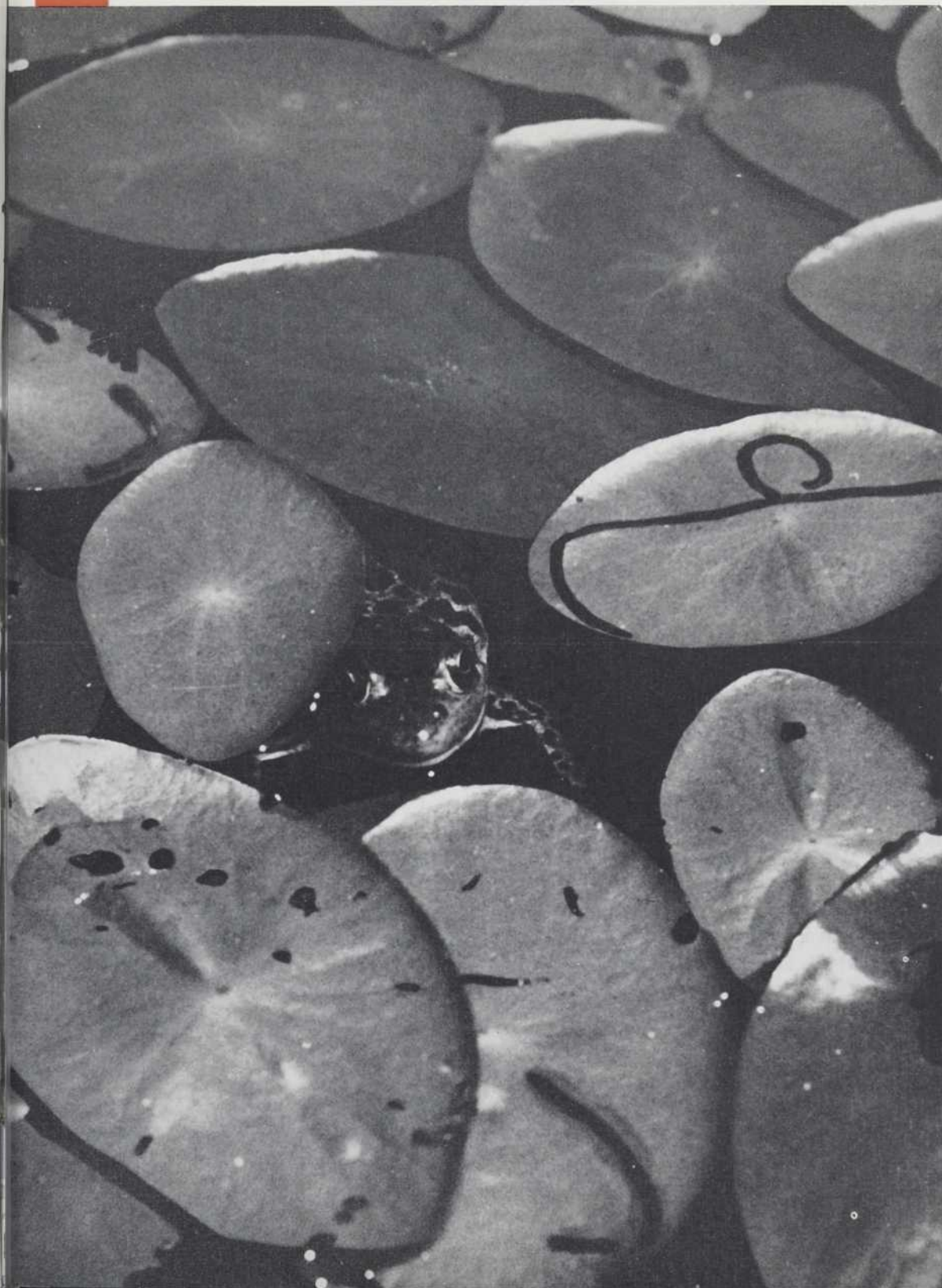


7

# le jeune scientifique



VOLUME 1  
NUMÉRO 7  
MAI 1963

# LE JEUNE SCIENTIFIQUE

Revue de vulgarisation scientifique pour les jeunes publiée par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS). Elle remplace « Le Jeune Naturaliste » publié à Joliette de septembre 1950 à juin 1962.

Le Jeune Scientifique paraît huit fois par année, d'octobre à mai.  
Le premier volume commence en novembre pour se terminer en juin.

## CONSEIL

président	Claude Geoffrion
	président de l'Acfas
administrateur	Jean-Marie Beauregard
	directeur général de l'Acfas
directeur	Léo Brassard
conseillers	Réal Aubin
	Pierre Benoît
	Jean Clavel
	Pierre Couillard
	Pierre Dagenais
	Yves Desmarais
	Odilon Gagnon
	Lucien Piché
	Roland Prévost
secrétaire	Roland Gosselin

## COMITÉ DE RÉDACTION

	Réal Aubin
	Jean R. Beaudry
	Max Boucher
	Samuel Brisson
	Raymond Cayouette
	Richard Cayouette
	Louis-Philippe Coiteux
	Pierre Couillard
	Aimé-Onil Dépôt
	Gérard Drainville
	Claude Frémont
	Wilfrid Gaboriault
	Olivier Garon
	Hector Gravel
	Maurice L'Abbé
	Serge Lapointe
	Aurèle La Rocque
	Paul Lorrain
	Paul-H. Nadeau
	Maurice Panisset
	Adelphé-David Poitras
	Roland Prévost
secrétaire	Adrien Robert
	Roger H. Martel

Volume I, no 7

mai 1963

- 145 Les satellites artificielles, 2e article : comment fonctionne une fusée ?
- 148 Le chant de l'oiseau
- 153 Un « planétarium » sera bientôt construit à Montréal
- 156 A la recherche des fossiles
- 160 Les cristaux et les rayonnements nucléaires
- 164 Actualité scientifique
- 165 Jeunes astronomes, surveillez l'éclipse du 20 juillet 1963 !

Gagnants des Expo-Sciences, en 4e page-couverture

Photo-couverture : nénuphars et grenouille dans l'étang, une image du printemps, de la vie qui reprend son jeu, sous mille formes, enrobée de vert, de rouge puis de toute la gamme des couleurs. L'article sur « le chant de l'oiseau » est aussi une invitation à participer intimement au renouveau du printemps chez les vivants.

## 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 : PL 3-7466, 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.

## Les satellites artificiels

### - 2e article

Songez au recul d'un canon. Le principe en jeu est le même : le canon pousse sur les gaz qui, eux, poussent sur l'obus, et les gaz poussent sur le canon. On voit que la poussée s'exerce même si la fusée est dans le vide.

Imaginez que vous êtes assis dans une voiturette sur un trottoir bien horizontal. Vous avez avec vous quelques grosses pierres que vous projetez vers l'arrière de la voiture. La voiture avance. Evidemment, comme moyen de locomotion, on pourrait peut-être trouver mieux... et gare aux passants !

Blaise Pascal, dès 1660, avait donné une autre explication de la propulsion des fusées qui reste valable encore aujourd'hui :

«Le gaz d'explosion exerce sa pression sur les parois de l'enceinte dans laquelle il se trouve. Les pressions sur les parois latérales s'équilibrent; mais la pression sur le fond plein est plus grande que celle s'exerçant sur le fond comportant une ouverture. Ce fait prouve l'avancement de la fusée dans le sens contraire à l'échappement des gaz.»

# Comment fonctionne une fusée?

par Paul LORRAIN

dessins de Rolland BOULANGER

## La fusée à eau

La fusée à eau illustre bien le fonctionnement d'une fusée. C'est un jouet fort intéressant que bien des lecteurs du JEUNE SCIENTIFIQUE connaissent sans doute. C'est un petit réservoir en matière plastique et de forme aérodynamique muni à l'arrière d'un empennage et d'une tuyère. On l'emplit d'eau à moitié, puis on introduit de l'air sous pression au moyen d'une pompe. Lorsque la pression à l'intérieur est le double ou le triple de la pression atmosphérique, on dégage la fusée de la pompe et la fusée s'élève à grande vitesse jusqu'à cent, ou même deux cents pieds de hauteur.

Pourquoi la fusée monte-t-elle ? La fusée pousse l'eau vers le bas. Par réaction, l'eau pousse la fusée vers le haut.

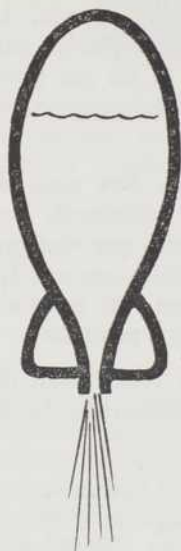


Fig. 1. La fusée à eau.

M. Isaac Newton nous aidera à comprendre.

La *quantité de mouvement* d'un objet est le produit de sa masse par sa vitesse. On exprime la masse en kilogrammes, et la vitesse en mètres par seconde. On peut aussi parler de la quantité de mouvement de l'ensemble de deux ou plusieurs objets, c'est-à-dire d'un *système*.

Or l'une des lois de Newton nous dit que la quantité de mouvement d'un *système* doit rester constante si aucune force extérieure n'est exercée sur lui.

Imaginons d'abord que la fusée est placée sur des rails horizontaux sans frottement appréciable. De cette façon la force de la gravité n'intervient pas. Au début, la fusée pleine d'eau est immobile. Sa quantité de mouvement est nulle. Si l'eau est projetée vers la gauche, la fusée est projetée vers la droite de façon que la quantité de mouvement de l'ensemble reste nulle.

Si on lance la fusée verticalement, le même phénomène se produit, sauf que la force de la gravité accélère l'eau vers la terre, et ralentit la fusée dans son ascension.

Essayons de calculer la poussée exercée sur la fusée par l'expulsion de l'eau. Mettons que la masse d'eau éjectée par seconde est  $M$  et que la vitesse de l'eau par rapport à la fusée est  $V$ . Par rapport à la fusée, l'eau éjectée en une seconde acquiert une quantité de mouvement  $MV$  vers l'arrière. Ceci doit égaler la quantité de mouvement acquise par la fusée en une seconde, ce qui est justement la force exercée sur la fusée.

Supposons que l'eau sort, au début, à un taux de 200 centimètres cubes (200 grammes, ou 0.2 kilo-

gramme) par seconde, à une vitesse de 30 mètres par seconde. La poussée vers le haut est alors  $0.2 \times 30 = 6$  newtons. Mettons que la fusée avec sa charge d'eau pèse 200 grammes. La force vers le bas est alors 0.2 kilogramme, soit  $0.2 \times 9.8 = 1.96$  newton.

On a donc une force de 6 newtons vers le haut, et une force de 1.96 newton vers le bas. Donc la force nette est de 4.04 newtons vers le haut. La fusée monte. Quelle est son accélération vers le haut ? C'est cette force divisée par la masse, soit  $4.04/0.2 = 20.2$  mètres par seconde.

L'accélération ne reste pas constante pour bien des raisons. Tout d'abord la pression d'air s'épuise, ce qui fait que la vitesse d'éjection  $V$  de l'eau diminue. En même temps, la masse d'eau éjectée par seconde diminue également. Par contre, la masse de la fusée et de sa charge d'eau diminue.

## Les vraies fusées

Il va sans dire que la fusée à eau n'a pas d'avenir pour le lancement des satellites ! La raison est que la vitesse d'éjection  $V$  n'est pas assez grande. Au lieu, on utilise un propergol chimique qui brûle et éjecte les gaz de combustion vers l'arrière à des vitesses énormes. Par exemple, on utilise couramment des pressions de 1000 livres par pouce carré, soit environ 70 atmosphères, dans les chambres de combustion.

Le poids de la fusée elle-même doit être faible par rapport à celui de sa charge de propergol. Avec le kérosène et l'oxygène liquide, on peut réduire le poids de la fusée à seulement 8 pour cent du total. Par exemple, la fusée Atlas D a des parois d'acier inoxydable tellement minces qu'on doit maintenir l'intérieur sous pression pour l'empêcher de s'affaisser !

Pour atteindre les très grandes vitesses nécessaires au lancement des satellites, on utilise des fusées à plusieurs étages : une fois le premier étage épuisé, on le laisse tomber et l'on allume le deuxième étage, et ainsi de suite.

On exprime la puissance d'un propergol par son *impulsion spécifique* : c'est la poussée (en livres) divisée par la consommation (en livres par seconde).



Fig. 2. Propulsion chimique avec propergol solide.

Les propergols solides, comme celui de la fusée Black Brant développée à Valcartier, par exemple, donnent des impulsions spécifiques d'environ 250. Ce chiffre relativement faible est compensé par le fait que le propergol solide contient à la fois le carburant et le comburant (la substance oxydante qui réagit avec le carburant lors de la combustion). Il n'est donc pas nécessaire d'effectuer le mélange en vol.

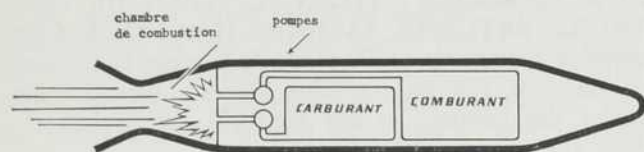


Fig. 3. Propulsion chimique avec propergol liquide.

Les propergols liquides donnent des impulsions spécifiques plus élevées : 300 pour le mélange kérosène et oxygène liquide, 425 pour l'hydrogène et l'oxygène, 450 pour l'hydrogène et le fluor. La grande fusée Saturne qui sera lancée cette année utilisera de l'hydrogène et de l'oxygène liquides. Son premier étage, qui a été lancé avec succès il y a deux ans, a une poussée de 1,500,000 livres. Un modèle plus évolué de Saturne aura une poussée de 7,500,000 livres !

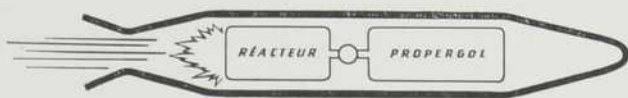


Fig. 4. Propulsion nucléaire.

### La propulsion nucléaire

On espère d'ici quelques années propulser des fusées au moyen de réacteurs nucléaires. On devrait pouvoir ainsi obtenir des impulsions spécifiques de 700 à 1000. Le principe est simple : on chauffe de l'hydrogène jusqu'à 3 ou 4,000 degrés Centigrade au moyen d'un réacteur nucléaire, puis l'hydrogène s'échappe par la tuyère.

