission d'un photon d'après la théorie de Bohr.

les atomes entre eux sont retenus ensemble par des forces électriques. Or le véhicule de la force électrique c'est le photon. La mécanique quantique conçoit l'interaction électrique, ou la force électrique, entre deux particules chargées comme un jeu de balle. La balle échangée entre les deux particules électriques, et qui constitue le lien ou la force électrique entre elles, c'est le photon, (voir *figure 5*).

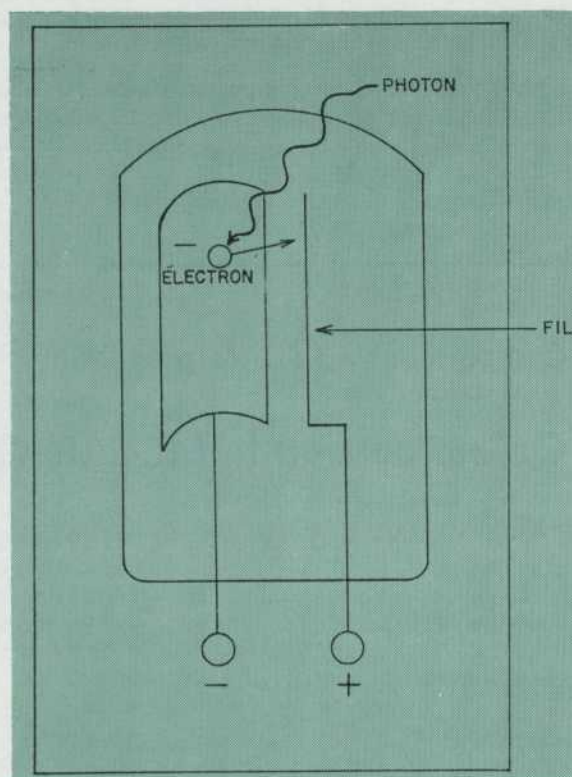


Fig. 4. Effet photoélectrique.

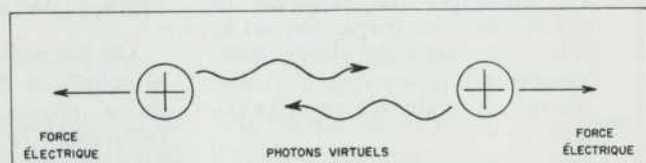


Fig. 5. Interaction entre deux charges électriques.

L'interaction entre deux charges électriques se fait par l'intermédiaire de photons virtuels. Ces photons sont émis et réabsorbés très rapidement, en un temps de l'ordre de 10^{-21} seconde. Cet échange de photons entre les deux charges donne naissance à la force électrique. Ces photons sont appelés **virtuels** pour les distinguer des photons **réels** qu'on trouve dans un faisceau lumineux. Ils ont une existence trop courte pour qu'on puisse les détecter au cours d'une expérience. Ils peuvent toutefois se détacher de la charge et apparaître à l'état réel, si l'on retire la charge de sa position assez brusquement; d'où leur nom de **photons virtuels**.

Les photons ainsi échangés entre les particules sont appelés virtuels par opposition aux photons réels qu'on trouve dans un faisceau lumineux. Ce sont des photons au même titre que les autres mais ils ont une existence tellement furtive qu'on ne peut pas les déceler au cours d'une expérience; ils sont émis et réabsorbés en un temps de l'ordre de 10^{-21} seconde. Ils peuvent toutefois se détacher de la charge et apparaître à l'état réel, si l'on retire la charge de sa position assez brusquement; d'où leur nom de photons virtuels.

Le photon est une particule neutre, c'est-à-dire dont la charge électrique est nulle; ceci est dû au fait qu'il

doit servir de véhicule à la force électrique entre toutes les particules électriques chargées, indifféremment, quelle que soit leur charge, positive ou négative.

On sait par ailleurs que la force électrique est une force à longue portée, c'est-à-dire que son action peut se faire sentir jusqu'à de très grandes distances. Le véhicule de la force, ou le photon, doit donc parcourir de grandes distances rapidement; c'est pourquoi sa masse est nulle et qu'il se déplace à la plus grande vitesse possible, celle de la lumière.

Complément à l'article précédent :

par Serge LAPOINTE

Qu'est-ce que la MÉCANIQUE QUANTIQUE?

Cette branche moderne de la physique joue un rôle de toute première importance dans le domaine des particules fondamentales. Nous allons donc chercher brièvement à en décrire le contenu à l'intention du lecteur qui rencontre cette expression pour la première fois.

Nous avons vu plus haut que la MÉCANIQUE est l'ensemble des lois physiques qui régissent le mouvement des corps. Depuis le début du vingtième siècle, cette branche de la physique s'est vue elle-même subdivisée en deux rameaux.

D'une part on trouve la MÉCANIQUE dite CLASSIQUE, inventée par Newton au début du dix-septième siècle. Tous les corps macroscopiques ou de grandes dimensions obéissent, dans leurs mouvements, à cette mécanique classique et à ses lois : les planètes qui gravitent autour du soleil, les automobiles qui roulent sur la grand-route, les boules de billard qui s'entre-choquent sur le tapis vert, et même les particules de poussière qui glissent sur un rayon de soleil.

Par contre, pour décrire les mouvements des particules de matière encore plus petites, comme les atomes, les électrons, les protons et les neutrons, on a trouvé, au début du vingtième siècle, que la mécanique classique ne suffisait pas, et qu'il fallait inventer une nouvelle mécanique. On donna à celle-ci d'abord le nom de mécanique ondulatoire, puis finalement celui de MÉCANIQUE QUANTIQUE.

On pourrait dire que la notion principale à être modifiée lorsqu'on passe de la mécanique classique à la mécanique quantique est celle de *trajectoire*. En effet, une boule de billard décrit une trajectoire précise qu'on peut observer et dessiner à la craie sur le tapis vert. Au contraire, pour un électron, par exemple, bien qu'on puisse le considérer comme une particule ponctuelle et bien qu'il décrive, par conséquent, une trajectoire définie, selon la mécanique classique, cette trajectoire n'a pas d'intérêt ni de sens aux yeux de la mécanique quantique, puisqu'il est théoriquement absolument impossible de l'observer.

En effet, si on l'observe par des moyens physiques, on la modifie; si on utilise par exemple de la lumière pour « voir » l'électron, cette lumière, lorsqu'elle touche l'électron pour vérifier sa position, repousse l'électron hors de sa trajectoire initiale. Le renseignement que nous donne la lumière sur la position de l'électron n'est donc pas valable, puisque l'électron n'est plus à l'endroit où l'a trouvé la lumière, lorsque cette dernière vient nous communiquer son information, et que, de plus, il a maintenant pris une orientation toute nouvelle et qu'on ignore.

Comme on vient de le voir, il n'est donc pas possible, même théoriquement et en principe, de faire abstraction de l'observation et de la mesure, au moment où l'on veut faire une théorie de l'objet matériel. Il résulte en fait de ceci un principe, appelé *principe d'incertitude*, ou principe d'Heisenberg (du nom de son auteur) qui est la clef de voûte de la mécanique quantique. Ce principe dit qu'on peut mesurer, en principe, avec autant de précision qu'on le désire, seulement la

position ou seulement la vitesse de l'électron, mais pas les deux à la fois.

Plus exactement, le produit de l'incertitude sur la vitesse Δv , par l'incertitude sur la position Δx est proportionnel à la constante de Planck h :

$$\Delta v \cdot \Delta x \propto h$$

(le signe \propto indique la proportionnalité).

Il faut donc remplacer la trajectoire par quelque chose d'autre. Le physicien français Louis de Broglie a eu l'idée d'associer une onde à chaque particule. L'intensité de cette onde est proportionnelle à la probabilité de trouver la particule en un certain endroit : là où l'onde est intense, la probabilité de trouver la particule est grande; là où l'intensité de l'onde est faible, la probabilité est petite. On a donc ainsi remplacé la trajectoire classique par quelque chose de plus flou qui est mieux adapté aux particules atomiques. On donne quelquefois à cette onde de de Broglie le nom d'*onde pilote*. Ce nom est assez approprié puisque l'onde en effet pilote la particule, pour ainsi dire, vers les régions de plus grande probabilité.

Schrödinger a montré par la suite que cette onde devait obéir à une certaine équation mathématique. C'est ainsi qu'il fonda la mécanique quantique. Il suffit en effet maintenant de résoudre l'équation de Schrödinger pour trouver l'onde d'un système atomique et connaître ainsi son mouvement et toutes ses propriétés.

Il découle, du bref exposé qui précède, qu'il appartient à la mécanique quantique, et à elle seule, d'expliquer rigoureusement les propriétés des systèmes de dimensions atomiques, comme par exemple les particules fondamentales.

On pourrait se demander, en terminant ce paragraphe, si les dimensions du système considéré constituent le seul critère pour choisir entre la mécanique de Newton et la mécanique de Schrödinger. La réponse semble devoir être affirmative. Il semble en effet, à l'heure actuelle, que la mécanique quantique soit valide jusque dans les dimensions les plus petites qu'on ait pu explorer, atome, noyau, proton et même structure interne du proton.

Par contre, il est parfaitement légitime de se demander si la mécanique de Newton est encore valide pour les systèmes très

grands, comme les galaxies ou les amas de galaxies. La preuve définitive n'en est certainement pas encore faite. Toutefois, c'est la mécanique classique qu'on utilise présentement dans ce domaine et qu'on utilisera tant que les observations expérimentales ne nécessiteront pas, pour être expliquées, une autre mécanique nouvelle.

Il est intéressant de remarquer, finalement, que la mécanique, classique ou quantique, joue, vis-à-vis de la physique, un peu le même rôle que la grammaire joue vis-à-vis de la langue, un rôle de structure. En effet, la mécanique régit le mouvement des corps, quels que soient les phénomènes physiques en cause : qu'il s'agisse de deux sphères métalliques chargées d'électricité, qui s'attirent ou se repoussent, ou qu'il s'agisse de la force de la pesanteur que le soleil exerce sur une planète, les mouvements résultants obéiront aux lois de la même mécanique. Il s'agit pourtant là de deux phénomènes physiques très différents : l'un électrique, l'autre gravitationnel.

De même, la mécanique quantique s'applique à des contenus physiques fort différents : l'atome, le noyau et les particules fondamentales.

ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE — suite

Les nouvelles collections de roches et minéraux. Depuis le début de décembre 1963, la Commission géologique du Canada — une Direction du ministère des Mines et des Relevés techniques d'Ottawa — présente au public canadien ses populaires collections de roches et de minéraux dans un nouvel emballage, à la fois attrayant et plus commode. Une mince pellicule de matière plastique recouvre les échantillons qui sont disposés dans un minimum d'espace sur le fond intérieur de la boîte. On trouve également des instructions sur la façon d'enlever à

volonté et d'étiqueter les divers spécimens. Enfin, les échantillons sont numérotés et on peut les identifier à l'aide de la liste-clé qui accompagne chaque collection.

Une fois préparé, on peut accrocher l'ensemble au mur ou en disposer autrement sans déranger les échantillons. La *collection de minéraux* comprend 36 échantillons, tandis que la *collection de roches* en compte 35. Au cours de l'année 1963, le nombre total des commandes des deux collections a dépassé 8,000, ce qui représente environ 8 tonnes

de roches et minéraux. La Commission géologique du Canada recueille les échantillons, apprête et distribue les collections à titre de service au public depuis plus de 30 ans. Le *prix de \$2.00* qu'on demande pour le nouvel emballage de chaque collection est en réalité inférieur à ce qu'il en coûte pour la préparation. Les personnes intéressées obtiendront plus de détails en s'adressant à la *Commission géologique du Canada, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa, Ontario*.

La Lune est cartographiée

Renseignements compilés par Bernard V. GUTSELL

Depuis l'invention de la lunette astronomique par Galilée en 1609, les savants ont constamment poursuivi l'étude de la surface de la Lune alors que les astronomes ont tenté d'en donner la description. En 1647, Jean Hévélius, astronome allemand, publiait la première carte de la Lune. Son oeuvre, intitulée *Sélénographie*, renferme des cartes d'une précision étonnante qui lui ont valu le titre d'initiateur de la cartographie lunaire. Il a donné à certains accidents caractéristiques des noms tirés de la géographie et de la mythologie. Plus tard, dans son *Almagestum Novum*, Riccioli a imaginé une méthode pour identifier les accidents topographiques de moindre importance, auxquels il a donné les noms d'astronomes et de philosophes connus. Sa nomenclature est encore en usage de nos jours. Croyant que les grandes taches noires que l'on aperçoit sur la surface de la Lune étaient des étendues d'eau, Galilée leur a donné le nom de mer, même si depuis ce temps les savants ont établi avec certitude l'absence d'eau sur la Lune.

C'est la raison pour laquelle plusieurs de ces accidents portent encore de nos jours les noms de mer des Pluies, mer de la Sérénité et océan des Tempêtes. L'avènement de la photographie à grand pouvoir de séparation a donné une nouvelle impulsion à la cartographie lunaire et, depuis la fin du dix-neuvième siècle, plusieurs atlas photographiques de la Lune ont été publiés. Puiseux et Loewy, de l'Observatoire de Paris (1896), ont publié l'un des plus beaux atlas qui soient. La haute qualité de l'ouvrage en fait une oeuvre d'une valeur inestimable, et ce, en dépit des progrès récents réalisés dans le domaine de la photographie astronomique; de nos jours, encore, plusieurs cartes topographiques sont fondées sur les photographies prises par Puiseux et par Loewy. L'atlas le plus récent (*Photographic Lunar Atlas*), publié en 1960 par l'u-

niversité de Chicago, renferme des photographies prises aux observatoires du mont Wilson, du Pic du Midi, de Lick, McDonald et Yerkes.

En 1925, peu après la prise des très belles photographies de la Lune à l'aide du télescope de 100 pouces du mont Wilson, l'Institut Carnegie de Washington décida d'entreprendre l'étude de la surface lunaire et institua à cette fin un comité de savants. L'une des premières décisions du comité fut d'encourager l'établissement des cartes détaillées de la Lune, afin de pouvoir coordonner les recherches et en diffuser les résultats. Au cours de la même période, l'URSS, le Royaume-Uni et la France ont pris une part active aux travaux de cartographie lunaire.

La mise en orbite autour de la Terre du premier satellite occupé par un homme a marqué la naissance de l'ère de l'Espace. Du coup, l'envoi d'astronautes sur la Lune entrainait dans le domaine des possibilités et rendait également plus impérieuse l'étude détaillée de cette planète. Aux Etats-Unis, des organismes de l'Armée et de l'Aviation ainsi que le *U.S. Geological Survey* se sont mis à la tâche et ont entrepris un vaste programme de cartographie de la Lune.

QUELQUES RENSEIGNEMENTS SUR LA LUNE

Les mouvements de la Lune, sa grosseur et ses caractéristiques physiques sont tous reliés au problème de sa cartographie. La Lune, satellite de la Terre, se déplace sur une orbite elliptique dont la distance varie de 221,463 à 252,710 milles. Elle prend 27.32 jours pour compléter une orbite et faire un tour complet sur son axe, de sorte qu'elle présente toujours la même face à la Terre. En tournant autour de la Terre, elle oscille sur son axe d'environ 7° de chaque côté (libration en longitude), si bien qu'avec le temps les observateurs peuvent voir de chaque côté une portion plus grande. Elle oscille aussi de 6° en latitude et on peut

en fait voir 59 p. 100 de la surface lunaire. Ce phénomène de la libration a rendu possible la prise de photographies stéréoscopiques qui ont permis la mise en application des méthodes photogrammétriques terrestres pour cartographier la Lune.

Le diamètre de la Lune est de 2,160 milles et celui de la Terre, de 7,900 milles. Sa surface totale représente environ 1/13 de celle de la Terre, mais sa superficie visible ne dépasse guère celle de l'Amérique du Nord. La densité de la Lune est de 0.6 et l'attraction à sa surface est 1/6 de celle de la Terre. La Lune se meut dans un vide presque parfait et ne possède donc pas d'atmosphère, parce que l'attraction y est trop faible pour retenir les gaz légers comme l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, l'hélium et l'ammoniac. Et puisqu'il n'y a pas d'atmosphère pour protéger la surface de la Lune des ardeurs du Soleil durant le jour, ou pour conserver la chaleur durant la nuit, les écarts de la

Photo de la Lune : les régions sombres sont appelées des « mers » et les taches circulaires sont des cratères, probablement d'origine météorique. Le grand cratère Tycho, dans le bas de la photographie, (pôle sud), mesure plus de 50 milles de diamètre et ses remparts massifs s'élèvent à plus de deux milles au-dessus du fond du cratère.

température sont très grands, de 134°C à -121°C. Par conséquent, il ne saurait y avoir de vie telle que nous la connaissons. L'absence d'atmosphère produit d'autres effets : ainsi, il n'y a pas de brouillard ou d'autres phénomènes atmosphériques pour adoucir les contours des objets à la surface. Les accidents du terrain et les ombres qu'ils projettent sont d'une clarté et d'une précision presque parfaites. Le son tout comme l'aurore sont des phénomènes inexistantes sur la Lune, d'une part, parce que l'absence d'air ne permet pas de propager les vibrations et, d'autre part, parce qu'il n'y a pas d'atmosphère qui puisse s'illuminer avant que le Soleil ne paraisse au-dessus de l'horizon. Le jour et la nuit viennent donc d'une façon soudaine.

Devant l'absence d'eau et de vent, il ne peut se produire d'érosion à la surface de la Lune et, par conséquent, la topographie est demeurée sensiblement la même.

Sélénologie et sélénographie

On ne pourra déterminer avec exactitude la composition des roches de la Lune que le jour où l'homme aura réussi à en rapporter des échantillons. On a pu cependant étudier leurs caractéristiques physiques, à



l'aide des télescopes ordinaires et des radiotélescopes, et aussi analyser leurs propriétés photométriques, à l'aide de microdensitomètres qui enregistrent les caractéristiques relatives de réflexion de la surface de la Lune.

La Lune semble être formée de roches siliceuses et ignées semblables à celles qui existent sur la Terre, de roches sédimentaires formées de couches de poussières produites lors d'explosions ou de chutes de météorites, et aussi d'un peu de cendres volcaniques.

On a provisoirement divisé les roches de surface en trois formations d'âge pré-marin, marin et post-marin. Les plus vieilles, ou roches d'âge pré-marin, seraient semblables, par leur composition, aux aérolithes pierreuses. Ces roches auraient été désagrégées au cours des âges par des milliers d'explosions survenues lors de la chute de météorites qui ont parsemé de cratères la surface de la Lune. Ces matériaux peuvent parfois se présenter sous forme de brèches composées de fragments fondus ou consolidés et recouverts çà et là de fins matériaux éjectés lors des explosions.

Les roches d'âge marin qui forment le fond des « mers » sont probablement des coulées de lave constituées de couches de basalte dont l'épaisseur pourrait atteindre plusieurs milliers de pieds. Elles forment des plaines relativement plates qui s'étendent sur des milliers de milles carrés. Là où le sol ondule doucement, il est criblé de craterlets, de collines peu élevées (50 à 400 pieds de hauteur), de larges crevasses et parfois de pics rocheux.