Calculons la vitesse  $V$  de l'hydrogène éjecté. Mettons que l'impulsion spécifique est 1,000 pour  $M$  égal à une livre, on a que la force  $MV$  est 1,000 livres, soit environ  $1,000/2.2 = 455$  kilogrammes, ou  $455 \times 9.8 = 4,450$  newtons. Par contre, la masse  $M$  éjectée par seconde est 1 livre, ou  $1/2.2 = 0.454$  kilogramme. Donc  $V$  est  $MV/M = 4,450/0.454$  ou près de 10,000 mètres par seconde, ou 22,000 milles par heure.

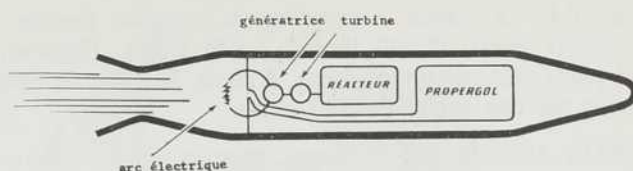


Fig. 5. Propulsion électrothermique.

### La propulsion électrique

La propulsion électrique permet de prévoir des impulsions spécifiques encore plus grandes, soit de l'ordre de plusieurs milliers.

L'énergie électrique serait fournie par un réacteur, et le moteur pourrait être réalisé de plusieurs différentes façons. Le plus simple, en principe, est le moteur électrothermique dans lequel le gaz est chauffé à très haute température, soit dans un arc électrique, soit dans un tube de tungstène chauffé à blanc.

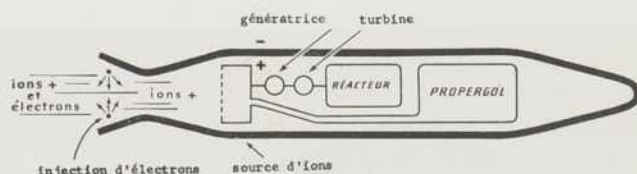


Fig. 6. Propulsion électrostatique.

La figure 6 montre le principe du moteur électrostatique. Au fond, c'est un accélérateur de particules comme on en utilise pour la physique nucléaire. Le gaz est bombardé par des électrons dans la source, et les ions ainsi formés sont accélérés vers la tuyère d'où ils sont éjectés à grande vitesse.

Il se présente une complication du fait qu'avec un tel dispositif la fusée deviendrait fortement négative puisqu'elle perdrait les charges positives des ions. Les ions seraient alors attirés vers la fusée et la force de propulsion serait annulée. Il faut donc neutraliser la charge du faisceau d'ions en y injectant des électrons comme sur la figure.

Jusqu'à présent, toutes les fusées utilisent la propulsion chimique.

### Caractéristiques des principales fusées américaines d'intérêt scientifique

**SCOUT** : 4 étages, propergol solide. Les poussées des divers étages sont comme suit : premier étage, 86,000 livres ; deuxième, 64,000 livres ; troisième, 23,000 livres ; quatrième, 3,000 livres. Hauteur, 65 pieds ; diamètre maximum, 3.3 pieds. Peut lancer un satellite de 220 livres sur une orbite à 300 milles d'altitude.

**DELTA** : 3 étages à kérosène et oxygène liquide : 170,000 livres, 7,700 livres, 2,800 livres. Hauteur, 88 pieds ; diamètre maximum, 8 pieds. Satellite de 800 livres sur une orbite de 350 milles.

**THOR-AGENA B** : 2 étages, premier étage à kérosène et oxygène liquide et deuxième étage diméthylhydrazine et acide nitrique ; 170,000 livres et 16,000 livres. Hauteur, 76 pieds ; diamètre, 8 pieds. Satellite de 1,600 livres sur une orbite de 300 milles. A servi au lancement du satellite canadien.

**ATLAS D** : Possède trois moteurs qu'on allume dès le lancement. Les deux moteurs extérieurs tombent une fois épuisés après quelques minutes. Kérosène et oxygène liquide, 367,000 livres au départ. Hauteur, 72 pieds ; diamètre maximum, 10 pieds. Satellite de 2,700

livres à 100 milles. A servi aux trois lancements de satellites habités.

**ATLAS-AGENA B** : Le premier étage est une ATLAS. Le deuxième est le même que celui de THOR-AGENA B. Hauteur, 91 pieds ; diamètre maximum, 10 pieds. Satellite de 6,000 livres sur une orbite de 300 milles, ou satellite de 425 livres vers Mars ou Vénus.

Plusieurs autres fusées sont à divers stades d'étude ou de construction : TITAN II, TITAN III, CENTAURE, SATURNE, SATURNE B, et NOVA. Cette dernière aura environ 300 pieds de hauteur et 50 pieds de diamètre. Elle servira, entre autres choses, à transporter des hommes et des appareils sur la Lune... Avis aux agences de voyage !

## Le chant de l'oiseau

par Wilfrid GABORIAULT

Une promenade dans les prés ou les bois en quête d'oiseaux, risque souvent de nous décevoir. Plusieurs, sans doute, se laissent aisément identifier ; de nombreux autres, élusifs, habiles à se dissimuler au sein des branches ou des herbes esquivent nos plus actives recherches.

En ce cas une meilleure connaissance des *cris* ou *chants* de l'oiseau nous eût grandement servis. Car, nerveux, mobile, l'oiseau est rarement discret, même durant les rudes saisons de fin d'automne ou d'hiver. A travers l'espace, à travers les taillis, en toute saison, sa voix doit franchir les obstacles, atteindre ses semblables.

Si sa voix ou sa virtuosité font défaut, à cause de la saison ou par atavisme, on voit parfois l'oiseau y suppléer par des sons mécaniques. Qui ne connaît par

exemple ces « roulades » sonores du Pic doré (*Colaptes auratus*), du Pic maculé (*Sphyrapicus varius*) ou du Pic chevelu (*Dendrocopos villosus*), martelées sur l'arbre creux et sec, le poteau de clôture, parfois même sur l'antenne de télévision. Ces « chants » frustes ajoutent à leur langage normal manifestement indigeste une note sentimentale ressentie par le conjoint aux écoutes... La Bécassine ordinaire (*Capella gallinago*) [Fig. 1] se sait peu disert. Ses rares *rèsch-rèsch* chuintants et gutturaux lorsqu'elle s'envole devant un observateur trop curieux, peuvent bien saisir ce dernier, bloquer momentanément ses réflexes, mais ils n'ont rien d'harmonieux. Et pourtant les airs chevrotants, mystérieux et non dénués d'harmonie que lance cette casanière en avril au-dessus des prés humides, sont bien connus. Elle se contente alors, dans de longues glissades obliques sur l'air, d'étaler sa queue aux rectrices latérales fort écartées. L'air fait vibrer ces « languettes » de façon plus ou moins intense, plus

ou moins aiguë, suivant la hauteur ou l'angle de la descente [Fig. 2]. La Bécasse américaine (*Philohela minor*), mais cette fois avec les rémiges de ses ailes, crée elle aussi des sons mécaniques; l'un de ses sons ressemble au fameux « peent » de l'Engoulevent commun. Certains canards, tel le Canard siffleur d'Amérique (*Mareca americana*), l'Engoulevent commun (*Chordeiles minor*), quelques perdrix et faisans, la Tourterelle triste (*Zenaidura macroura*), font de même avec leurs rémiges un peu étroites, mais de façon moins bruyante. Notre Gélinothe huppée (*Bonasa umbellus*) pour sa part n'imité aucun oiseau lorsqu'elle tambourine à l'époque des nids. S'immobilisant sur une bûche, la même souvent d'une saison à l'autre, elle fait battre ses ailes suivant un tempo de plus en plus accéléré. Ces battements qui finissent en tempête font songer à une machine à vapeur progressant d'une vitesse nulle à sa vitesse de régime. Certains ont prétendu que la Gélinothe se frappait les ailes l'une contre l'autre. D'autres, qu'elle les frappait plutôt contre la bûche. Arthur A. Allen, récemment, à l'aide d'un film projeté au ralenti, a prouvé qu'il s'agissait simplement du choc « foudroyant » de l'aile sur l'air.

Ces sons mécaniques sont évidemment l'exception. Rigides, peu versatiles, ils ne sauraient se substituer aux mille et une modulations de la voix, chez l'oiseau essentiellement actif, évoluant au sein d'une nature souvent hostile.

Aussi pour traduire toutes ces inflexions, convient-il que l'organe de la voix soit puissant, versatile, se prêtant volontiers aux fantaisies vocales. La nature y a pourvu d'excellente façon.

## La voix chez l'oiseau

Chez l'homme (le mammifère...) et l'oiseau, en effet, un tube annelé, la *trachée*, relie les bronches à la bouche ou au bec. Mais l'air expulsé des poumons est modulé de façon bien différente. C'est près de la bouche, à la partie supérieure de la trachée, à l'aide des cordes vocales du larynx (pomme d'Adam) que vibre la voix humaine. Cette modulation chez l'oiseau s'effectue à la partie inférieure, tout près des bronches, dans ce qui s'appelle le syrinx [Fig. 3]. Cette « boîte à musique » est assez complexe chez les bons oiseaux chanteurs sans être pour autant un indice infaillible. A preuve, les Geais bleus (*Cyanocitta cristata*) et les Corneilles (*Corvus brachyrhynchos*), bien nantis en ce domaine, à opposer aux Huarts à collier (*Gavia immer*), aux Pluviers, dorés (*Pluvialis dominica*) et à ventre noir (*Squatarola squatarola*), aux Barges hudsoniennes (*Limosa haemastica*), aux Mau-bèches des champs (*Bartramia longicauda*), et autres

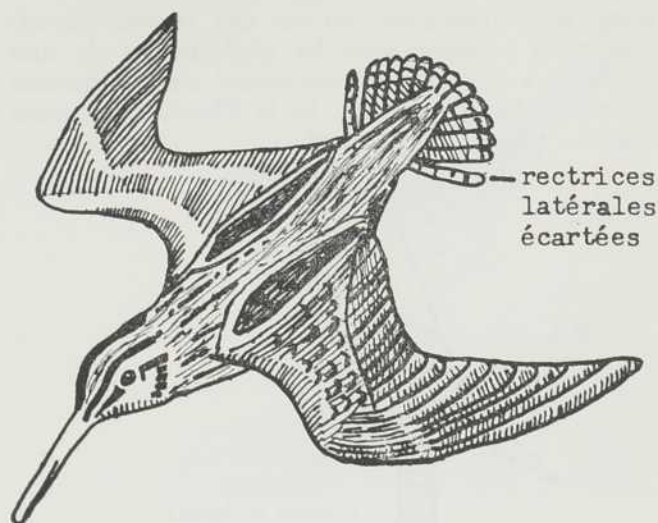


Fig. 1. La Bécassine ordinaire en vol nuptial. Le son est provoqué par la vibration des rectrices latérales. (Dessin adapté de Manson-Bahr, d'après Noël Mayaud).

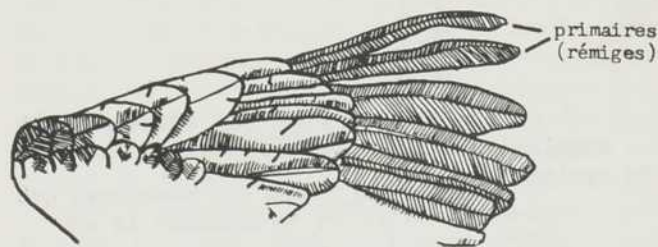


Fig. 2. Les primaires (rémiges) étroites de l'aile de la Bécasse américaine. (D'après T.S. Roberts).

chanteurs de même veine, plus mélodieux, malgré leur syrinx rudimentaire.

Au sortir de la trachée, véritable boîte de résonance, la voix amplifiée, renforcée, porte à de surprenantes distances. Surprenantes, certes, si l'on songe, par exemple, au Troglodyte des forêts (*Troglodytes troglodytes*) dont l'incomparable et énergique mélodie semble sans rapport avec la taille lilliputienne.

Il y a mieux : chez l'oiseau, les poumons sont plutôt petits, mais ils ne sont pas tout l'appareil respiratoire. Au lieu de se terminer en culs-de-sac dans une enveloppe pulmonaire délimitée, ils se prolongent en sacs aériens dans nombre de cavités et jusque dans les os, assurant à l'oiseau et une légèreté exceptionnelle et une réserve d'air quasi inépuisable. Le Bois-pourri (*Caprimulgus vociferus*), cet intarissable bavard, qui peut enfile plus de 300 « bois pourris », apparemment

d'une seule respiration, en est une vivante illustration. Ceci explique aussi les performances de tous ces voiliers qui, tout en poursuivant un vol épuisant, chante de façon constante, tel le Chardonneret jaune (*Spinus tristis*), par exemple.

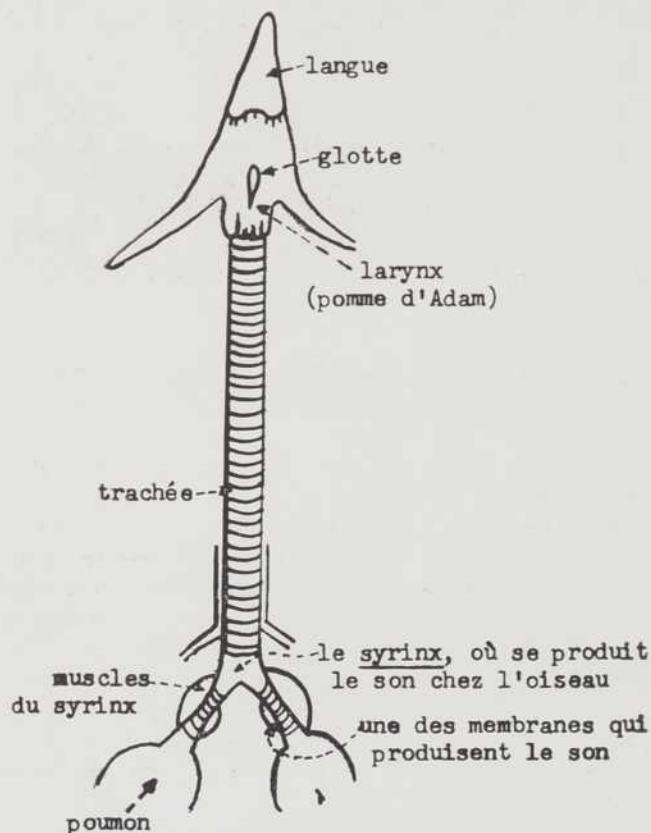


Fig. 3. La voix de l'oiseau prend origine dans le syrinx et non dans le larynx. (D'après A.A. Allen).

Tout comme l'homme avec ses cordes vocales, l'oiseau varie «l'amplitude, l'intensité, la hauteur du son, par allongement, raccourcissement, compression de son appareil vocal» (Noël Mayaud). Enfin, chez certaines espèces la trachée prend des proportions inusitées. Au Canada, cette trachée est si longue — plus de quatre pieds — chez nos Grues et nos Cygnes, qu'elle doit s'enrouler plus d'une fois dans la région du sternum [Fig. 4] avant de ressortir près du larynx (partie supérieure). Voilà donc deux familles chez qui la discrétion est méritoire...

## Cris et chants

Il existe une réelle différence, chez l'oiseau, entre le cri et le chant. Différence difficile à saisir chez des

espèces pauvrement douées; plus tangibles chez d'autres. Presque tous peuvent lancer des cris, tandis que le chant, comme tel, est refusé à plusieurs. Le cri en effet est l'expression d'émotions simples; son sens est bien déterminé. Il est souvent monosyllabique ou peu s'en faut. Alors que le chant, suivant l'esthétique propre de l'espèce ou de l'individu, est plus figolé, plus varié, et court ou prolongé, se veut musical.

Le gloussement de la poule, le roucoulement de la Tourterelle triste (*Zenaidura macroura*), les cocoricos du coq, les kâ-kâ de la Corneille américaine (*Corvus brachyrhynchos*), les tchics énergiques du Pinson fauve (*Passerella iliaca*), sont tous des cris au même titre que le miaulement du chat ou l'aboïement du chien. Mais toute la gamme des cris, fort étendue, constitue, pour la gent ailée, la langue de communication courante. Ainsi, il y a tous ces cris d'appel : du jeune à ses parents ou vice-versa, de l'adulte à son compagnon, du migrateur à ses «copains» de croisière; il y a les cris d'angoisse, précipités, pathétiques, déchirants, des parents ou de leurs jeunes en péril; il y a les cris d'alarme, ennuyeux et exagérés du Pluvier kildir (*Charadrius vociferus*), normaux des parents devant leur niche menacée; il y a les cris de menace à l'agresseur réel ou imaginaire : tels ceux de la Corneille à l'adresse du Grand Duc (*Bubo virginianus*), du Tyran tritri (*Tyrannus tyrannus*) envers la Corneille, du Carouge à épaulettes (*Agelaius phoeniceus*) face au mardaudeur dangereusement proche.

Selon la saison ou les circonstances, ces cris peuvent devenir chuchotements, plaintes, conversations intimes, défis, etc... Distinguer tous ces cris, les traduire de façon fidèle et scientifique, est même devenu en des temps relativement récents, l'étude d'une pléiade d'ornithologues, désireux de pénétrer plus avant dans l'intime de l'oiseau.

Mais vienne l'heure des tendresses printanières. Suivant son hérédité, le mâle redécouvre, pour charmer ou retenir sa compagne, des accents neufs où perce un véritable souci d'esthétique. Ces modulations harmonieuses ne sont connues que «chez les oiseaux des régions tempérées, et n'atteignent leur apogée que chez les passereaux des buissons et des taillis» (Léon Bertin).

Chez certaines espèces, cet effort musical s'apparente au cri même s'il est plus prolongé. Mais à l'oreille exercée leur chant est plus mélodieux, et respire le printemps. Telles sont les performances du Pinson des prés (*Passerculus sandwichensis*), du Junco ardoisé (*Junco hyemalis*), du Pinson familier (*Spizella passerina*) et consorts. Mais chez le plus grand nombre de nos Passereaux : Grives, Merles, Fauvettes, Orioles, Sturnelles, Tangaras, Gros-Becs, Chardonnerets, Pinsons, l'effort artistique digne de tous éloges, se distingue nettement des cris habituels. Cette cons-

science de l'exécutant frappe même l'auditeur distrait qui ne peut s'empêcher d'admirer...

En général, sauf de notables exceptions, comme le Phalarope où c'est le contraire, le mâle seul excelle au chant. Nombreuses sans doute sont les raisons qui l'incitent à chanter. A l'arrivée, au printemps, il lui faut d'abord délimiter son territoire. Aussi use-t-il alors du seul moyen dont il dispose. A tous il clamera donc à la ronde : «C'est moi le maître du canton, passez outre». Les poursuites s'entremêlent alors au chant, pour établir ce point primordial. Si le territoire est restreint et les individus nombreux, il y aura de quoi combler l'auditeur. En second lieu, le mâle doit faire des façons à la femelle. Pour la conquérir en tout premier lieu ; pour la retenir parfois car elle peut être volage ; pour tromper l'attente fastidieuse durant la longue couvée ; pour exprimer en des strophes parfois émouvantes les liens d'amour tissés entre eux au long d'épreuves communes. Enfin qui pourrait douter que le chant ne traduise souvent ou une grande euphorie ou un trop-plein d'énergie. Les admirables concerts des deux Grives : celle des bois, et la solitaire, le prouvent amplement, au lever ou à la chute du jour. Sans hâte, indiciblement belles, leurs strophes se déroulent alors dans une paix ambiante qui décuple le plaisir des auditeurs attentifs.

Dans le désir probablement de se faire mieux entendre, le chantré ailé choisit souvent une perche plus ou moins élevée. En certains cas, il semble rester sur le sol. Ainsi, l'Alouette cornue (*Eremophila alpestris*), la Sturnelle des prés (*Sturnella magna*), le Pipit commun (*Anthus spinoletta*), le Pinson des prés (*Passerculus sandwichensis*) et le Pinson vespéral (*Poecetes gramineus*) s'exécutent, croyez-vous, le long des sillons où ils trottent. Il y a souvent gros à parier qu'ils le font à même une légère éminence : tige, motte ou caillou... sinon sur le poteau ou le fil de la clôture. D'autres pinsons, de même que les passereaux, en général, élisent pour ce faire les arbres ou les arbustes. Le fait des Viréos et de certaines Fauvettes est bien connu ; souvent on a peine à les entrevoir à la



Le Pinson chanteur.

cime des arbres où la nerveuse recherche de l'insecte est entrecoupée de chants courts et sans apprêts. En cette matière, les attitudes des moucherolles sont remarquables. Le Phoebe (*Sayornis phoebe*) par exemple ne se tient jamais loin d'un pont ; le Pioui (*Contopus virens*) entre deux becquées d'insectes happées au vol, revient à sa branche dégarnie de feuilles, pour sa plaintive mélodie. Le Tyran tritri (*Tyrannus tyrannus*), lui, est un guerrier qui aime embrasser d'un coup d'oeil tout le champ de bataille ; il s'installe donc à la cime des arbres pour trisser et surveiller son ennemi la Corneille... Mais la liste pourrait ainsi s'allonger, soulignant certains goûts, certaines préférences, ataviques, sinon simplement utilitaires, chez la plupart.

Plusieurs oiseaux aiment chanter en plein vol. Citons par exemple le Tyran tritri (*Tyrannus tyrannus*), l'Alouette cornue (*Eremophila alpestris*), la Corneille américaine (*Corvus brachyrhynchos*), la Mésange à tête noire (*Parus atricapillus*), le Gros-bec errant (*Hesperiphona vespertina*), le Roselin pourpré (*Carpodacus purpureus*), le Gros-bec des pins (*Pinicola enucleator*), le Sizerin à tête rouge (*Acanthis flammea*), le Chardonneret des pins (*Spinus pinus*), le Chardonneret jaune (*Spinus tristis*), le Bruant lapon (*Calcarius lapponicus*) et le Plectrophane des neiges (*Plectrophenax nivalis*)... Certains ont deux chants, l'un au sol, l'autre en plein vol. C'est le cas bien remarquable de la Sturnelle des prés (*Sturnella magna*).

Dans la beauté du chant des oiseaux il existe des degrés. Celui du printemps est évidemment le plus sonore et harmonieux. Mais encore là, interviennent des nuances. A certaines périodes, le mâle semble se surpasser. Soudain, à tire d'ailes, il s'élance vers le ciel pour redescendre bientôt vers le sol, toutes ailes vibrantes, un peu à la manière d'une feuille morte, déversant à l'adresse de sa compagne un flot de notes

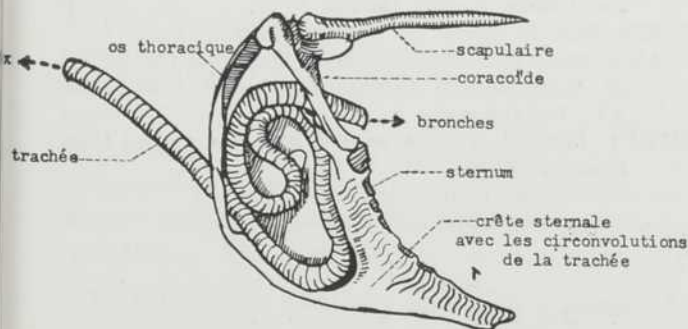


Fig. 4. La trachée et le sternum de la Grue. (D'après Portmann).

pressées, sonores, d'une beauté ravissante. C'est le soliste à son meilleur. Les plus connus de ces survoltés sont : l'Alouette cornue (*Eremophila alpestris*), le Goglu (*Dolichonyx oryzivorus*), le Troglodyte des forêts (*Troglodytes troglodytes*), le Roselin pourpré (*Carpodacus purpureus*), le Bec-croisé à ailes blanches (*Loxia leucoptera*) et le Pinson chanteur (*Melospiza melodia*). Ce chant est souvent nommé le chant de l'extase.

Certains oiseaux peuvent chanter toute l'année; ceux qui chantent en plein vol sont de ce nombre. En hiver c'est même notre seul moyen de les repérer. Mais plus généralement, les espèces ne chantent que deux ou trois mois, durant la période de reproduction. Le reste du temps, ils ne font que crier.

L'heure du jour, la température, la clarté, sont des facteurs qui agissent puissamment sur l'intensité ou la fréquence (répétition) des chants. Un temps calme et un peu frais avec un rien d'humidité, sourit au chanteur qui s'exécute alors à plein gosier. Dès deux heures du matin parfois, en juin ou juillet, l'hirondelle puis le merle, puis les fauvettes ou les moucherolles entrent, chacun à leur tour, dans la ronde assourdissante et joyeuse. Au lever du soleil, le concert est universel. La courbe des chants atteint alors un maximum qui décroîtra insensiblement jusqu'à 10 heures, alors que dans la chaleur devenue oppressante, les solistes se seront tus. Parmi les plus tenaces que ne rebutent ni la chaleur ni la lumière aveuglante, il convient de citer cet incorrigible bavard, le Viréo aux yeux rouges (*Vireo olivaceus*). Vers le soir, dans la fraîcheur revenue, les voix vont reprendre jusqu'au seuil de la nuit avec toutefois moins de force qu'à l'aurore.

Des matins froids, tels ceux de la fin de juillet ou du début d'août, font taire l'oiseau, qui attendra une température un peu plus chaude. La lumière également n'est pas sans influence. Si le soleil est caché par les nuages, le chant démarre plus tardivement. Il en est de même pour l'oiseau nocturne qui préfère les «ciels piqués d'étoiles» aux «ciels ténébreux». Le Huart commun (*Gavia immer*), le Grand Duc (*Bubo virginianus*), le Bois-pourri (*Caprimulgus vociferus*), le Bihoreau à couronne noire (*Nycticorax nycticorax*), même s'ils chantent par temps couvert, semblent le faire plus volontiers autrement.

Comme les humains, les oiseaux ont leurs chantres de grande classe. La Grive solitaire (*Hylocichla guttata*) par exemple, est une espèce renommée en ce domaine. Mais certains individus sont plus excellents que d'autres. Discerner ces individus procure à l'oreille exercée des jouissances qui en valent bien d'autres.

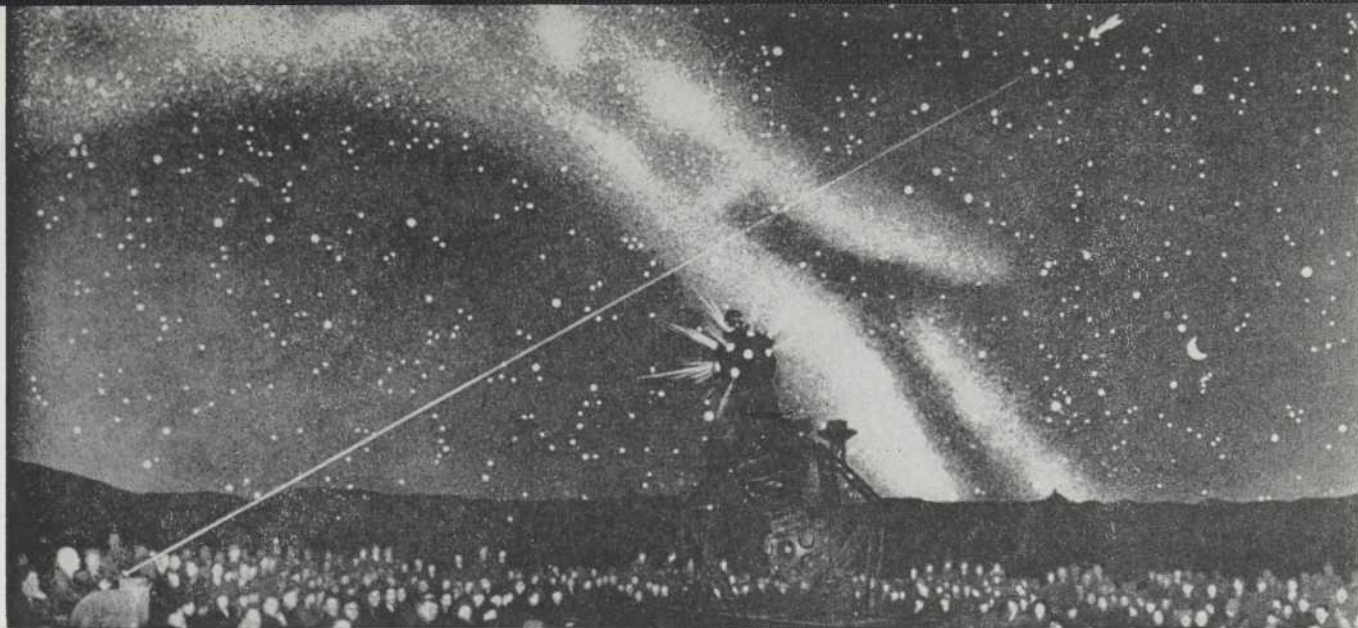


Le Pluvier kildir.