Les roches d'âge post-marin sont surtout des matériaux fragmentés éjectés par la force des explosions des météorites et des roches volcaniques sorties d'orifices situés près de quelques-uns des principaux cratères. Les raies lunaires, que l'on aperçoit sur certaines cartes, seraient composées de matériaux fins ou de gouttelettes d'une substance semblable à du verre et formée par l'explosion des météorites. Cette substance aurait été expulsée du cratère par la force d'une explosion plusieurs fois supérieure à celle d'une bombe hydrogène. Ces raies sont très remarquables et on peut les voir facilement à la pleine Lune avec des jumelles. Elles sont très brillantes et ne présentent aucun relief quand on les examine au stéréoscope; il semble que ces raies ne formeraient qu'une mince couche sur les roches consolidées. Les plus remarquables de ces raies sont celles qui partent du cratère Tycho et s'étendent sur une distance de plus de 1,000 milles. Copernic aussi possède un ensemble de raies bien visibles d'une longueur d'environ 500 milles.

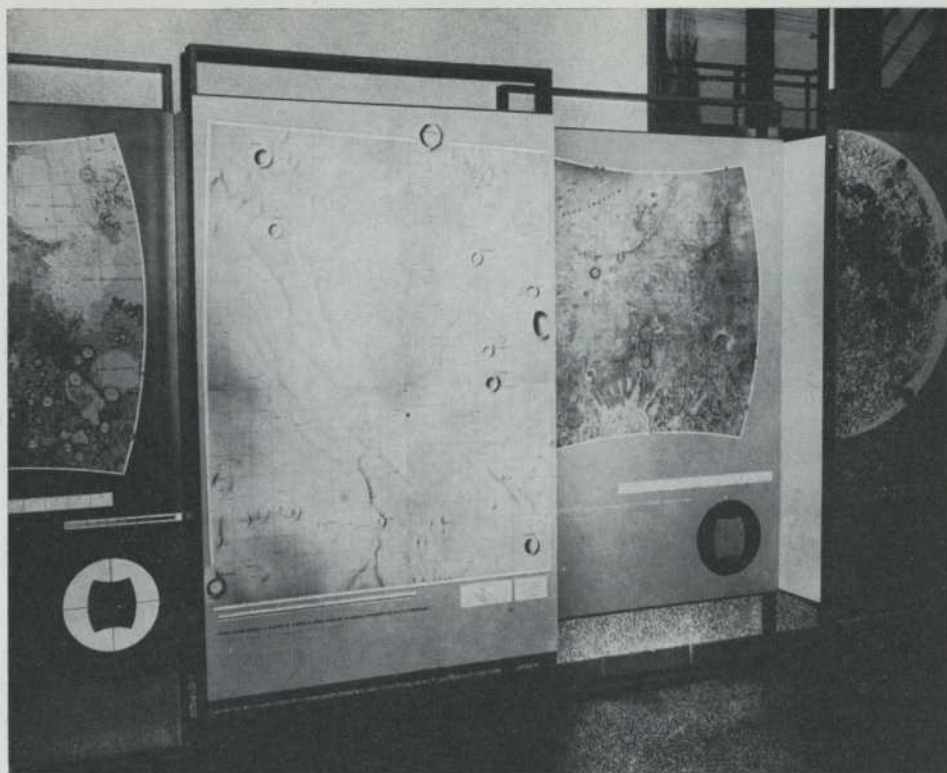
Les hauts plateaux lunaires couvrent près des deux tiers de la surface visible. Contrairement aux montagnes de la Terre, ils sont très découpés, très déchiquetés et sont parsemés de milliers de cratères et de craterlets.

On a reconnu vingt grandes chaînes de montagnes auxquelles on a donné les noms de grandes chaînes terrestres. La plus imposante est celle des Apennins qui dresse ses murailles abruptes sur les bords de la mer des Pluies. Certains sommets dépassent 18,500 pieds. Le grand escarpement, face à la mer des Pluies, s'oriente en direction Nord-Est à partir de Copernic. Plusieurs autres massifs dépassent 10,000 pieds d'altitude, mais les pics les plus élevés se trouvent dans les monts Leibnitz, au pôle Sud, où certains atteignent 35,000 pieds, c'est-à-dire des hauteurs supérieures à celle du mont Everest.

Les « mers » lunaires couvrent environ un tiers de la surface visible. Elles sont de forme presque circulaire et leur surface varie de plane à légèrement ondulante. Elles renferment des milliers de petits cratères, dont plusieurs ont moins d'un mille de diamètre et parmi lesquels serpentent des collines basses et sinueuses. On a relevé la présence sur la Lune de grandes failles et fractures dont certaines peuvent avoir 3 à 4 milles de largeur et jusqu'à 1,000 pieds de profondeur. La plus remarquable de ces failles, le Mur droit, est située près de la limite Sud-Ouest de la mer des Nuées. Le Mur s'élève verticalement à environ 800 pieds de hauteur et se dirige sur une distance de 60 milles en direction Nord-Est-Sud-Ouest. La mer des Pluies, l'une des plus belles plaines lunaires, forme un cercle presque parfait d'un diamètre de quelque 700 milles. Elle a une étendue d'environ 340,000 milles carrés, soit une superficie presque égale à celle de la Colombie-Britannique.

Les cratères et les craterlets sont les accidents les plus caractéristiques du paysage lunaire. On les retrouve sur presque toute la surface, mais ils sont très nombreux dans la région des hauts plateaux du Sud où se dressent les plus hautes montagnes. Les cratères sont presque tous circulaires et doivent leur formation soit à des éruptions volcaniques, soit à des bulles de gaz emprisonnées dans la matière semi-visqueuse; la chute de météorites, ou encore l'explosion qui a suivi cette chute, aurait eu pour effet de libérer ces gaz aux premiers temps de la Lune. Dans les hauts plateaux lunaires, on compte 30,000 cratères visibles et peut-être un million d'autres qu'il est impossible d'apercevoir sur les photographies ou à l'aide du télescope. Les appareils photographiques permettent de discerner les cratères d'un demi-mille de diamètre, tandis que le télescope laisse voir ceux dont la grosseur atteint un huitième de mille de diamètre. Le cratère le plus gigantesque est Clavius : il a 132 milles de diamètre et une profondeur de 16,000 pieds. Copernic et Tycho ont tous deux plus de 50 milles de diamètre et leurs remparts massifs s'élèvent à plus de deux milles au-dessus du fond du cratère. Aux fins de comparaison, mentionnons que le cratère du Nouveau-Québec a deux milles de diamètre et une profondeur de 700 à 800 pieds.

Quelques cartes topographiques de la surface lunaire. La carte topographique du centre est à l'échelle de 4 milles au pouce, présentant des courbes de niveau d'une équidistance de 250 mètres. Ces cartes permettent d'étudier les régions susceptibles de servir à l'alunissage de futurs cosmonautes.



CARTES DE LA LUNE

Les cartes qui servent à l'étude de la Lune et celles qui serviront aux astronautes qui s'y rendront doivent être suffisamment précises pour permettre d'identifier facilement les objets à la surface.

Pour dresser une carte, le cartographe a d'abord besoin d'un réseau de triangulation précis. Depuis le début du siècle, on a établi plusieurs réseaux de triangulations, mais ils n'étaient pas tous suffisamment complets pour les utiliser en cartographie. En 1899, un astronome allemand, du nom de Julius Franz, a déterminé 150 points en utilisant le cratère Mosting A près du centre du disque comme point fondamental et comme base à son réseau de triangulation. A partir de ces données, il a construit une carte schématique avec courbes de niveau. Depuis, d'autres astronomes ont repris ses calculs, mais son ouvrage sert encore de fondement aux cartes récentes de la Lune. Aujourd'hui, on utilise des calculatrices électroniques pour résoudre les problèmes mathématiques complexes inhérents à l'établissement du réseau de triangulation.

Il faut savoir qu'un réseau de triangulation lunaire est beaucoup moins précis qu'un réseau géodésique qui sert de fondement aux cartes topographiques terrestres. D'abord, on fait les calculs en présumant que la Lune est une sphère parfaite et il n'en est peut-être pas ainsi. Ensuite, les photographies de la Lune que l'on utilise dans ces calculs de précision sont faussées par l'atmosphère de la Terre et les poussières qu'elle renferme.

Au cours des quelques dernières années, des organismes militaires des Etats-Unis ont entrepris de mettre au point des méthodes qui permettraient de cartographier la Lune à l'aide de photographies et d'observations au télescope. On a utilisé deux méthodes différentes mais complémentaires : le Service de cartographie de l'armée a adapté la méthode de photogrammétrie ordinaire aux photographies stéréoscopiques de la Lune, tandis que l'*Aeronautical Chart and Information Center (U.S. Air Force)* a utilisé une méthode de mesure des ombres appuyée d'observations visuelles au télescope.

On obtient des photographies stéréoscopiques en prenant deux photographies de la Lune au même observatoire alors qu'elle occupe des positions extrêmes en ce qui concerne ses mouvements de libration. Les 15 degrés de libration en longitude fournissent le même effet que si les photographies avaient été prises de deux observatoires placés à 65,000 milles l'un de l'autre. Ces photographies stéréoscopiques donnent une parallaxe mesurable qui permet de déterminer les hauteurs et d'établir des cartes topographiques de la Lune dotées de courbes de niveau de 1,000 et de 500 mètres. Des cartes topographiques, à l'échelle de 4 milles au pouce, de certains endroits susceptibles de servir à l'alunissage présentent des courbes de niveau d'une équidistance de 250 mètres.

Les séries de cartes topographiques aux échelles de 1:5,000,000^e, 1:2,500,000^e et 1:250,000^e sont fondées sur une projection stéréographique modifiée, mise au point au cours de ces travaux.



L'Aeronautical Chart and Information Center a commencé à produire des cartes aéronautiques de la Lune dotées de coordonnées et dont l'échelle est de 1:1,000,000^e. Douze feuilles sont déjà publiées. On s'est servi de trois systèmes différents de projection pour couvrir toute la sphère, soit la projection Mercator aux latitudes équatoriales, la projection conique conforme de Lambert selon deux parallèles standard aux latitudes moyennes, et la projection stéréographique polaire aux latitudes polaires. La position des accidents a été déterminée à l'aide d'un canevas sélénographique fondé sur un réseau de 3,500 points calculés par Franz et Saunder.

Le détail du relief de la surface est reproduit par une combinaison de courbes, de hachures et de teintes qui représentent les variations de couleur à la surface. La hauteur des formes et la profondeur des cratères ont été déterminées par une méthode de mesure des ombres, mise au point au 18^{ième} siècle, mais que Zdenek Kopal et un groupe d'étudiants de l'université de Manchester, en Angleterre, ont perfectionnée récemment. Selon cette méthode, la hauteur d'un pic ou de la paroi d'un cratère est calculée d'après la longueur de l'ombre qu'il projette par rapport à l'angle d'illumination des rayons solaires. Les photographies qui ont

servi à ce travail ont été prises à l'observatoire du Pic du Midi, dans le Sud de la France, l'un des plus élevés du monde.

Le U.S. Geological Survey a terminé deux cartes sélénologiques à l'échelle de 1:1,000,000^e qui couvrent une superficie totale de 200,000 milles carrés dans la partie centrale Ouest. Les cartes indiquent la distribution et l'âge relatif des unités sélénologiques et des principales formes structurales. Les cartes aéronautiques de la Lune, publiées par la U.S. Air Force, ont servi de fondement à cette série de cartes sélénologiques. On établit les cartes sélénologiques en combinant l'interprétation des photographies, les observations au télescope et les analyses de variations d'éclat à la surface de la Lune, mesurées à l'aide du microdensitomètre.

Bien que les cartes déjà publiées marquent un progrès considérable dans le domaine de la cartographie lunaire, il reste encore beaucoup à faire pour améliorer les méthodes actuelles. On pourra obtenir une plus grande précision quand on aura réussi à recueillir de nouveaux renseignements et prendre des photographies plus détaillées de la Lune à l'aide des satellites Ranger et Surveyer.

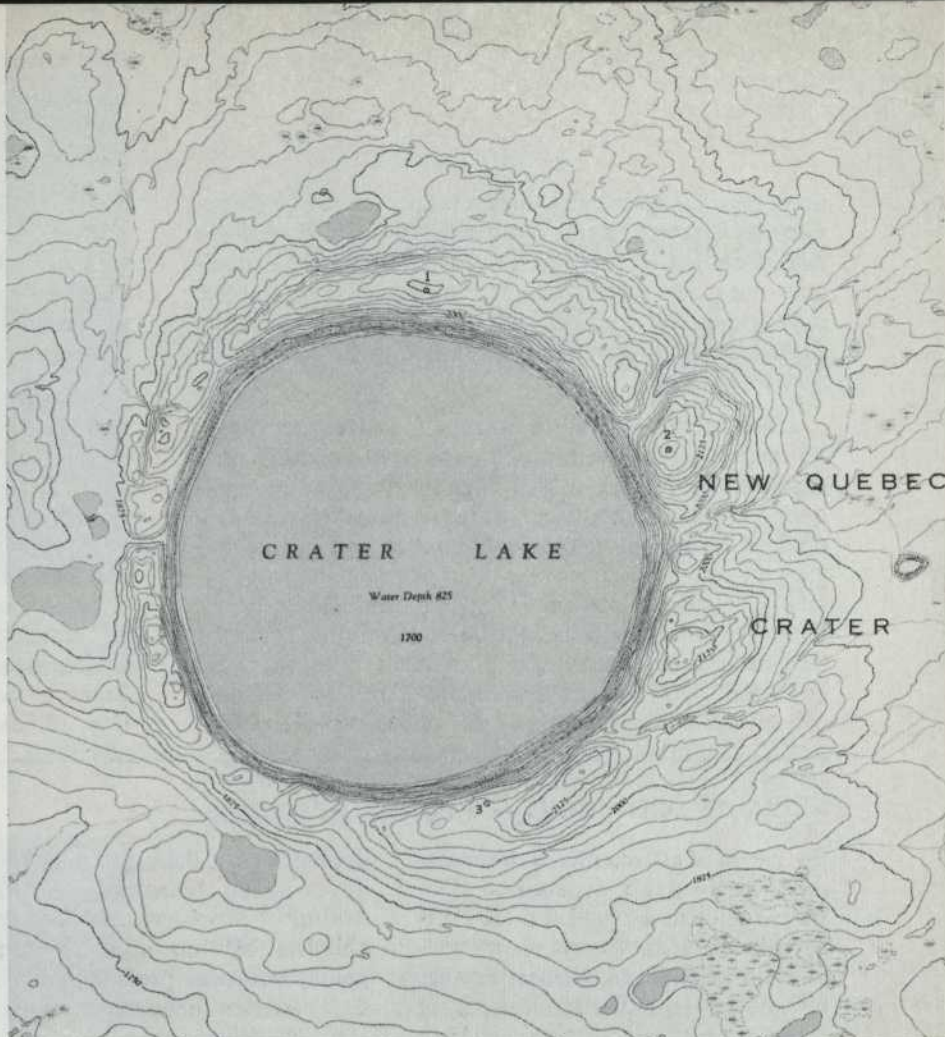
Le « cratère du Nouveau-Québec » :

A gauche, page ci-contre, une photo du cratère dans l'immense plateau de la péninsule d'Ungava.

A droite, le même cratère, d'après la carte topographique *New Quebec Crater*, à l'échelle de 1:24,500^e (ou 2.5 pouces = 1 mille approximativement), carte publiée par les observatoires fédéraux, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa, 1954. (Une nouvelle carte, bilingue, est actuellement en préparation.) La section de la carte reproduite ici est réduite environ de moitié.

La position géographique, au centre du lac (cratère), est approximativement de 61° 17' latitude Nord, et de 73° 41' longitude Ouest.

« L'accident topographique le plus intéressant de cette partie de la province de Québec (l'Ungava), est le cratère du Nouveau-Québec, que l'on croit être d'origine météorique *, c'est-à-dire formé par un météorite percutant la croûte terrestre. Le diamètre externe du cratère est de 11,500 pieds; le diamètre du lac, à l'intérieur du cratère, est de 9,100 pieds. La hauteur moyenne du rebord du cratère est d'environ 400 pieds au dessus du niveau du lac intérieur et son altitude maximum est à environ 540 pieds au-dessus du niveau du lac le plus proche, le lac Museum, à quatre milles au nord. L'inclinaison de la pente intérieure s'approche de 45 degrés. La profondeur maximum du lac à l'intérieur du cratère est de 825 pieds. » (Extrait de la brochure UNGAVA, par ROBERT BERGERON, géologue, Ministère des Mines, Québec, 1958, p. 4).



CRATÈRES MÉTÉORITIQUES AU CANADA

On sait depuis plusieurs centaines d'années que des météorites atteignent parfois la Terre, mais ce n'est qu'au début du XXI^{ème} siècle que l'on a compris que quelques-uns de ces objets sont suffisamment gros pour modifier profondément la topographie. En 1906, Barringer découvrait le cratère de l'Arizona, dans le Nord de l'état du même nom, et qui serait, semble-t-il, d'origine météorique. Cette découverte a suscité un intérêt plus grand pour les cratères terrestres; au cours des dernières 25 années, on en a trouvé plusieurs autres à travers le monde.

Plusieurs savants ont étudié l'analogie qui existe entre ces cratères et les cratères lunaires. Baldwin (1949) a démontré que le profil des cratères terrestres correspond de très près à celui des cratères de dimensions comparables sur la Lune, et il a proposé une commune origine. Les pentes abruptes des parois intérieures et moins prononcées à l'extérieur sont des caractéristiques communes aux deux genres de cratères. De plus, les parois sont plus élevées que les terrains avoisinants et l'arène, ou fond du cratère, est en contrebas du niveau général de la région. L'étude métho-

dique des cratères météoritiques sur la Terre nous permettra d'accroître nos connaissances sur l'évolution de notre planète et de mieux comprendre la nature de la surface de la Lune.

Au Canada, la recherche des cratères météoritiques a d'abord été stimulée par la découverte du cratère du Nouveau-Québec, dans le Nord de cette province. On a identifié le cratère sur des photographies aériennes en 1943. C'est M. V.B. Meen, du *Royal Ontario Museum*, qui en a fait l'exploration pour la première fois en 1950; à cette époque, ce cratère d'origine météorique * était considéré comme le plus grand au monde. Selon M. J.M. Harrison, Directeur de la Commission géologique du Canada, il a conservé la plupart de ses caractéristiques originelles, même s'il a dû subir les effets de l'érosion, surtout ceux de la glaciation. Les cartes

* Notons toutefois que cette hypothèse de l'origine météorique du cratère du Nouveau-Québec est aujourd'hui contestée par quelques géologues. Ces derniers prétendent que cette forme circulaire serait plutôt due à des phénomènes de fracture de la croûte terrestre en cet endroit et à d'autres facteurs d'ordre structural. Mais il semble bien que seule une exploration systématique du fond du cratère apportera les éléments d'une explication définitive.

La Direction.

du cratère du Nouveau-Québec préparées par la Direction des levées et de la cartographie, du ministère des Mines et des Relevés techniques, font ressortir quelques-unes des caractéristiques inhérentes aux cratères météoriques ou lunaires, tels que ces murs intérieurs escarpés, son rebord soulevé ainsi que sa pente extérieure allongée.

L'astronome fédéral, le docteur C.S. Beals, a dressé au cours des dernières années une liste d'endroits susceptibles de renfermer des cratères d'origine météorique, tout particulièrement dans le Bouclier canadien dont les formations géologiques sont demeurées inchangées au cours d'une période de temps relativement longue. Cependant, comme les régions ont été soumises à une glaciation intensive, M. Beals a entrepris l'examen des formes circulaires qui pourraient constituer des lambeaux de cratères météoriques. En 1955, il amorçait un examen systématique des photographies aérien-

nes dont dispose la Photothèque nationale de l'Air et il réussit à déterminer l'emplacement d'anciens cratères. Certaines de ces formes topographiques auraient été produites par la chute de météorites, bien que d'autres seraient des formes structurales semblables à celles des cratères.