Enfin, les variétés du chant chez l'oiseau sont parfois stupéfiantes. Mme Nice, une ornithologue de grande classe, n'écrit-elle pas dans un de ses volumes, qu'elle a pu enregistrer d'un même Pinson chanteur (*Melospiza melodia*) plus de 2000 variantes de son chant, ou plus précisément, 2000 mélodies différentes. Un autre exemple bien connu est celui du Merle américain (*Turdus migratorius*). Versatile à souhait, son chant se plie aux circonstances d'une vie éminemment active. Mais jamais, par exemple, a-t-il plus d'éloquence qu'avant une pluie imminente. Toutes les parties de son chant bien liées et sans note discordante expriment alors une facette émouvante de son grand talent musical.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, A. Arthur. *The Book of Bird Life*. D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey.
- ALLEN, G. M. *Birds and their Attributes*. Dover Publ. N. Y.
- BERGER, Andrew J. *Bird Study*. John Wiley & Sons. N. Y.
- BERTIN, Léon. *La vie des animaux*. Larousse, Paris. Vol. 2.
- CRUICKSHANK, Allan and Helen. *1001 Questions Answered about Birds*. Grosset Dunlap, N. Y.
- DORST, Jean. *Le monde des oiseaux*. Hachette, Paris.
- GRASSE, Pierre-P. *Traité de zoologie*. Masson & Cie, éd. Paris. Publié sous la direction de Pierre-P. Grassé. Vol. XV : Les Oiseaux.
- HICKEY, Joseph J. *A Guide to Bird Watching*. Oxford Univ. Press, N. Y.



Une photo montrant l'intérieur de la salle d'un *planétarium*.

L'ensemble des projecteurs est au centre. La reproduction des corps célestes s'obtient à l'aide de projections lumineuses

envoyées sur la coupole; les projecteurs étant animés de mouvements de translation et de rotation. Un guide, à gauche, dirige les projections et désigne des points particuliers dans ce « ciel » artificiel.

## Un "planétarium" sera bientôt construit à Montréal

par Roland PRÉVOST

Grâce à la générosité d'un mécène, Montréal sera enfin doté d'un *planétarium*. Il y a quelques semaines déjà, les dirigeants de la Brasserie DOW annonçaient cette heureuse nouvelle. Les travaux de construction du planétarium commenceront à l'automne prochain et seront terminés en 1965 avec l'installation du plus récent modèle de *projecteur Zeiss*.

On a répété et écrit que, parmi les moyens audiovisuels d'enseignement populaire, il n'en est pas de plus fascinant ni de plus puissant que le *planétarium*. Cette affirmation est difficilement contestable. Il est certain que le *planétarium*, par son extraordinaire réalisme et la variété de ses démonstrations, devient indispensable pour faire comprendre le domaine fascinant de l'astronomie comme pour expliquer la recherche et l'exploration spatiales.

Le *planétarium* étant une institution inconnue chez nous, tentons d'en retracer en quelques lignes l'histoire et les principes du mécanisme.

L'idée de reproduire le globe terrestre, puis notre système planétaire *géocentrique* ou *héliocentrique* (1) remonte très loin dans l'histoire. L'apparition du système copernicien — beaucoup plus simple que le système de Ptolémée — suscita après le 16e siècle une prolifération de « planétaires », terme aujourd'hui réservé à la reproduction *mécanique* seulement des mouvements planétaires.

Il n'y a guère plus d'une quarantaine d'années qu'un savant allemand, Walter Bauersfeld, proposa une solution ingénieuse joignant des procédés *optiques* aux procédés *mécaniques*; depuis, on n'a fait que perfectionner — admirablement — son invention sans en changer le principe. Ce principe est le suivant: un ensemble compliqué de projecteurs, placé au centre géométrique d'une grande coupole, y reproduit fidèlement le mou-

(1) *Géocentrique* signifie: qui se rapporte au centre de la Terre comme point de comparaison; ex., «la distance géocentrique des planètes». (Tiré du préfixe *géo*, du grec *gê*, terre; et centre). Mouvement géocentrique: mouvement apparent d'un astre autour de la Terre comme centre.

*Héliocentrique*, tiré du préfixe *helios*, grec, soleil. Qui a le Soleil pour point de départ: la distance héliocentrique des planètes. Mouvement héliocentrique: mouvement de translation des planètes autour du Soleil.

vement des corps célestes tel que dans la nature elle-même. La principale caractéristique de cette invention, c'est que la construction *mécanique* des mouvements planétaires comprend le système héliocentrique de notre monde, tandis qu'en même temps la projection *optique* des planètes reproduit leurs mouvements géocentriques. De là l'emploi du mot *planétarium* plutôt que «stellarium» ou autre terme. Au mois d'août 1923 était inauguré le premier planétarium de Bauersfeld, sur le toit de l'usine Zeiss, à Iéna (ou Jéna), en Allemagne.

Le «planétarium Zeiss», comme celui que nous aurons à Montréal, permet la reproduction fidèle non seulement du déplacement planétaire dans l'espace, mais aussi dans le temps. C'est ainsi que l'on peut voir le ciel tel que le voyaient, par exemple, les Chaldéens, les Egyptiens, les Aztèques ou autres anciens peuples versés en astronomie. De même, le ciel tel qu'il est ou qu'il sera visible dans des milliers d'années à Montréal ou en tout autre point géographique.

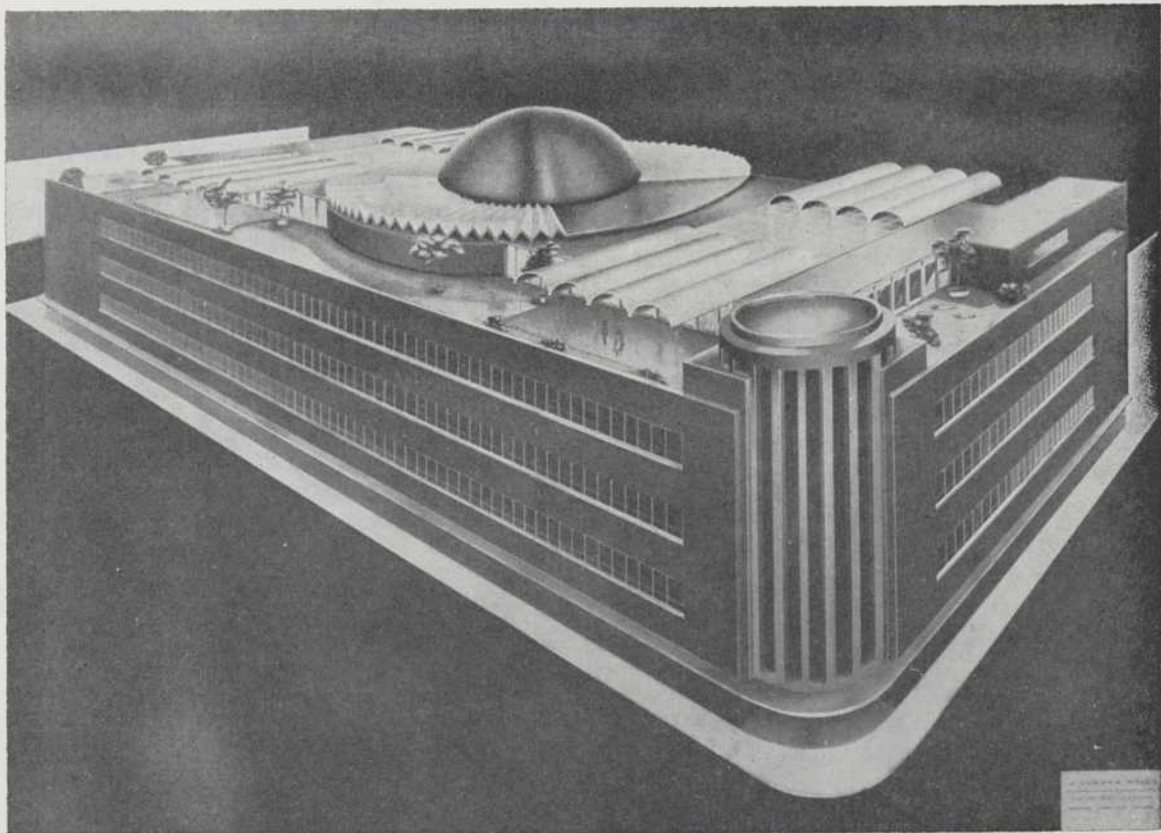
Sous le dôme du planétarium peuvent apparaître, avec une fidélité impressionnante, des phénomènes célestes ou atmosphériques : aurores boréales, comètes, phases de la Lune, étoiles filantes, lumière zodiacale, éclipses, etc. Impossible d'énumérer ici tous les «spectres» astronomiques réalisables au moyen du plané-

tarium Zeiss. En voici quelques-uns : 8,900 étoiles jusqu'à la grandeur 6.5, le méridien, l'équateur céleste, les cercles de 24 heures pour les ascensions droites, mouvement diurne du ciel, mouvements géocentriques du Soleil, de la Lune et des cinq planètes, etc.

L'une des démonstrations qui intéressent le plus les spectateurs, c'est celle des anciennes théories cosmogoniques. Par exemple, on constate que la Grande Ourse était vue autrement par les Grecs au temps d'Homère, que leur conception de l'univers ne vaut plus aujourd'hui. Le planétarium peut aussi vérifier les observations d'Hipparque qui, plus d'un siècle avant notre ère, avait compilé un catalogue d'étoiles et reconnu le phénomène de la précession.

Le planétarium, en plus d'être le centre d'une véritable institution d'enseignement, est un instrument véritablement *universel*, c'est-à-dire qu'il nous transporte véritablement dans l'espace et dans le temps, que sa versatilité ouvre une fenêtre sur les multiples aspects du monde céleste. A cause de tout cela, le planétarium collabore à l'éducation populaire — comme à toute autre forme d'éducation — d'une façon inestimable. Si bien que l'astronome suédois Stromgren a pu écrire : «Je suis convaincu qu'un jour ou l'autre tous les principaux centres culturels auront un planétarium.»

Photographie d'une maquette de l'édifice DOW montrant le projet du planétarium dont la construction débutera bientôt, à Montréal.



La réalisation du planétarium Dow a été confiée à M. Pierre GENDRON, vice-président de la compagnie et ex-doyen de la Faculté des Sciences à l'Université d'Ottawa. Le Dr GENDRON prévoit qu'environ 150.000 personnes visiteront le planétarium chaque année.

«Nous prêterons notre concours aux universités et aux commissions scolaires, dit-il, en organisant des conférences sur l'astronomie aux stades élémentaire, intermédiaire et avancé.»

### Les principales parties du « planétarium Zeiss »

C'est au moyen de ce précieux appareil que les phénomènes astronomiques sont « illustrés » dans la salle du planétarium. Le « planétarium Zeiss » est placé au centre d'une grande salle circulaire. Au moyen de ses nombreux projecteurs, l'appareil projette les phénomènes astronomiques au plafond en coupole de la salle qui rappelle le ciel d'un hémisphère.

1- Ampoules et 15 projecteurs pour chacun des hémisphères nord et sud, indiquant les noms des constellations et les cercles de précession ; 2- ampoules et 16 projecteurs pour chacun des hémisphères, indiquant les étoiles ; 3- projecteur pour marquer les étapes ou phases de l'année ; 4- ampoules et 6 projecteurs pour l'équateur, l'écliptique, les cercles horaires et les pôles ; 5- trois moteurs pour le mouvement annuel ; 6- lumière blanche et bleue pour l'éclairage du dôme de la salle ; 7- projecteur pour produire la lueur de l'horizon ; 8- l'indicateur de la latitude ; 9- moteur pour montrer le ciel à une latitude donnée ; 10- les projecteurs pour la Voie Lactée, nord et sud ; 11- groupe de 45 projecteurs spéciaux : 1 pour Sirius, 41 pour les autres étoiles brillantes et 3 autres projecteurs pour des étoiles variables : Algol, Mira et Delta du Céphée ; 12- les projecteurs pour le Méridien ;

13- disque supportant les 45 projecteurs du no 11, pouvant les orienter vers l'hémisphère nord ou sud ;

14- deux projecteurs pour Jupiter ;

15- deux projecteurs pour Mars ;

16- deux projecteurs pour Vénus ;

17- deux projecteurs pour Mercure ;

18- compteur pour la précession ;

19- deux moteurs pour le mouvement quotidien ;

20- un des quatre jeux de pièces qui assurent la rotation du planétarium ;

21- deux projecteurs pour la Lune ;

22- cinq projecteurs pour le Soleil, les aurores, la lumière zodiacale, etc. ;

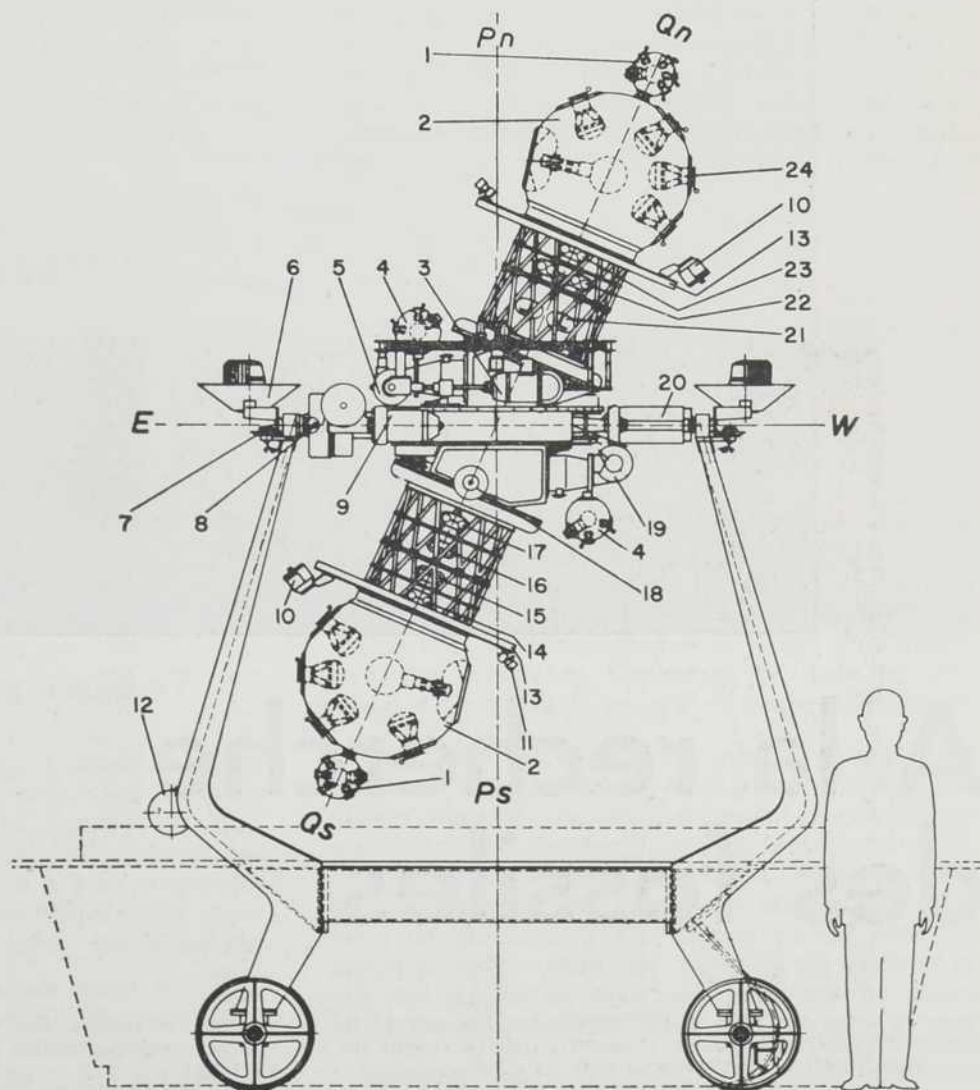
23- deux projecteurs pour Saturne ;

24- un des 32 projecteurs pour les étoiles ;

Pn-Ps : l'axe polaire ;

Qn-Qs : l'axe de précession.

(Dessin extrait de la brochure *The Planetarium*, by Dr I.M. Levitt, Fels Planetarium of The Franklin Institute, Philadelphia, U.S.A., 1962.)





# A la recherche des fossiles

par René BUREAU

Photo de cette page : un fossile de l'Ordovicien moyen, le trilobite *Flexicalymene senaria* (Conrad), traité à l'oxyde de magnésium pour en faire ressortir tous les détails.

Maintenant disparus, les trilobites constituent un fort pour-

centage des fossiles. Ces crustacés *trilobés* (en trois lobes) vivaient en grand nombre au début de l'ère Paléozoïque, soit au Cambrien, il y a quelque... 500 millions d'années. La plupart des espèces ne dépassaient pas 8 centimètres de long et les géants n'excédaient pas 60 centimètres.

Il vous est sans doute arrivé de visiter quelques-uns des grands musées du Canada et des États-Unis, où on a réuni d'abondantes collections de minéraux, de roches et de fossiles. Vous avez certainement été émerveillés d'y voir les richesses que contenait le sous-sol de notre planète. Les fossiles, pour leur part, ont dû attirer votre attention de façon particulière et frapper votre imagination.

Personnellement, je me souviens qu'à l'occasion du deuxième congrès de l'ACFAS, tenu à Québec en 1934, l'abbé J.-W. Laverdière, professeur de Géologie à l'Université Laval, avait exposé dans une salle de cette institution, une magnifique collection de fossiles rapportés d'Europe. Comme je les ai regardés ces fossiles et comme je me suis posé mille questions sur leur origine ! J'avais bien lu quelque part certains textes où il était question de fossiles, mais ce que j'hésitais à admettre, c'était les millions d'années d'existence que l'on accordait à ces restes pétrifiés d'animaux et de plantes.

Jusqu'à ce moment-là, je n'avais appris à juger les choses qu'à l'échelle humaine. Cent ans, c'était un sommet qui n'était que rarement dépassé par aucune forme vivante. Aussi, mon esprit s'adaptait-il mal au calcul des temps géologiques où tout se pense à coups de millions d'années !

Bien des mystères se dissipèrent peu à peu, à compter du jour où l'abbé Laverdière, que j'avais enfin connu, me renseigna sur les fossiles et sur la science qui les décrit, la *Paléontologie*.

Une des premières choses que j'appris à mon grand étonnement, c'est qu'il existait des fossiles ailleurs qu'en Europe, et que dans ce domaine, le Canada et la province de Québec en particulier étaient bien pourvus.

## Qu'est-ce qu'un fossile ?

Lorsque, pour la première fois, on entend parler de fossiles, la question logique qui nous vient à l'esprit est la suivante : *Qu'est-ce qu'un fossile ?* Eh bien, disons tout d'abord que ce terme est appliqué aux restes d'animaux et de plantes ou à leurs empreintes qui ont été ensevelis dans les couches terrestres avant la période géologique actuelle, et qui s'y sont conservés.

Pour que certains corps organisés soient ainsi préservés à l'état fossile, il faut qu'aussitôt après leur mort, ils soient ensevelis sous des matériaux protecteurs et soustraits par ce fait à l'action de l'atmosphère. Même sous ces conditions, les parties tendres des orga-

nismes sont rarement conservées. Divers agents chimiques et physiques sont causes directes de la disparition des espèces animales et végétales à travers les âges.

On se fait une excellente idée du faible pourcentage d'individus retrouvés « au complet », à l'état fossile, en se promenant tout simplement le long d'une plage. Il est facile d'observer en pareil endroit, que l'effet mécanique des vagues et des marées, brise et anéantit des quantités formidables de coquillages, de crustacés (homards, crabes, etc.), oursins, étoiles de mer et autres formes marines qui par le fait même, ont perdu leur chance d'être conservés à l'état fossile. En examinant de près une poignée de sable, on s'aperçoit que ce sable est rempli de débris animaux de toutes sortes. Rarement y trouve-t-on des organismes complets.

Divers types de matériaux constituent d'excellents milieux de conservation, comme les *calcaires* et les *schistes* par exemple. Donc, les matériaux à grain fin sont les plus propices à protéger les corps et à en retenir leurs empreintes.

Dans certains cas particuliers, ce sont les marécages et les savanes, les étangs de goudron, l'ambre et la glace qui ont servi de lieu d'ensevelissement à plusieurs animaux anciens.

Outre les fossiles constitués par des ossements, des carapaces ou des coquillages, il y a aussi les empreintes gravées jadis par les animaux sur un sol mou, qui se solidifia plus tard pour devenir un banc rocheux, que le paléontologiste étudie. Il en tire souvent des conclusions intéressantes.

Tous ont entendu parler des *dinosaures*, ces énormes reptiles qui régnèrent sur notre planète durant l'ère Secondaire ou Mésozoïque. L'existence de ces créatures fut tout d'abord révélée à l'homme par les empreintes de leurs pattes, aperçues tout à fait par hasard par des cultivateurs et des carriers. C'est donc entre 1830 et 1835 que l'on découvrit pareilles empreintes dans le sud-est de l'Angleterre et dans la vallée du Connecticut, aux États-Unis. Cependant, ce n'est que plus tard que des savants s'en préoccupèrent sérieusement.

On attribua tout d'abord ces « signatures » soit à des oiseaux de grande taille, soit à des tortues. Disons qu'au Moyen Age, on vénait certains *tibias* énormes de mammouths comme ayant appartenu à quelque divinité. Les Grecs et les Romains eux-mêmes adoraient pareils ossements comme des reliques de certains héros fameux de leur histoire. Car, il faut bien le dire, l'opinion générale voulait que l'humanité ait dégénéré et que nos lointains ancêtres mesuraient trois ou quatre fois notre taille actuelle !

Beaucoup plus récemment, des fouilles systématiques organisées dans diverses régions d'Europe et



Fig. 1. Lits horizontaux de calcaire Trenton dans la carrière de Giffard, près de Québec ; un milieu propice à la recherche des fossiles.

d'Amérique ont révélé à l'attention des Paléontologistes, un très grand nombre de squelettes de dinosaure de taille respectable, dont la plupart ont d'ailleurs été reconstitués et sont maintenant conservés dans divers grands musées d'Histoire naturelle.

Au Canada, on a trouvé des restes fossiles de dinosaures dans la région de l'Alberta en particulier. Peut-être certains individus se sont-ils aventurés en direction de l'est, vers l'Ontario, mais on n'a jamais pu y retrouver leurs ossements si toutefois ils y sont morts.

A cette époque reculée, les provinces de l'Ontario, du Québec et des Maritimes étaient submergées, de sorte que les reptiles en question ne pouvaient y vivre. C'est pourquoi, dans notre province de Québec, on ne peut pas s'adonner à la «chasse» aux sauriens.

## Des fossiles dans le Québec?

Que reste-t-il alors de si intéressant dans notre province, pour celui qui veut s'adonner à la Paléontologie, soit en amateur ou en professionnel? Voilà une grande question qui amène évidemment une grande réponse. Cette réponse est si grande ma foi, qu'il me faudra revenir à plusieurs reprises dans les pages de cette revue pour vous la donner d'une façon suffisamment précise.

Pour l'instant, disons que si, au temps où vivaient les grands reptiles dans l'ouest canadien, le Québec par exemple était submergé, les choses se sont passées d'une façon toute différente au cours de l'ère Primaire ou Paléozoïque.

En ce temps-là, toutes nos régions étaient immergées. Dans cette mer qui couvrait notre province, vivait une faune marine offrant une très grande variété de formes. Au fond de cette mer, des sédiments de diverses natures se sont graduellement déposés, dans

lesquels ont été ensevelis des millions d'individus de toutes sortes. La déposition de ces sédiments se fit évidemment au cours de plusieurs millions d'années. A la fin de l'ère Primaire, on imagine que les eaux se retirèrent peu à peu de nos régions pour aller envahir d'autres secteurs. A la suite de cette retraite des eaux, divers phénomènes géologiques se sont produits, qui ont durci, soulevé et plié parfois les sédiments dont il a été question et dans lesquels s'étaient accumulés les carapaces, ossements et coquillages des millions d'animaux marins qui avaient vécu dans les eaux des mers primaires. Aujourd'hui, les géologues et les paléontologistes amateurs ou professionnels qui, à l'aide d'un piolet ou d'un simple marteau, brisent ces sédiments durcis, devenus des grès, des *calcaires*, des *schistes* ou des *conglomérats*, peuvent souvent y lire comme sur les pages d'un livre, et y trouver les preuves de ce qu'était notre province à l'époque où se sont déposés ces sédiments.

Pour ma part, j'ai toujours eu un penchant vers l'étude des fossiles. Le fait de trouver dans une roche sédimentaire des débris fossiles et de réaliser que je suis le premier être humain sur la terre à toucher à ces restes d'animaux vieux de plusieurs millions d'années, me procure un plaisir particulier. Vous éprouverez la même sensation, j'en suis sûr, lorsque vous aurez fait vos premières armes dans ce que j'appellerais un «sport» malheureusement trop ignoré par nos cercles de jeunes naturalistes et leurs adeptes.

N'allez pas croire que la chasse aux fossiles soit une étude, un «sport» réservé aux spécialistes en la matière. Beaucoup de personnes, jeunes et moins jeunes... qui ne savent pas trop quoi faire de leur corps certains jours d'été, pourraient tout aussi bien s'adonner à la recherche des fossiles. Cette occupation entraîne naturellement la lecture de manuels un peu spécialisés ou de volumes traitant d'Histoire naturelle. Cela n'est pas un mal. Au contraire, ceux qui auront ainsi choisi de regarder de plus près la nature, y gagneront de bien des façons. L'étude de la géologie et de la paléontologie surtout, même si la chose se fait en amateur, élargit souvent les cadres de la pensée et nous entraîne en dehors des bornes de nos connaissances présentes. Vous y apprenez, par exemple, à mieux évaluer le temps, et vous êtes peu à peu entraîné à corriger l'optique de votre pensée sur les idées d'évolution de notre planète et de la vie elle-même.

Une question que vous pourriez me poser : « C'est bien beau de raconter que des mers immenses ont autrefois recouvert nos régions et qu'elles ont ensuite retraité pour aller envahir d'autres lieux. Mais où sont donc passés tous les sédiments que ces mers anciennes ont laissés dans notre province ? » Voici ce que je vous répondrais.

Lorsque les eaux eurent quitté nos régions à la fin de l'ère Primaire, les sédiments mis à jour s'asséchèrent, se durcirent et souvent furent plissés et soulevés. Durant très longtemps, ces sédiments devenus des « roches sédimentaires », furent soumis aux forces de l'érosion : l'eau de pluie, l'eau de ruissellement, le froid et la chaleur, la suite des saisons et combien d'autres causes encore. Ces divers agents, tour à tour, modelèrent certaines roches, les brisèrent et parfois les usèrent jusqu'au point de les faire disparaître complètement. Ces débris de toutes sortes furent entraînés par les ruisseaux, les rivières, les fleuves qui se développent et plus tard, beaucoup plus tard, par les énormes glaciers qui recouvraient nos régions. De sorte qu'aujourd'hui, quantité de sédiments déposés au cours de l'ère Primaire sont disparus. Ce qui en reste a toutefois une certaine importance et couvre de grandes parties de notre province. Le plus fort pourcentage de ces roches sédimentaires se trouve cependant dans la vallée du St-Laurent, à l'exception de certains lambeaux qui existent soit le long des vallées de certaines rivières se jetant dans le fleuve actuel, soit autour de certains lacs intérieurs, comme le lac Saint-Jean, par exemple.

On considère que dans l'ensemble les roches sédimentaires ne couvrent environ que 10% de la surface de notre province. Malgré ce faible pourcentage, il reste suffisamment de terrain à explorer chez nous, pour vous fournir beaucoup d'agrément et des chances de trouver parfois des fossiles complets ou incomplets en excellent état de conservation.