Afin de déterminer avec certitude l'origine de ces accidents, les scientifiques de l'Observatoire fédéral ont entrepris des études fondées sur la gravité, la séismologie et le magnétisme. Pour sa part, la Commission géologique du Canada exécute des travaux de forage afin de connaître la forme et la profondeur des cratères et d'examiner les roches sises sous la surface. Parmi les cratères soumis à une étude détaillée, il faut mentionner les cratères du Nouveau-Québec et du lac à l'Eau-Claire, dans la province de Québec, les cratères de Brent et de Holleford, en Ontario, et celui de Deep Bay, en Saskatchewan.

ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE — suite

Un cercle d'astronomie à Montmagny, Québec. Le dynamisme d'un simple citoyen a réussi à créer dans la ville de Montmagny un mouvement irrésistible. M. Robert Proulx, fervent amateur d'astronomie, a pu convaincre la population locale à contribuer généreusement à la construction d'un planétarium doublé d'un musée et d'un observatoire. A une échelle restreinte, bien entendu. Le Cercle astronomique de Montmagny a reçu un don anonyme de \$15,000., des subventions du ministère des Affaires culturelles, un terrain offert par la Commission scolaire, etc. Les jeunes ne sont pas ignorés puisque M. Proulx a suscité la fondation d'une section juvénile au sein du cercle d'astronomie. « Nous n'avons qu'un seul but, a dit M. Proulx, l'éducation du public. »

De la glace sur la Lune ? Les innombrables amis de Tintin ne le peuvent peut-être pas, mais ils ont parfois des primeurs scientifiques ! Dans « On a marché sur la Lune », l'intépide Tintin, le capitaine Haddock et Milou pénètrent dans une caverne et, à ses risques, Tintin découvre une masse de glace à l'intérieur de

la planète. Or, dans un article récent de la revue *Industrial and Engineering Chemistry*, un ingénieur-chimiste affirme que les cosmonautes pourront probablement tirer de l'eau des météorites qui parsèment la surface lunaire et il ajoute : *It is possible that there is buried ice on the moon.* Il rappelle que, d'après des spécialistes, la moitié du volume lunaire sous la surface se compose peut-être de glace, ce qui expliquerait la faible densité de l'astre par rapport à la Terre. On a été jusqu'à dire qu'il y aurait de la glace dans les crevasses superficielles.

Des ondes sonores contre les Insectes. Est-il possible de contrôler les insectes nuisibles au moyen d'ondes sonores inaudibles à l'oreille humaine ? Oui, si l'on en croit deux savants américains de l'Université d'Hawaï. Ils estiment, en effet, que les vibrations ultra-soniques pourraient un jour prendre la relève des atomiseurs et des produits toxiques et même venir à bout d'insectes qui résistent aux poisons classiques. Dans une communication à la Société d'Acoustique des Etats-Unis, les deux savants indiquent que des sons d'une puissance de 160 déci-

bels appliqués durant 30 secondes suffiraient pour tuer un cafard. Des moustiques mâles peuvent être attirés sur un écran électrifié au moyen d'un dispositif qui imite le bruit des ailes des femelles. Le bruit d'un bouchon de caoutchouc qu'on fait tourner dans un goulot de bouteille permet d'écarter les mouches à viande. On sait déjà que des enregistrements des cris de détresse de certains oiseaux ont été utilisés pour chasser les étourneaux, les mouettes et les corbeaux du voisinage de champs d'aviation où leur présence constitue un risque pour la navigation aérienne.

Des tonnes de poussières cosmiques sur la Terre. Pas étonnant que la ménagère n'en finit plus d'épousseter ! L'Observatoire d'astrophysique Smithsonian, près de Boston, a calculé que le globe terrestre capte chaque année un million de tonnes de poussières cosmiques. On a récolté de ces poussières dans des glaces arctiques vieilles de 750 ans et en d'autres endroits loin de la civilisation... poussiéreuse. L'analyse a démontré leur origine extraterrestre : elles contiennent 65% de fer, et jusqu'à 10% de nickel.



Photo 1. Le nid du Merle américain est constitué de brins de foin, de ficelle ou autres matériaux entremêlés d'argile que la femelle modèle en forme de coupe. Photo prise le 26 avril.

Photo 2. Prise le 27 avril. La femelle couve ses oeufs pendant une période de 12 à 15 jours, assistée du mâle à quelques rares occasions.



Photo 3. Prise le 6 mai suivant. Aux premiers jours, les jeunes sont presque nus et aveugles, comme la plupart des oiseaux nidicoles. Leur appétit vorace va nécessiter les soins attentifs des parents, du mâle surtout.



Le Merle américain, de l'oeuf à l'oisillon

Le Merle américain (*Turdus migratorius*), qu'on nomme aussi Grive ou Rouge-gorge, est une espèce exclusive à l'Amérique du Nord. Cet oiseau familier qui a choisi de vivre près de nos habitations, place généralement son nid dans un arbre, dans une fourche d'arbre à feuilles caduques — de préférence — mais aussi sur une branche horizontale d'un conifère. Il choisit parfois des sites assez hétéroclites : un piquet de clôture, un poteau de corde à linge, la rampe d'un escalier, une gouttière et même un monument de cimetière ou un wagon de chemin de fer !

La femelle seule construit le nid, quoique son compagnon y participe aussi en apportant des matériaux. Le nid est un amas bien ordonné de branchettes, de brins de foin, de ficelle, entremêlés de glaise (argile) que la femelle modèle en forme de coupe. Pour cette opération, elle s'aide de son ventre et de ses ailes. L'intérieur du nid est bordé de foin plus délicat.

Elle y pond de trois à cinq oeufs d'un beau bleu pâle. Elle les couvera pendant 12 à 15 jours, assistée du mâle à quelques rares occasions.

A l'éclosion et aux premiers jours, les jeunes sont presque nus et aveugles, comme la plupart des oiseaux nidicoles. A peine sont-ils recouverts d'un duvet gris foncé, mais bientôt ils se revêtent de plumes et deviennent de plus en plus actifs, sous les soins attentifs des parents, du mâle surtout. Ce dernier a maintenant fini de chanter et s'occupe à chasser. Plusieurs fois par jour, il devra trouver larves d'insectes de toutes sortes, chenilles ou vers de terre avec lesquels il gavera ses petits à tour de rôle.

par Raymond CAYOUILLE
photos L.-P. COITEUX



Photo 4. Prise le 14 mai. Plusieurs fois par jour, les oisillons réclament leur nourriture à grands cris. (Il serait intéressant de pouvoir déterminer la fréquence de ces repas, en observant attentivement une jeune couvée de Merle).



Photo 5. (En haut). Prise le même jour, 14 mai.

Photo 6. (En bas). Prise le 17 mai suivant. Après une quinzaine de jours, les jeunes quittent le nid avant même d'avoir appris à voler parfaitement. Période critique qui dure deux ou trois jours, mais qui expose ces jeunes Merles à de multiples dangers.



Après une quinzaine de jours de soins attentifs, les jeunes quittent le nid natal avant même d'avoir appris à voler parfaitement. Ce départ du nid cause très souvent tout un émoi chez les oiseaux voisins. Les Merles étant de tempérament nerveux, ils sont incapables de rester calmes devant cet événement. Les jeunes piaillent, leurs parents crient et les oiseaux du voisinage accourent se joindre au concert. Malheureusement, ces cris d'alarme attirent les gamins et les chats qui aiment bien se saisir des « merlots ».

Cette période critique ne dure cependant que deux ou trois jours après la sortie du nid, pendant laquelle évidemment le mâle continue son rôle de gardien et de nourrice. En fait les jeunes ne seront vraiment indépendants et capables de se nourrir qu'à l'âge d'un mois environ. Pendant ce temps, la femelle est souvent occupée à construire un autre nid, car le Merle élève parfois deux ou trois couvées par année, du moins dans la partie sud de son aire de distribution. Cette habitude, semble-t-il, compenserait la forte mortalité chez les jeunes. On a calculé en effet qu'elle atteint environ 50% la première année. Et la longévité chez cette espèce à l'état sauvage n'est en moyenne que d'un an et quatre mois.

Le plumage du jeune Merle est un peu différent de celui des adultes; la poitrine roussâtre est tachetée de brun comme chez les Grives. Le jeune oiseau gardera ce plumage juvénile jusqu'au début de l'automne, alors qu'une mue lui donnera un plumage assez semblable à celui de ses parents. Notons cependant qu'il existe une différence de coloration du plumage entre le mâle et la femelle : le rouge brique du ventre et le gris du dos sont légèrement plus ternes chez la femelle.

Après la nichée, le Merle cesse de chanter régulièrement et il visite maintenant les arbres fruitiers, les cerisiers, les viornes, les cormiers et il prélève sa large part de fruits, avant le départ de migration vers le sud.

Une carte pouvant intéresser
tous les jeunes scientifiques.

La nouvelle carte des régions minières du Canada

par Jean-Paul DROLET

Le ministère des Mines et des Relevés techniques d'Ottawa a récemment publié une nouvelle carte montrant les principales régions minières du Canada. Cette magnifique carte en couleurs, à l'échelle de 120 milles au pouce, mesure environ 36 pouces de largeur sur 33 pouces de hauteur.