Pour être pratique, il faudrait évidemment en arriver à donner des indications plus précises sur les régions

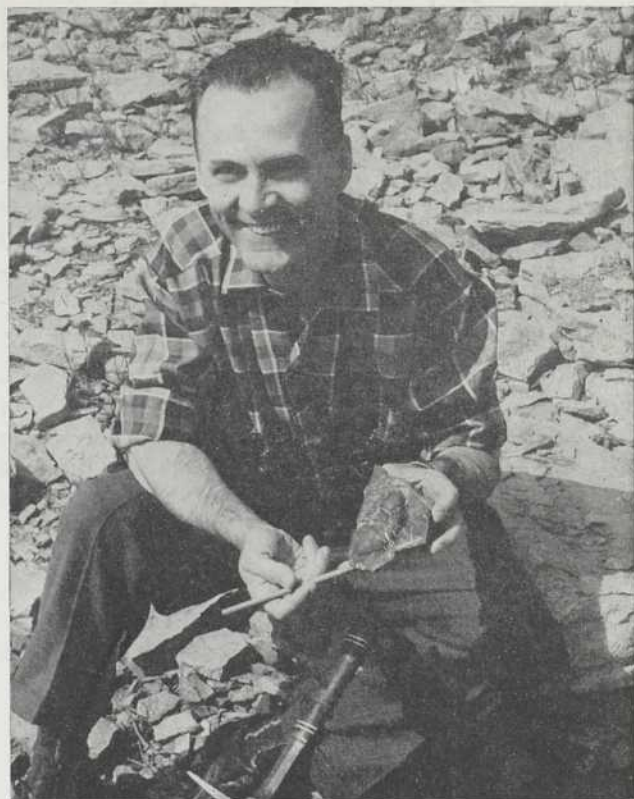
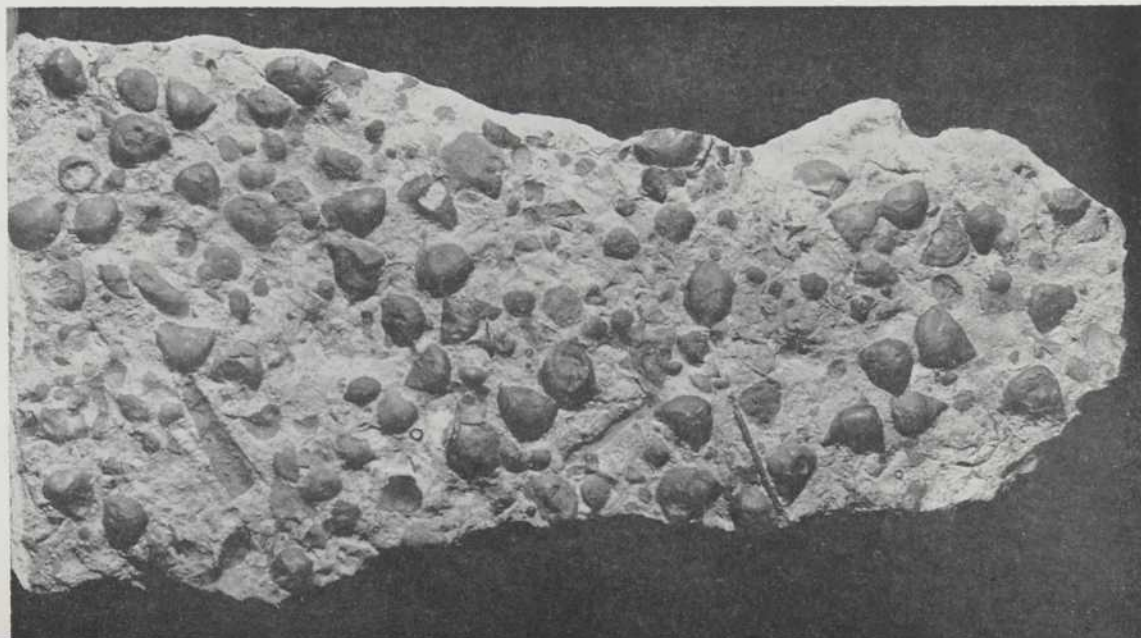


Fig. 2. L'auteur de cet article vient de trouver un excellent trilobite du genre *Isotelus* dans un bloc de calcaire de l'âge Trenton (Ordovicien moyen). Il se trouve de ce calcaire en plusieurs endroits du Québec.

Fig. 3. Bloc de calcaire d'âge Trenton provenant de la Chute-aux-Galets, sur la Shipshaw, canton de Falardeau, comté de Chicoutimi. A la surface de ce bloc, on peut voir un grand nombre de Brachiopodes bien conservés.



susceptibles d'être visitées dans l'espoir d'y trouver des fossiles. C'est ce que je me propose de faire, d'une façon systématique, dans de prochaines chroniques.

Je peux cependant vous dire dès maintenant que vous pouvez obtenir des *cartes* et des *rapports géologiques* des régions qui vous intéressent plus particulièrement en vous adressant soit au *Sous-Ministre des Richesses Naturelles, Hôtel du Gouvernement, à Québec*, ou encore, en écrivant au *Directeur de la Commission Géologique du Canada, à Ottawa*.

Un très grand nombre de secteurs de notre province où il se trouve des roches sédimentaires, ont été étudiés par des géologues qui en ont dressé la carte sur laquelle les localités fossilifères sont souvent indiquées. Si la province de Québec ne vous suffit pas

comme champ d'action, ou encore, si vous avez l'occasion de visiter d'autres provinces du Canada ou certains Etats américains, n'oubliez pas qu'il y a toujours quelque part un service public susceptible de vous renseigner sur les régions dignes d'intérêt pour les «chasseurs» de fossiles.

Dans des articles subséquents, j'aborderai l'étude de certains groupes particuliers de fossiles que vous pourriez éventuellement trouver dans notre province. Je vous indiquerai aussi diverses sources d'information, soit pour obtenir certaines publications sur la géologie et la paléontologie, soit pour consulter des travaux dans lesquels vous pourrez puiser les renseignements nécessaires à l'identification des fossiles que vous récolterez au cours de vos excursions.

Bonne chasse, donc !

## Les cristaux et les rayonnements nucléaires

par Pierre DEMERS

Nous vivons dans un monde qui se doit d'être éminemment conscient des rayonnements. A part le rayonnement solaire visible et ultra-violet, à part les rayons X, nous vivons entourés de la ceinture de rayonnement de Van Allen qui circule autour de la terre, menacés de près ou de loin par le rayonnement immédiat des explosions nucléaires comme par le rayonnement des chutes radioactives consécutives à ces explosions; le rayonnement cosmique nous atteint constamment, les prospecteurs recherchent le rayonnement des gisements uranifères et dans les laboratoires on s'ingénie à produire, à observer, à détecter, à analyser les rayonnements naturels spontanés et artificiels connus, et à en faire surgir que l'on ne connaissait pas encore.

Ces rayonnements sont en somme bien connus, les premiers connus, rayonnements alpha, bêta, gamma, furent d'abord un objet de curiosité, plus tard d'inquiétude, maintenant ils sont, avec leurs congénères, des amis que l'on produit presque à volonté, et à l'étude desquels des hommes de science consacrent leur existence. Certains d'entre eux, produits par certaines sources naturelles ou artificielles, sont particulièrement évidents. Ainsi les rayons X illuminent un écran fluoroscopique, les rayonnements alpha, bêta et gamma du radium au fond d'une capsule produisent un halo lumineux dans l'air, le faisceau de rayonnement issu d'un accélérateur tel que le Cockroft-Walton-Lorrain du Département de Physique de l'Université de Montréal marque son passage par l'émission de lumière dans l'air ou dans une plaque de quartz. Ainsi encore, dans l'une de ces piles piscines fabriquées à Cartierville, une belle lueur bleue apparaît dans l'eau sous l'influence des neutrons. Comme chacun sait, les rayonnements dont nous parlons et que nous qualifions de nucléaires parce que leur étude se rattache à la physique du noyau, sont constitués d'un grand nombre de particules très petites. Ces particules sont tantôt des noyaux (particules alpha, protons, deutérons, etc.), tantôt un constituant du noyau, le neutron, tantôt elles sont d'une nature bien différente comme les photons qui composent la lumière et les rayons X et gamma, et comme les neutrinos si difficiles à déceler, (les photons et les neutrinos sont dépourvus de masse lorsqu'ils sont immobiles). Tantôt ces particules sont extrêmement instables et disparaissent en une fraction infime de seconde, comme les mésons, les hypérons et d'autres particules nouvelles encore peu connues.

Mais toutes ces particules ont ceci en commun qu'elles sont très petites et qu'il en faut un très grand nombre circulant à la fois pour produire les effets lumineux évidents mentionnés plus haut.

Certains effets des rayonnements exigent ainsi une grande abondance des particules, mais d'autres, précisément en raison du caractère particulaire ou « quantique » des rayonnements, ne dépendent pas de cette abondance. Les propriétés d'une particule alpha, qu'elle soit toute seule, ou qu'elle soit accompagnée de milliards de milliards d'autres particules alpha, sont exactement les mêmes. Seulement, les effets d'une particule isolée sont beaucoup plus difficiles à déceler.

Or il arrive souvent, dans la nature ou dans le laboratoire, qu'on veuille déceler la présence de rayonnements très faibles, consistant en un petit nombre de particules isolées. Par exemple le rayonnement cosmique n'est jamais disponible avec une très grande intensité, et on ne peut ni le concentrer, ni en régler la source à volonté. Dans le laboratoire, les sources de rayonnement sont toujours limitées en intensité et les dispositifs d'expérimentation la réduisent.

C'est ainsi qu'est apparue graduellement dans l'histoire de la physique nucléaire, l'intérêt de systèmes de détection très sensibles, décelant une particule à la fois. Depuis les débuts du « compteur de Geiger » qui faisait timidement son apparition en 1908, beaucoup d'autres systèmes ont été trouvés.

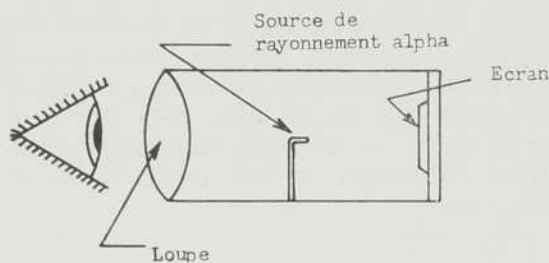


Fig. 1. Un « spinthariscopes ». Cet appareil est décrit en page suivante.

## Les scintillateurs

Les cristaux, dans la physique nucléaire contemporaine, jouent un rôle de premier plan comme détecteurs de rayonnements. Ils peuvent certes déceler des flux de rayonnement intenses consistant en un très grand nombre de particules par seconde : c'est ce qu'on appelle la *détection collective*. Mais ils peuvent aussi servir à la *détection individuelle*, c'est-à-dire qu'ils décelent une particule à la fois et peuvent se rendre utiles même dans un flux restreint. La détection individuelle en plus de permettre la sensibilité maximum puisqu'on ne peut espérer déceler moins d'une particule à la fois, permet encore de dénombrer une à une les particules composant un rayonnement même intense. Examinons de près l'écran fluoroscopique réalisant la détection collective des rayons X; sa surface est granulée et ces grains peuvent être des cristaux de diverses substances, par exemple du sulfure de zinc, mesurant une petite fraction de millimètre de diamètre. Pour observer un cas de détection individuelle dans un cristal, il suffit d'approcher très près de l'oeil sa montre pourvue de chiffres et d'aiguilles lumineux (se placer d'abord à l'obscurité). On observe alors une sorte de bouillonnement, des taches ou des éclairs de lumière apparaissant et disparaissant comme des gouttes de pluie frappant une vitre. Chacun de ces éclairs de lumière est dû à une particule qui a pris naissance dans la désintégration d'un atome radioactif contenu dans cette peinture et qui a traversé le cristal.

Ce phénomène s'observe encore mieux si on examine la peinture lumineuse avec une loupe et dans un petit appareil très simple maintenant répandu jusque chez les marchands de curiosité et de jeux de société, le *spintharoscope*; on y a séparé la surface garnie de cristaux et la source, qui est portée sur une tige à quelque distance entre la surface et la loupe.

On peut compter ces éclairs à mesure qu'on les aperçoit et alors le procédé se prête à des mesures de laboratoire. On a aussi imaginé de placer au contact des cristaux de sulfure de zinc une cellule photo-électrique sensible transformant les éclairs lumineux en impulsions de courant électrique. Dès lors on peut mettre en oeuvre les procédés de l'électronique : les impulsions électriques peuvent être non seulement comptées, mais encore, mesurées quant à leur hauteur, à leur durée et à leur forme et — pourquoi pas ? — comptées en catégories séparées selon leur hauteur, leur durée et leur forme.

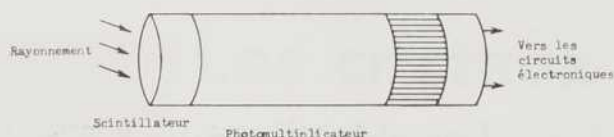


Fig. 2. Un « scintillateur ».

On a maintenant découvert que d'autres substances cristallines pouvaient être plus avantageuses que le sulfure de zinc, sinon par l'intensité de l'éclair lumineux disponible, du moins par la brièveté de cet éclair. En effet si l'éclair est trop long, il empêche de reconnaître clairement un second éclair suivant un premier éclair après un intervalle de temps trop court. On est obligé de modérer l'intensité des faisceaux de rayonnements étudiés, de réduire le *taux de comptage* avec les inconvénients consécutifs pour la « statistique » et la durée de l'expérience. Ainsi les cristaux d'iodure de potassium rendent de grands services dans les laboratoires de physique nucléaire.

Les appareils électroniques associés au cristal qu'on appelle *cristal scintillant* ou *scintillateur* sont parfois élaborés et occupent l'espace d'un meuble considérable : ce sont des *sélecteurs d'impulsions*, qui comptent séparément les impulsions de durée et de forme choisies selon leur hauteur. On réalise ainsi un spectre des impulsions, classées selon leur hauteur, et on peut remonter au spectre des éclairs lumineux classés selon leur intensité, et finalement au spectre des particules formant le rayonnement classées selon leur nature, leur énergie, etc.