Les renseignements qu'elle renferme

Elle montre à la fois les grandes formations géologiques du Canada ainsi que la répartition des principales exploitations minières. Sa lecture permet de déterminer facilement l'emplacement de quelque 300 entreprises d'extraction et de traitement en plus de montrer les régions favorables à la minéralisation. Des points numérotés sur la carte renvoient à une liste renfermant les noms des sociétés d'exploitation minière de même que la nature des travaux qui s'y poursuivent. De plus, le lecteur trouvera des statistiques sur la production minière du Canada ainsi que sept petites cartes montrant l'emplacement des fonderies et affineriers de métaux non-ferreux, les usines de fonte en gueuse et les usines de ferro-alliages. Les régions productrices de substances minérales particulières ainsi que les régions les plus prometteuses pour la prospection minière sont aussi indiquées.

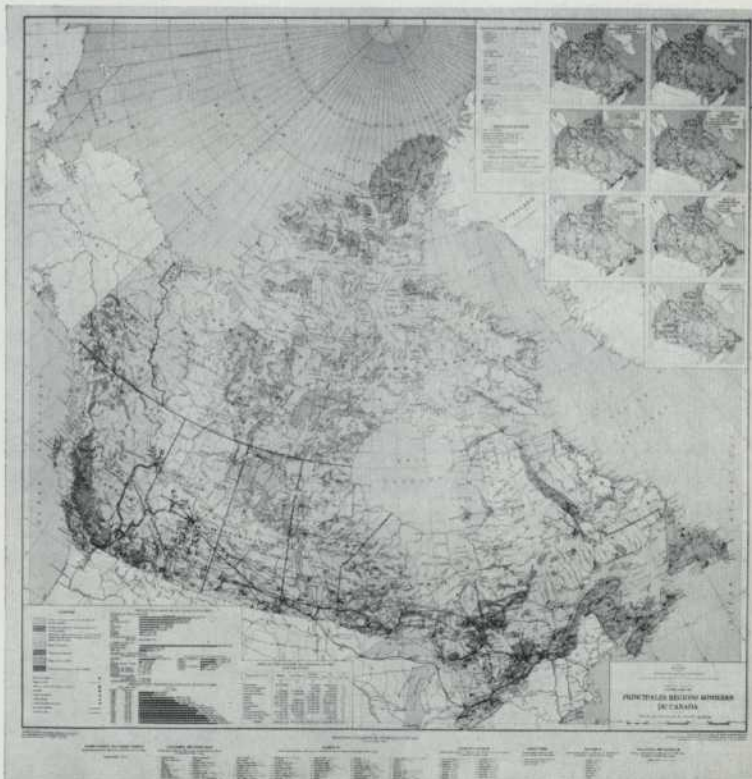
Les formations géologiques

Chacun sait que le Canada est divisé en dix provinces et deux territoires. Mais, la connaissance des grandes formations géologiques de notre pays est assez restreinte sauf auprès des géologues, des ingénieurs de mines ou des personnes directement intéressées à l'industrie minière.

Si l'on considère les formations géologiques qui couvrent le Canada dont la superficie totale est près de quatre millions de milles carrés, l'on découvre tout d'abord la présence d'un massif montagneux central formé de roches précambriennes qui constitue le trait dominant de la physiographie du pays. C'est ce qu'on désigne par le *Bouclier Canadien* qui couvre presque tout le Québec, l'Ontario, les Territoires du Nord-Ouest, le nord du Manitoba et de la Saskatchewan. Cette immense étendue est l'une des formations du monde les plus riches en minerais de toutes sortes; elle recelle des gisements encore inconnus de fer, de nickel, de cuivre, de plomb, d'amiante et de nombreuses autres substances minérales.

Là où l'Ontario et le Québec longent le Saint-Laurent et à la pointe méridionale de l'Ontario, nous retrouvons la région communément appelée les *Basses Terres du Saint-Laurent* où l'agriculture commerciale y est très avancée. Plusieurs substances non-métalliques sont aussi extraites de cette formation particulière.

À l'ouest du Bouclier Canadien allant de la frontière des Etats-Unis jusqu'à l'Océan Arctique, en passant par le sud du Manitoba et de la Saskatchewan et à travers la majeure partie de l'Alberta, et une partie



Une photo de la nouvelle édition de la *carte des régions minières du Canada*. Si vous en désirez un exemplaire, écrivez à l'adresse indiquée en page suivante.

des Territoires du Nord-Ouest, se trouvent les *Plaines intérieures*. Chacun sait l'importance économique de ces plaines dont une partie constitue les riches terres agricoles des Prairies qui ont fait du Canada le plus grand pays céréalier du monde et un important producteur de substances combustibles, gaz et pétrole.

Au delà des plaines intérieures, la région de la *Cordillère* englobe les montagnes de l'Alberta, de la Colombie-Britannique et du Yukon.

Dans l'est, les provinces de l'Atlantique et le sud-est du Québec forment le secteur septentrional de la région des *Appalaches* où se trouvent entre autres gisements importants les grandes mines d'amiante des Cantons de l'Est qui font de notre pays, le premier producteur de ce minéral dans le monde.

La production minière

Les formations géologiques variées sont évidemment à la base de l'expansion qu'a connue l'industrie minière canadienne au cours des dernières années. En effet, la valeur de la production a atteint au cours de 1963 un nouveau sommet de près de \$3,000 millions, soit une valeur de production équivalente à \$150 par habitant. Les trois principaux secteurs de l'industrie, à savoir les métaux, les minéraux industriels et les combustibles, ont enregistré des hausses intéressantes.

La province de Québec occupe le premier rang pour la production de l'amiante et le second pour celle du minerai de fer, du zinc et du cuivre. L'Ontario est le principal producteur de nickel, de cuivre et d'or. Quant à la Colombie-Britannique, elle détient la première place pour la production du plomb et du zinc, alors que Terre-Neuve (incluant le Labrador) devance les autres provinces canadiennes pour la production du minerai de fer.

De toutes les provinces, c'est l'Ontario qui vient en tête pour l'ensemble de la production minérale suivie de l'Alberta, du Québec, de la Colombie-Britannique et de la Saskatchewan.

Comment se procurer cette carte

Cette carte minière, dont une photographie réduite apparaît ici, est offerte gratuitement par le ministère des Mines et des Relevés techniques. La carte est disponible en français ou en anglais.

Pour en obtenir un exemplaire, écrivez : *Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa, Ontario*. Demandez la *carte 900A, édition française*, et ajoutez lisiblement votre nom et votre adresse. Vous pouvez utiliser une carte postale pour cette demande, à condition d'indiquer clairement les renseignements demandés et votre adresse.

Le dossier de l'exploration spatiale

2e article

Notes et renseignements compilés par Réal AUBIN

Nous avons déjà publié⁽¹⁾ la première partie du dossier de l'exploration spatiale. Nous avons rappelé les plus importantes réussites des expériences poursuivies depuis l'automne de 1957 jusqu'à la fin de 1961. Nous vous proposons maintenant l'inventaire des lancements les plus importants réussis en 1962 et en 1963.

Un astérisque (*) indique que le bolide est encore en orbite et deux (**) signifient que l'émission des signaux se poursuit. Quand c'est possible, on indique en milles la distance de l'orbite la plus rapprochée (périgée) et la plus éloignée (apogée) de la Terre, de la Lune ou du Soleil. Le temps indique la durée de la « vie » du bolide et le temps requis pour une orbite.

Par exemple, au Dossier 1962, le Ranger III est en orbite depuis le 26 janvier 1962. Depuis lors, chacune des orbites qu'il décrit autour du Soleil prend 406.4 jours; il s'approche à 91,503,314 milles du Soleil tandis qu'il s'en éloigne, au cours de sa trajectoire, de 108,133,854 milles.

(1) Voir *Le Jeune Scientifique*, mars 1964, pp. 130-132.

Au sujet de ce premier article, on voudra bien faire les corrections suivantes : au Dossier 1957 - Sputnik II, au lieu de « 103.7 milles », lire « 103.7 minutes » ; au Dossier 1961 - au lieu de « DISCOVER », lire « DISCOVERER ».

DOSSIER 1962

***RANGER III** (E.-U.) depuis le 26 janv. 1962, en orbite permanente autour du Soleil.

La rencontre prévue avec la Lune n'a pas eu lieu.
Distances du Soleil : 91,503,314 - 108,133,854 milles. 406.4 jours par orbite.

***TIROS IV** (E.-U.) depuis le 8 fév. 1962 jusqu'en 1964.

Orbite circulaire terrestre. Analyse et transmission de phénomènes météorologiques.

471 - 525 milles. 100.4 minutes.

MERCURY ATLAS VI, « Friendship 7 », (E.-U.) 20 fév. 1962.

L'astronaute John H. Glenn Jr amerrit dans l'Atlantique après avoir complété 3 orbites. Vérification des systèmes Mercury dans un vaisseau spatial habité.
100.3 - 162.7 milles. 88.2 minutes.

***OSO-I** (E.-U.) 7 mars 1962

13 expériences différentes sur les rayonnements électromagnétiques du Soleil, les poussières dans l'espace et les caractères du rayonnement thermique sur la surface d'un satellite.

343.5 - 369.8 milles. 96.15 minutes.

RANGER IV (E.-U.) du 23 avril 1962 au 26 avril 1962.

Rencontre de la Lune à environ 229.3 degrés de longitude est et 15.5 degrés de latitude sud. Aucun renseignement scientifique.

****ARIEL** (E.-U. et URSS) 26 avril 1962 jusqu'à une date non révélée.

Premier satellite international. Recherches sur l'ionosphère et ses relations avec le Soleil.

242.1 - 754.2 milles. 100.9 minutes.

MERCURY ATLAS VII, « Aurora 7 », (E.-U.) le 24 mai 1962.

L'astronaute M. Scott Carpenter accomplit trois orbites autour de la Terre. Renseignements sur le comportement des liquides en conditions d'apesantement. Observations sur l'aurore et d'autres lieux.
100 - 166.8 milles. 88.3 minutes.

***TIROS V** (E.-U.) du 19 juin 1962 à une date indéfinie.

Transmission d'excellentes photos d'ouragan.
367 - 604 milles. 100.5 minutes.

***TELSTAR I** (E.-U.) depuis le 10 juillet 1962.

Transmission réussie de télécommunications; effet sur les semi-conducteurs d'une ceinture de radiation artificielle.
593 - 3,503 milles. 157.8 minutes.

VOSTOK III (URSS) du 11 août 1962 au 15 août 1962.

Le cosmonaute Andrian Nikolayev réussit un voyage de plus de 64 orbites; plus

de 3 heures vécues dans l'apesantement; transmission de l'expérience à la télévision russe.

Orbite variable : 105.6, puis 107.4 - 156, puis 137.2 milles. Temps requis : 88.5 minutes après le lancement, puis 88.13 minutes.

VOSTOK IV (URSS) du 12 août 1962 au 15 août 1962.

Le cosmonaute Pavel Popovich accomplit plus de 48 orbites. Il s'approche à 4.03 milles de Vostok III avec lequel il se maintient en contact visuel et radio-phonique. Récupération du vaisseau spatial avec une grande précision de temps et de lieu.

111 - 158 milles. 88.5 minutes.

***MARINER II** (E.-U.) depuis le 27 août 1962, en orbite permanente autour du Soleil.

Le 14 déc. 1962, le vaisseau spatial se trouve à 21,648 milles de Vénus.

Le 3 janv. 1963, lors de la rupture du contact par radio, Mariner se situe à 54 millions de milles de la Terre.

La première orbite solaire est complétée le 1er août 1963.

***TIROS VI** (E.-U.) du 18 sept. 1962 à une date indéfinie.

Photographies de l'ouragan Flora et de tempêtes de sable en Arabie séoudite.
423.4 - 444.4 milles. 98.7 minutes.

****ALOUETTE** (E.-U. et Canada) du 29 sept. 1962 - 1964.

Un satellite de 280 livres, Communications dans l'ionosphère.
620 - 638 milles. 105.4 minutes.

***EXPLORER XIV** (E.-U.) du 2 oct. 1962 - 1964.

Orbite très elliptique. Mesure de particules dans la magnétosphère et dans l'espace interplanétaire.
1,280 - 60,220 milles. 37 heures.

MERCURY-ATLAS VIII, « Sigma 7 », (E.-U.) le 3 oct. 1962.

L'astronaute Walter Schirra accomplit six orbites terrestres. Contrôle manuel et correction de la conduite d'un vaisseau habité. Vérification des conditions d'un envol humain prolongé.
100 - 176 milles. 89 minutes.

RANGER V (E.-U.) depuis le 18 oct. 1962, en orbite permanente autour du Soleil.

Echec de la rencontre prévue avec la Lune.
88,100,000 - 92,800,000 milles. 366 jours.

***EXPLORER XV** (E.-U.) du 27 oct. 1962 - 1964.

Etude de la radiation provoquée par une explosion nucléaire américaine dans la haute atmosphère le 9 juillet 1962.
193.7 - 10,760 milles. 5.2 heures.

****ANNA** (E.-U.) du 31 oct. 1962 à une date inconnue.

Satellite clignotant. Informations géographiques et cartographiques.
668.98 - 732.22 milles. 107.8 minutes.

***MARS I** (URSS) depuis le 1er nov. 1962, en orbite permanente autour du Soleil.

Satellite lancé à partir d'un autre en orbite. Il devait passer à 6,800 milles de Mars en juin 1963; contact perdu le 21 mars 1963.

****RELAY I** (E.-U.) lancé le 13 déc. 1962 - fonctionnement d'un an.

Transmission intercontinentale de différents signaux : téléphone, télévision, etc.
818 - 4,611 milles. 185 minutes.

***EXPLORER XVI** (E.-U.) du 16 déc. 1962 à environ 3 ans après.

Mesure des chocs des météorites sur la coque des vaisseaux; recherches sur les particules, comparaison entre différentes conditions des piles solaires.
469 - 728 milles. 104 minutes.

***TRANSIT V-A** (E.-U.) du 19 déc. 1962 à une date non révélée.

Satellite destiné à favoriser la navigation. Arrêt du fonctionnement après 1 jour.
432 - 455 milles. 99 minutes.

DOSSIER 1963

***SYNCOM I** (E.-U.) depuis le 14 fév. 1963 jusqu'à une date indéterminée.

Satellite de communications.
21,375 - 22,823 milles. 23 heures et 45 minutes par orbite.

***LUNIK IV** (URSS) depuis le 2 avril 1963, en orbite permanente autour du Soleil.

Le véhicule de 3,130 livres passe à 5,300 milles de la Lune. Renseignements techniques sur la Lune.
55,800 - 434,000 milles.

***EXPLORER XVII** (E.-U.) depuis le 2 avril 1963.

Densité, composition, pression et température de l'atmosphère terrestre à diverses altitudes.
158 - 598 milles. 96 minutes.

****TELSTAR II** (E.-U.) depuis le 7 mai 1963, bon pour environ 2 ans.

Transmissions réussies d'images télévisées (noir et blanc, couleur) et de messages parlés entre les Etats-Unis, la France et l'Angleterre.
604 - 6,697 milles. 225 minutes.

FAITH 7 (Mercury-Atlas IX) (E.-U.) du 15 mai 1963, au 16 mai 1963.

L'astronaute L. Gordon Cooper Jr accomplit 22 orbites autour de la Terre et amerrit à environ 80 milles au sud-est de Midway.
100 - 166 milles. 88.7 minutes.

VOSTOK V (URSS) du 14 juin 1963 au 19 juin 1963.

Le Lt-col. Valery F. Bykovsky accomplit un vol d'endurance avec 81 orbites terrestres, soit 2 millions de milles en 119 heures et 6 minutes.
109 - 138 milles. 88.3 minutes.

VOSTOK VI (URSS) 16 juin 1963 à 19 juin 1963.

Valentina V. Tereshkova, première femme de l'espace, réussit 48 orbites autour de la Terre en 70 heures et 50 minutes.
113.7 - 144.8 milles. 88.4 minutes.

****TIROS VII (E.-U.)** du 19 juin 1963 à une date non révélée.

Deux caméras de télévision et d'autres instruments mesurent des phénomènes météorologiques.
385 - 401 milles. 97.4 minutes.

****SYNCOM II (E.-U.)** du 26 juillet 1963 à un temps indéfini.

Orbite synchronisée avec la rotation terrestre. Satellite de communications entre les Etats-Unis et le Nigéria.
22.230.1 - 22.239.7 milles. 23.9 heures.

****TRANSIT (E.-U.)** de la fin de sept. 1963 à la fin de 1968.

Satellite alimenté à l'énergie nucléaire. « Etoile » artificielle de 27 livres destinée à guider les navires et les sous-marins.
Les détails concernant l'orbite sont secrets.

****VELA-HOTEL (E.-U.)** du 16 oct. 1963 à une date non dévoilée.

Satellites de patrouille à plus de 60,000 milles destinés à détecter les essais nucléaires clandestins.
Les détails concernant l'orbite sont secrets.

***FLIGHT I (URSS)** du 1er nov. 1963 à une date non révélée.

Série de manoeuvres horizontales et verticales contrôlées depuis la Terre.

****EXPLORER XVIII (E.-U.)** depuis le 27 novembre 1963 à une date non précisée.

Recherches sur l'atmosphère.
120.3 - 121,254.6 milles. 93 heures et 4 minutes.

***CENTAUR II (E.-U.)** depuis le 27 nov. 1963.

300 - 1,098 milles. 107.7 minutes.

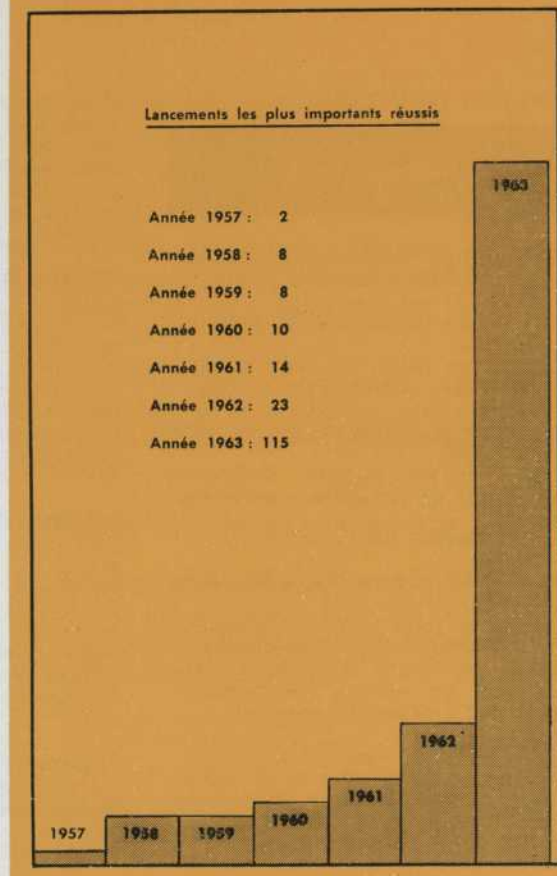
****EXPLORER XIX (E.-U.)** depuis le 19 décembre 1963 jusqu'à une date non précisée.

Recherches sur l'atmosphère.
365.8 - 1,487.38 milles. 115.9 minutes.

****TIROS VIII (E.-U.)** depuis le 21 décembre 1963.

Satellite météorologique.
429.6 - 473.1 milles. 99.3 minutes.

A droite : graphique montrant l'augmentation des réussites importantes dans le domaine de l'exploration spatiale. Les derniers chiffres sont approximatifs.



Satellites **COSMOS** : La Russie a lancé le 19 déc. 1963, le 24^e satellite de la série des COSMOS. Ces types de satellites ainsi que leurs missions constituent des secrets militaires.