Disons d'ailleurs que les scintillateurs qui servent en physique nucléaire ne sont pas tous des cristaux : on se sert aussi de scintillateurs en matière plastique et même de scintillateurs liquides et gazeux.

### Scintillateurs à trajectoire

Le cristal où apparaît la lumière devient-il lumineux tout entier à la fois ? Quelques expérimentateurs se sont penchés sur ce problème et ont examiné le cristal pendant sa scintillation sous un microscope. Ils ont observé dans certains cas un petit *trait lumineux* à l'intérieur du cristal. Aussi bien qu'une balle traçante ou une pièce pyrotechnique filant en jetant des gaz brûlants, la trajectoire de la particule se dessine, dans le cristal, par l'émission de ce trait de lumière marquant les points successifs où elle est passée.

Les scintillateurs à trajectoire sont encore peu connus et peu exploités, la trajectoire obtenue est floue, peu brillante, difficile à observer et à enregistrer. Nous verrons plus loin un autre procédé, mettant en oeuvre des cristaux, qui fournit d'excellentes trajectoires.

## Les cristaux à conduction

Les expérimentateurs ont réussi à employer les cristaux d'une autre manière aussi pour déceler les particules des rayonnements nucléaires. Certains cristaux, dans des conditions bien définies de composition, de montage, de température, etc., deviennent conducteurs de l'électricité lorsqu'une particule les traverse. Le circuit associé au cristal — car il s'agit dans ce cas d'un cristal unique de dimensions assez considérables — est alors parcouru pendant un bref instant par un courant électrique : c'est une impulsion électrique, caractérisée par sa durée, et par sa variation avec le temps. Ce circuit peut enregistrer le nombre des impulsions, et il peut le faire pour les diverses catégories d'impulsions, fournissant un spectre d'impulsions, d'où l'on remonte au spectre des particules.

Les cristaux à conduction utiles comme détecteurs des rayonnements de la physique nucléaire ne sont pas très nombreux. On a expérimenté sur le chlorure d'argent, que l'on doit employer à la température de l'air liquide, sur le diamant, etc. C'est le silicium, très simple à employer, qui a donné jusqu'à maintenant les résultats les plus intéressants à cause surtout de sa grande fidélité. La fidélité est la possibilité de répéter la mesure d'une même grandeur et de trouver le même résultat. Ainsi une balance pour les personnes peut être fidèle à 1/2 kilogramme près, une bonne balance de laboratoire, à 1/10 milligramme près.

Pour détecter les particules, le silicium se distingue par une grande fidélité sur l'intensité de l'impulsion électrique provenant de l'action d'une particule de nature et d'énergie données. Le silicium, cristal à conduction est, par sa fidélité, le meilleur détecteur connu et il a un avenir considérable. Des Canadiens ont joué un rôle important dans sa mise au point et dans sa fabrication.

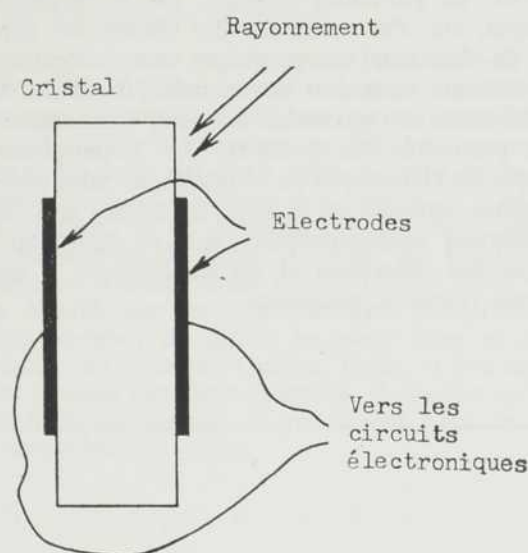


Fig. 3. Cristal à conduction.

## Les cristaux à effet chimique

Les expérimentateurs ont découvert encore un autre moyen d'employer des cristaux comme détecteurs. Cette fois il ne s'agit pas de gros cristaux uniques ni d'une masse formée d'un petit nombre de cristaux relativement gros, comme dans le cas des cristaux scintillants et des cristaux à conduction. Il s'agit d'une masse formée d'un très grand nombre de cristaux microscopiques. Imaginez que la particule traverse plusieurs de ces cristaux. Imaginez ensuite que les cristaux traversés sont affectés chimiquement, à tel point que de transparents ils deviennent opaques. Vous aurez alors devant vous les empreintes, le chemin, la piste ou la trace de la particule.

Or c'est effectivement ce que l'on a obtenu; les cristaux sont du bromure d'argent transparent, la trace de la particule est formée par la succession des cristaux transformés en argent opaque. On a inventé, pour désigner ce moyen de détection, le mot *ionographie*, qui

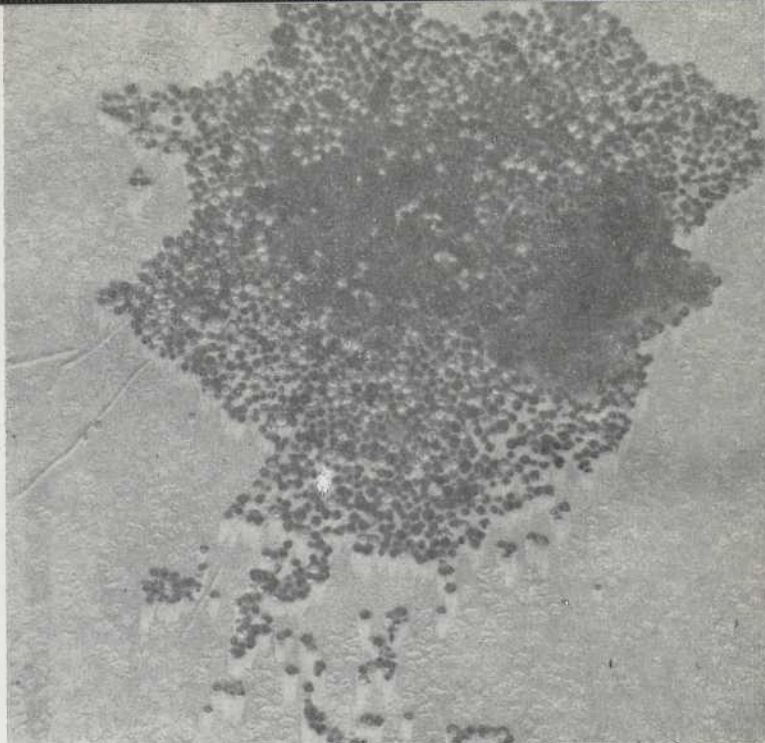


Fig. 4. Cristaux de bromure d'argent d'un détecteur ionographique vus au microscope électronique.

signifie selon son étymologie «écriture en marchant», c'est-à-dire que la charge électrique inscrit son itinéraire. (1)

Voici comment l'ionographie se réalise. Les cristaux de bromure d'argent mesurent  $1/10 \mu$  de diamètre, (mu ou micron vaut un millième de millimètre ou la vingt-cinq mille quatre centième partie du pouce). Ils sont polyédriques et dans l'ensemble à peu près sphériques. Ils sont entourés de gélatine et le mélange résultant forme une couche épaisse d'une fraction de mm : 25 à  $600 \mu$  par exemple. C'est là un détecteur ionographique.

En réalité l'effet chimique n'est pas immédiat, du moins l'effet chimique définitif. L'impression laissée par la particule est invisible sur le champ, elle devient visible à la suite d'un traitement appelé développement. L'impression immédiate est pour cette raison appelée *image latente* (i.e. image cachée) et le résultat du développement est appelé *image développée*.

Il y a une grande analogie entre l'ionographie, enregistrement des traces des particules chargées, et la photographie, enregistrement de l'effet de la lumière. L'une et l'autre ont recours à des couches contenant de la gélatine et des cristaux de bromure d'argent. Le

(1) Note de la rédaction : M. Pierre Demers est l'auteur d'un important ouvrage sur cette question. *Ionographie, les émulsions nucléaires, principes et applications*, Les Presses Universitaires de Montréal, 1955, 1958 ; pp. 1-836 + 30 pages de photos, hors-texte.

développement dans les deux cas est très semblable : on emploie des solutions bien connues en photographie : révélateur, arrêt, fixage, lavage... Quant au résultat, dans le cas de l'ionographie, il faut un mi-



Fig. 5. Dans le détecteur ionographique, particules *alpha* (traces plus opaques), et *protons* (traces plus pâles).

croscopie pour le voir. On aperçoit alors des files de grains noirs sur un fond brillant dont le nombre et la disposition sont révélateurs : ainsi les particules alpha (ions d'hélium), laissent des traces plus noires que les protons (ions d'hydrogène), etc.

Les cristaux employés de la sorte ont permis de faire de nombreuses études sur divers problèmes de physique nucléaire aux hautes et aux basses énergies, sur la fission de l'uranium et du thorium, sur les mésons, sur les particules étranges, sur le rayonnement cosmique, etc. Par un retour des choses, les applications du détecteur ionographique aux études sur les rayonnements nucléaires ont stimulé l'étude du détecteur lui-même et ont conduit à mieux comprendre certaines propriétés des cristaux. Au Département de Physique de l'Université de Montréal, un laboratoire de recherches consacre ses activités à l'emploi et à l'étude du détecteur ionographique. Dans ce laboratoire on fabrique ces détecteurs et on les applique à étudier certaines réactions nucléaires.

**Un «lexique» pour mieux comprendre Teilhard de Chardin.** Parce qu'il abordait des sujets difficiles, Teilhard de Chardin a été contraint de se créer un vocabulaire particulier que le profane juge souvent obscur. En fait, rien de mystérieux dans cela et l'on s'y habitue, comme on devient familier avec un vocabulaire technique ou scientifique. C'est quand même pour rendre service au plus grand nombre que M. Claude Cuénot, l'un de ceux qui connaissent le mieux la pensée teilhardienne, vient de publier un *Lexique Teilhard de Chardin* (Paris, éditions du Seuil). Prenons par exemple deux termes qui reviennent souvent dans les écrits du Père. *Phylum* : faisceau évolutif composé d'une immense quantité d'unités morphologiques constituées chacune de lignées généalogiques. Réalité collective, polymorphe et dynamique. Ce qui définit le phylum, en premier lieu, c'est son «angle initial de divergence», c'est-

## Actualité SCIENTIFIQUE

par Roland PRÉVOST

à-dire la direction particulière dans laquelle il se groupe et évolue, en se séparant des formes voisines. Et *Monophylétisme* : théorie biologique, adoptée par Teilhard, d'après laquelle l'humanité actuelle est issue d'un seul phylum.



**Les plantes pourraient aider les prospecteurs à découvrir des minerais.** Des dépôts de minéraux trouvés dans les arbres et les autres plantes pourraient bien avant longtemps aider les prospecteurs à découvrir des gisements de minerai. Le biogéochimiste fédéral, le Dr John Fortescue (à gauche, sur la *photographie*) et le Dr Robert W. Boyle, un géochimiste attaché à la Commission de Géologie du Canada, travaillent à un projet qui, espèrent-ils, pourrait aider l'industrie minière à trouver des gisements par l'analyse des traces de minerai trouvées dans les plantes. (Ottawa, Ministère des Mines).

Une éclipse de Soleil est encore le spectacle le plus grandiose dont la nature fasse les frais en faveur des humains avides de sensations. Au cours des temps, il a bien perdu de son mystère parce que la science est parvenue à en expliquer le mécanisme, mais cette même science lui a fait gagner en prestigieuse grandeur par l'exactitude avec laquelle elle fait maintenant ses prévisions. Reste toutefois l'attrait du phénomène rarissime qu'il gardera encore longtemps aux yeux des profanes et des amis de la nature.

On calcule qu'une région de la Terre ne voit une éclipse totale de Soleil qu'une fois tous les 200 ans en moyenne. Montréal a été touchée par une éclipse le 31 août 1932, la première en 300 ans, et encore seulement la partie est de la ville, à partir de la rue Girouard. Selon les Relations des Jésuites, il y en eut une à Québec, le 16 septembre 1663, mais jamais depuis. D'ici la fin du siècle, il y aura une seule éclipse visible au Canada, celle du 26 février 1979, une éclipse à vrai dire peu spectaculaire puisqu'elle se produira au lever du Soleil, en plein hiver et dans les solitudes du Nouveau Québec. Enfin, si l'on considère les éclipses dans leur ensemble, il n'arrive qu'une fois en trois ans qu'elles se produisent dans des régions accessibles du globe.

Dans les cas les plus favorables, lorsque par exemple la Lune est au périgée quand l'éclipse se produit, cette largeur peut aller jusqu'à 150 milles. En frappant la Terre, le cône d'ombre de la Lune trace une ellipse de plus en plus allongée, à mesure que l'éclipse progresse. Les lignes transversales indiquent les endroits qui ont le milieu de l'éclipse en même temps. Si l'on découpe l'ellipse au moyen de lignes parallèles à la ligne centrale, on s'aperçoit qu'elles diminuent de longueur à mesure qu'on approche des bords. Ces lignes sont proportionnelles à la durée de l'éclipse aux endroits qu'elles touchent. Ainsi, Grand'Mère se trouvant à peu près sur la ligne centrale, la durée de l'éclipse y est de 65,3 secondes, tandis que Trois-Rivières, à mi-chemin entre la ligne centrale et le bord, n'a plus que 55,1 secondes de totalité. Il suffit donc d'un calcul simple pour trouver, à l'aide de cette carte, le moment où commence et où finit la totalité, pour quelque endroit que ce soit. Pour Trois-Rivières, nous aurons donc : 5 h 39 m 21,4 s et 5 h 40 m 16,5 s (heure d'été de l'Est).