Satellites **DISCOVERER** : Les Etats-Unis ont lancé plus de 75 satellites du type DISCOVERER au cours de l'année 1963. Comme pour les COSMOS, il s'agit ordinairement de satellites de courte durée qui constituent des secrets militaires.

Le dossier de l'exploration spatiale a pris le rythme d'une véritable explosion. En six ans, les lancements dans l'espace ont cessé d'être un événement rarissime pour devenir presque comparables à ces faits divers que rapporte le journal quotidien. Pensez donc ! Aux Etats-Unis, il y a eu 8 lancements dans l'espace dans la seule journée du 27 novembre 1963 ! Le graphique qui accompagne cet article nous montre bien l'essor prodigieux de l'exploration spatiale.

Le dossier que nous vous avons proposé ne se fermera plus désormais. Très bientôt, il deviendra même impossible de le tenir à jour, tant les expériences vont se multiplier et se diversifier. Il y a 6 ans, les Etats-Unis réussissaient à placer en orbite un satellite de trois livres et quart. Le 29 janvier dernier, les puissantes fusées Saturne projetaient dans l'espace un bolide de 19 tonnes, développant une puissance de 34 millions de chevaux-vapeur soit l'équivalent de 200,000 automobiles.

Aux jeunes scientifiques de demain, les premières pages du dossier de l'exploration spatiale paraîtront peut-être désuètes, limitées et craintives. Ces jeunes les rangeront peut-être avec les récits des frères Wright, de Lindbergh... ou de la mythologie d'Icare ! Puissent-ils seulement y reconnaître encore le pouvoir de l'homme savant lorsqu'il veut asservir son imagination aux commandements de sa raison.

Visitez l'Expo-Sciences de votre région

Une tradition prend forme dans nos milieux d'enseignement, s'inspirant d'un mouvement de plus en plus répandu dans plusieurs pays : l'organisation d'expositions scientifiques. Les jeunes consacrent quelquefois plusieurs mois à l'étude d'une question de l'un ou l'autre domaine des sciences et soumettent ensuite leurs résultats à la critique de juges compétents. Une concurrence qui semble fort avantageuse et pour les étudiants et pour les professeurs. Une initiative qui aidera sûrement notre société à s'intéresser davantage aux applications comme aux valeurs éducatives de la science moderne. Tous les professeurs et leurs élèves devraient visiter l'Expo-Sciences la plus rapprochée.

Voici la liste des expositions régionales du Québec :

L'Expo-Sciences de Montréal (4e), 4 et 5 avril, au Chalet de la Montagne, Montréal ; *L'Expo-Sciences de la vallée du Richelieu* (5e), 11 et 12 avril, à l'École Gérard Filion, 1330 boul. Curé Poirier, Ville Jacques-Cartier ; *L'Expo-Sciences de Sherbrooke* (2e), 7 avril, hôtel New Sherbrooke, Sherbrooke ; *L'Expo-Sciences de Québec* (2e), 11 et 12 avril, à l'École secondaire Sainte-Foy, au pavillon Marie-Victorin ; *L'Expo-Sciences de la Côte Nord* (1ère), 24 et 25 avril, à l'École secondaire Reine-Elizabeth, Sept-Iles.

La 3e *Expo-Sciences nationale* se tiendra à l'Université de Montréal, les 24 et 25 avril 1964.

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

- 145 Tant qu'il y aura des étoiles, par Jean CARON, agent d'information, section française de la rédaction et de l'information, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
- 149,155,162 Actualité scientifique, par Roland PREVOST, journaliste à *La Presse*, Montréal.
- 150 Les particules fondamentales, 1er article, par Serge LAPOINTE, Ph. D., professeur de Physique, Université de Montréal, actuellement en séjour d'étude à l'Observatoire de Paris, Service de Radioastronomie, à Meudon, France.
- 154 Qu'est-ce que la « mécanique quantique » ?, par Serge LAPOINTE, Ph. D.
- 156 La Lune est cartographiée, par Bernard V. GUTSELL, section de la recherche cartographique, Direction de la Géographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
- 163 Le Merle américain, de l'oeuf à l'oisillon, par Raymond CAYOUILLE, conservateur de l'Avifaune, Jardin Zoologique de Québec, Orsainville, Québec.
- 165 La nouvelle carte des régions minières du Canada, par Jean-Paul DROLET, Ing. P., sous-ministre adjoint (Recherches), ministère des Mines et Relevés techniques, Ottawa.
- 166 Le dossier de l'exploration spatiale, II, par Réal AUBIN, c.s.v., M. Sc. (Chimie), professeur de Chimie, Collège de Joliette.

Dessinateurs, photographes :

- 145-149 Les observatoires fédéraux du Canada, photos et carte gracieusement fournies par Jean CARON, collection de l'Observatoire fédéral du Canada, Ottawa.
- 151,152 Dalton et Rutherford, photos de *Edgar Fahs Smith Memorial Collection*, Université de Pennsylvanie, E.-U.
- 151-153 Les particules fondamentales, dessins de Serge LAPOINTE, Ph. D., réalisés par Rosaire GOULET, Montréal.
- 157 La Lune, photo de l'Observatoire fédéral, Ottawa.
- 159 Cartes de la Lune, photo de la Direction de la Géographie, ministère des Mines et Relevés techniques, Ottawa.
- 160,161 Le cratère du Nouveau-Québec, photo et carte topographique gracieusement fournies par la section française de la rédaction et de l'information, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
- 163-164 Le Merle américain, photos de Louis-Philippe COITEUX, technicien de laboratoire, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke.
- 165 Carte minière du Canada, photo du service de l'information, ministère des Mines et Relevés techniques, Ottawa.
- 168 Dossier de l'exploration spatiale, graphique de Réal AUBIN, c.s.v., M. Sc., professeur de Chimie, Collège de Joliette.

Le savant et la société

Pour moi, la science est bien des choses. Elle est ardue, stimulante et absorbante. Elle procure liberté intellectuelle, prestige social et aisance confortable. Elle est source de joie. Qu'attendre de plus de son travail ?

C'est bien ce qu'est la science, le travail d'une vie. Le savant peut sembler peu intéressant, mais il est un être sensible. C'est plutôt que son travail l'absorbe au point de le distraire des résultats du dernier match de hockey ou des manchettes des accidents, captivants pour le commun des mortels.

L'homme pris par son labeur a toutes les chances d'être heureux, mais cet aboutissement exige une longue patience. La plupart des savants ne sont pas des espèces de génies distraits. Mais ils doivent être assez intelligents et travailler avec ardeur. Après des années d'effort soutenu, le travail scientifique devient un grand plaisir et, de gagne-pain, se transforme en passe-temps. Une fois acquis, cet envoûtement se perd rarement. Même après la retraite, des savants continuent de s'intéresser à la science.

Il est sans doute erroné de croire que les scientifiques les mieux doués peinent moins que les autres. Ils sont simplement susceptibles d'accomplir davantage.

Matériellement aussi bien qu'intellectuellement, la science est source de satisfaction. Elle offre d'ordinaire un honnête gagne-pain et la sécurité. Les savants atteignent rarement la richesse, mais peu d'entre eux y aspirent et ils ne sont pas déçus. N'attendant pas de la fortune la satisfaction d'avoir réussi, ils n'envient pas les riches.

Le travail du savant ne peut être planifié ou organisé étroitement car l'essence de la science est la découverte du *nouveau* dans la nature. Souvent, nul autre ne connaît l'enchaînement des étapes du travail du savant. Impossible, donc, de le surveiller de près. Cet affranchissement des restrictions se reflète sur la vie privée de l'homme de science. Considéré comme un être indifférent aux conventions sociales et légèrement bizarre, il peut faire

fi de la mode plus que d'autres professionnels en fait de voiture, foyer, vêtement, participation à des cercles, etc.

Le public le juge parfois excentrique, mais il lui marque un grand respect. C'est un avantage puisqu'il en acquiert presque automatiquement un prestige social que d'autres doivent conquérir par leur richesse ou leur situation. Mais c'est aussi un inconvénient. Pour le commun des mortels, la science a un cachet de mystère; le savant est donc souvent incompris de ses amis et regardé avec méfiance par le public. Fréquemment, on lui impute la bombe atomique ou le chômage que créerait l'automation, plutôt que de le louer d'avoir suscité la médecine moderne, une meilleure alimentation et les douceurs de la civilisation.

Néanmoins, tout travail a ses désavantages, celui du savant comme les autres. La plupart des avantages dont j'ai parlé sont personnels, parfois égoïstes.

Lorsque les savants étaient rares, ils connaissaient peu la nature et exerçaient peu d'influence sur la société, cette attitude était assez logique. Mais les temps ont changé. Les hommes de science sont devenus fort nombreux et leur influence sur la civilisation actuelle est énorme. Le monde reconnaît le bien et le mal dont ils sont capables. Pour que les idées et les armes puissantes de la science moderne servent pleinement au bien-être de l'humanité, le scientifique devra s'attaquer aux problèmes sociaux.

La science moderne nous a fait comprendre que, si quelques années de travail au projet Manhattan ont libéré l'énergie atomique, si l'homme peut envoyer des fusées sur Vénus et la Lune, si les ordinateurs préparent l'inventaire et la paie, si la durée de la vie humaine a doublé, il est également vrai que nous pouvons en grande partie parer aux ravages de la maladie, de la pauvreté et de la tyrannie. Nous possédons les moyens scientifiques d'améliorer la société, mais comment les appliquer puisque le problème est social autant que scientifique ? Pour le résoudre, nous devons sonder les rapports entre la science et les forces anciennes qui agissent sur la société.

Réflexions extraites d'un article paru dans *La Revue Imperial Oil*, Montréal, décembre 1963 (vol. 47, no 6, pp. 20-23), rédigé par J. TUZO WILSON. Le Dr John Tuzo WILSON est professeur de géophysique et directeur de l'Institut des sciences de la terre à l'Université de Toronto.