L'échelle de notre carte a forcément été réduite à la reproduction; il se pourrait donc qu'on n'obtienne pas une précision utile par le procédé indiqué. Si l'on désire obtenir les temps du commencement et de la fin de la totalité, à un endroit quelconque à une fraction de seconde près, — ce qui est quasi indispen-

## Attention, jeunes astronomes, surveillez l'éclipse du 20 juillet 1963!

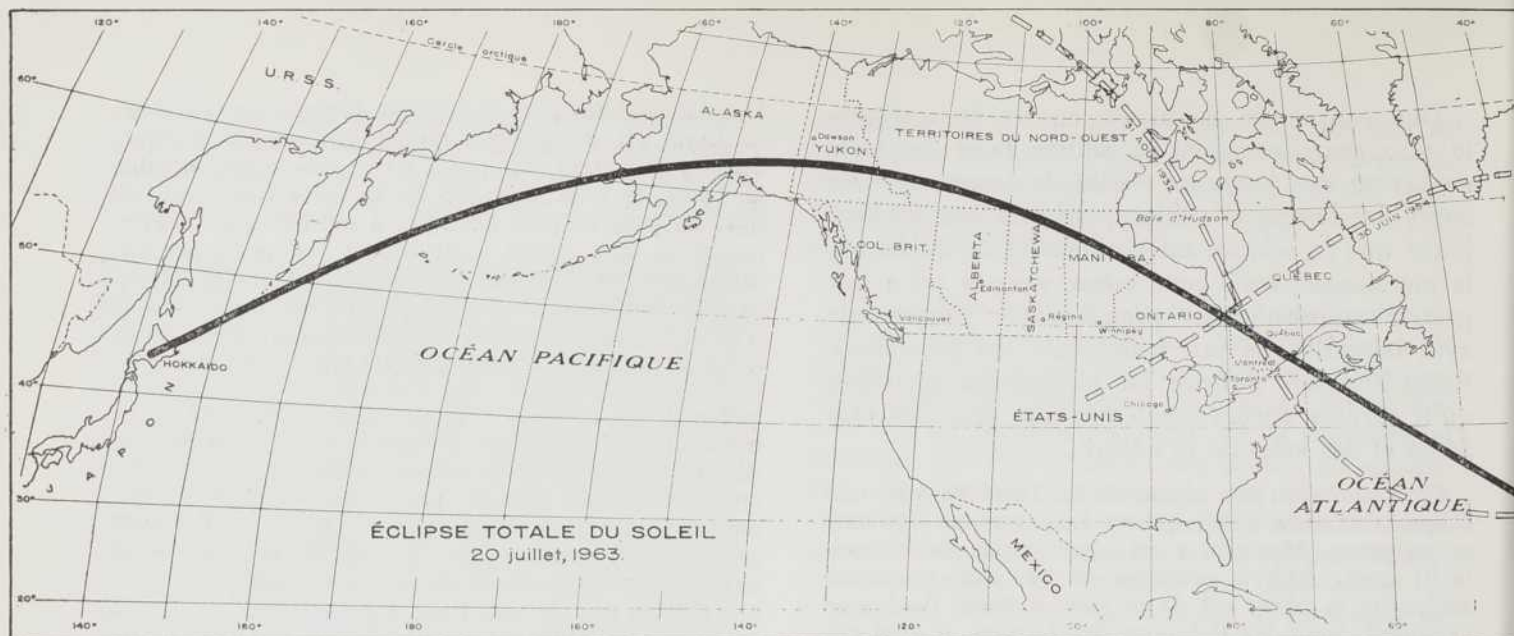
par Paul-H. NADEAU

Il faut admettre toutefois que notre province a été privilégiée, au cours du XXe siècle. Nous avons eu deux éclipses de haute valeur scientifique et populaire en trente et un ans, dans des conditions à peu près identiques : celle du 31 août 1932 et celle du 20 juillet prochain. La Mauricie se trouve particulièrement comblée. Trois-Rivières est à peu près à égale distance du centre de l'ombre aux deux occasions, tandis que la région Shawinigan-Grand'Mère va jusqu'à améliorer son sort. Les cartes ci-jointes montrent en pointillé la trace des dernières éclipses qui nous ont particulièrement intéressés.

La carte détaillée de la province de Québec indique le parcours de l'éclipse du 20 juillet de minute en minute, à partir de la frontière de l'Ontario jusqu'à celle des Etats-Unis. On constate que la bande de totalité est de quelque 57 milles de largeur. Lors de l'éclipse de 1932, elle mesurait près de 75 milles.

sable à des observations sérieuses — on pourra avoir recours au *Service d'Astronomie* du ministère des Affaires culturelles, à Québec, où l'on a dressé un grand tableau à l'aide des cartes topographiques du gouvernement fédéral, spécialement à l'occasion de l'éclipse de juillet. Il suffira d'indiquer avec sa demande, l'emplacement exact du poste d'observation projeté.

Le temps prédit, ou calculé, qu'on peut obtenir ainsi à une fraction de seconde près à la lecture des cartes topographiques, n'est pas nécessairement celui des astronomes. Ceux-ci n'ont pas la prétention d'être aussi précis. D'ailleurs, il n'y a pas si longtemps qu'ils peuvent prédire une éclipse avec quelque chose comme une erreur d'une seconde en plus ou en moins. Lors de notre précédente éclipse du 31 août 1932, la totalité commença trois secondes avant le moment prévu, ce qui fit rater pas mal d'expériences. Erreur du même ordre de grandeur à l'éclipse du 19 juin 1936,



Le trait noir de cette carte montre le parcours de l'éclipse de Soleil du 20 juillet 1963. Les lignes pointillées, dans la province de Québec, indiquent la trace des dernières éclipses qui ont atteint nos régions. L'éclipse du 31 août 1932 et la prochaine du 20 juillet sont deux éclipses solaires d'une haute valeur scientifique et populaire.

Lisez les détails de cet intéressant phénomène dans l'article de ces pages.

visible en Grèce, et à celle de Khartoum, le 25 février 1952.

Grâce à des techniques modernes, on peut observer des éclipses à 0,06 de seconde près, mais on ne pourra probablement jamais les prédire avec une précision supérieure à la seconde. Cela parce que la rotation de la Terre n'est pas constante; elle est affectée par divers phénomènes comme les éruptions solaires, qui ne sont pas prévisibles.

Il sera tout de même intéressant, le 20 juillet, de vérifier les calculs des astronomes. Nous recommandons ce travail aux Cercles de Jeunes Naturalistes qui s'intéressent particulièrement à l'astronomie. Il devrait être possible d'organiser des groupes d'observateurs un peu partout sur le trajet de l'éclipse dans la province; ce ne sont pas les bons postes qui manquent. Si l'éclipse est en avance ou en retard sur le temps calculé, elle le sera partout également. Les observateurs se vérifieront les uns les autres, ce qui augmentera la valeur de l'observation collective.

#### Description et programmes

Dans l'après-midi du samedi 20 juillet, à 3 h 15 de l'heure d'été de l'Est, le cône d'ombre que traîne continuellement la Lune avec elle touchera la Terre pour la première fois, à Hokkaido, au Japon. A cet endroit, ce sera le dimanche matin, 21 juillet. Le Soleil s'y lèvera en éclipse totale, à 4 h 15 du matin, heure normale de l'endroit. Lorsque l'ombre touchera le Yukon, il sera midi de l'heure locale et 4 h 30 dans le Québec. C'est là que la totalité durera le plus longtemps, soit 99,7 secondes, et que le Soleil éclip-

sé sera à sa plus grande altitude dans le ciel, à 49°. Ce qui intéresse les grandes expéditions scientifiques, c'est avant tout la durée de la totalité. Cela s'explique évidemment si le programme comporte de multiples observations. Tout de même, il faut tenir compte des probabilités de beau temps et elles y sont médiocres. C'est pour cette raison que le Québec aura la préférence, cette fois.

Quelques instants après que l'ombre aura atteint le Yukon, de notre point de vue au Québec, nous commencerons à voir la Lune entamer le disque solaire. L'ombre de la Lune atteindra le Saint-Laurent à 5 h 39 m 6,6 s. Pour nous, ce sera la totalité. Elle arrive d'un coup sec, en une fraction de seconde. La totalité est arrivée lorsque toute la photosphère du Soleil disparaît derrière la Lune. Comme le rebord de la Lune n'est pas parfait et qu'il est formé d'aspérités et de vallées, une ou deux secondes avant la totalité, quelques minces étendues de la photosphère demeurent visibles quelquefois: ce sont les *grains de Baily*. Tous les observateurs ne voient pas nécessairement les grains; cela dépend de leur position dans l'ellipse ombrée. Il faut donc noter cet aspect du phénomène avec soin. Après le début de la totalité, pendant quelques secondes encore, la Lune envahit progressivement les quatre ou cinq centaines de milles d'épaisseur que constitue la couche renversante de la chromosphère. Lorsqu'on regarde le Soleil, en temps ordinaire, à l'aide d'un spectroscope, on aperçoit le spectre continu de la photosphère et, superposées, les raies noires de la couche renversante. Lorsque la Lune cache la photosphère, le spectre continu disparaît et les raies noires deviennent brillantes, parce qu'elles sont produites par les gaz incandescents de la

couche renversante. La Lune continue à masquer la chronosphère, épaisse de plusieurs milliers de milles, puis, c'est seulement la couronne qui brille. Comme nous sommes à un minimum d'activité solaire, ou presque, la couronne aura de grands jets équatoriaux avec, aux pôles, de petits épanchements en forme de poils de brosse recourbés. La couronne ressemblera à celle qui a été photographiée à Khartoum, lors de l'éclipse du 25 février 1952.

Cette apparition des raies brillantes de la couche renversante s'appelle le *spectre-éclair*. Si l'on réussit à cinématographier le spectre-éclair, en même temps qu'on enregistre les signaux horaires en bordure de la pellicule, on peut déterminer avec une extrême précision — 1/16e de seconde — le commencement de la totalité, qui correspond avec la disparition du spectre continu et l'apparition du spectre de raies brillantes. Cette précision se traduit sur le sol par une marche de l'ombre d'une centaine de pieds. Cette méthode peut donc servir à des mesures géodésiques entre deux points terrestres, même séparés par des océans.

**Durée :** La totalité durera 65 secondes, lorsque l'ombre sera rendue au Saint-Laurent. C'est loin de la durée maximum, qui est de six minutes sous nos latitudes, mais il ne faut pas être trop exigeants. Qu'on songe, par exemple, à l'éclipse la plus longue que nous ayons eue sur la Terre depuis 1300 ans, celle du 8 juin 1937 : elle dura exactement 7 minutes et 4 secondes en son milieu. Par contre, elle ne fut observable que d'une petite île perdue de l'Océanie, sur 1800 milles de parcours, et encore seulement dix minutes après le lever du Soleil. Le 20 juillet prochain, la majorité des observateurs auront moins d'une minute de totalité, mais elle se produira dans une région où une dizaine de grandes routes convergent de tous les coins de la province ; elle aura lieu au milieu des vacances, un samedi après-midi, alors que la plupart des gens chôment, à une époque de l'année où le temps est généralement au beau fixe. Que demander de plus !

A la fin de la totalité, les mêmes phénomènes qu'au début se reproduisent en sens inverse : spectre-éclair, grains de Baily et apparition subite de la photosphère.

Ensuite, il y aura la phase partielle qui durera jusqu'à 6 h 42 environ. Le dernier contact sera noté comme le premier avec une précision, espérons-le, supérieure à cinq secondes, et l'éclipse sera terminée. Les observateurs commenceront immédiatement à emballer leurs instruments et quitteront les lieux avec leurs précieux documents et observations.

Par cette description sommaire, on voit sur quels points pourrait porter un programme d'observation d'amateurs. L'expérience la plus attrayante et la plus facile en même temps serait de noter le *commencement* et la *fin* de la totalité avec une précision supérieure à la demi-seconde. L'appareillage n'est pas compliqué : une radio d'amateur pouvant capter sur diverses fré-

quences les signaux horaires de façon continue et un magnétophone, dont il existe divers modèles et qu'il devrait être facile d'emprunter, vu le grand nombre en usage un peu partout. Il faut savoir opérer le *mixing* de la voix de l'observateur et du signal horaire sur la bande magnétique. Il s'ensuit qu'une expédition de ce genre doit s'adjoindre un spécialiste en électronique. On doit aussi prévoir l'usage d'une dynamo (Delco) si l'on ne dispose pas du courant électrique à proximité du poste d'observation.

On peut également enregistrer le *temps*, de façon moins précise toutefois, en disposant seulement d'un chronomètre à arrêt et du signal horaire de la radio, ou simplement d'une montre à aiguille trotteuse parfaitement réglée. Dans ce dernier cas, il faut travailler par équipe de deux : un des observateurs surveille le Soleil, tandis que l'autre s'occupe du temps.

Une expédition qui comptera plusieurs membres pourra aussi noter le *moment* où se produisent les *grains de Baily*, et les ombres volantes sur le sol, quelques moments avant la totalité. On tiendra un registre des *changements de température* et de *pression atmosphérique* au moment du phénomène, de même que de l'aspect général de la nature environnante.

Un expert en dessin prendra soin de noter les *caractéristiques de la couronne* et de faire un *croquis rapide* qu'il complètera par la suite. Un modèle de croquis se trouve à la page 420 du livre « *Le Ciel et l'Univers* » de l'abbé Moreux.

Pendant la totalité, il faudra un observateur assigné à l'*observation générale du ciel*, qui surveillera le passage du *satellite artificiel Echo*, dont l'orbite sera précisément à une bonne altitude dans le ciel au moment de l'éclipse. Comme l'éclipse met un quart d'heure à traverser la province de Québec et que le satellite fait un tour complet de la Terre en deux heures, les probabilités de voir l'Echo pendant l'éclipse sont de une chance sur huit. La présence de *comètes* aux alentours du Soleil est également possible et le même observateur pourra s'en occuper.

Pour leur part, les *amateurs de photographie* auront un beau choix de sujets : clichés à poses des différentes phases de l'éclipse; photos de la couronne interne et externe, qui ne diffèrent que par le temps de pose requis; cinématographie de toute l'éclipse en ne prenant qu'une image par seconde; cinématographie de toute la phase de totalité. Dans toutes ces photos prises avec des appareils ordinaires, on emploiera évidemment une lentille télé-photo, afin d'obtenir une image du Soleil d'un diamètre appréciable sur la pellicule.

Il nous reste à souhaiter bonne préparation aux futurs observateurs de l'éclipse du 20 juillet et surtout un temps clair et sec, comme celui que nous avons eu l'an dernier, à pareille date. On calcule que 999 personnes sur 1000 meurent sans avoir vu cette merveille de la nature qu'est une éclipse totale de Soleil. Nous du Québec, nous aurons une bonne occasion de nous ranger parmi le petit nombre des privilégiés.

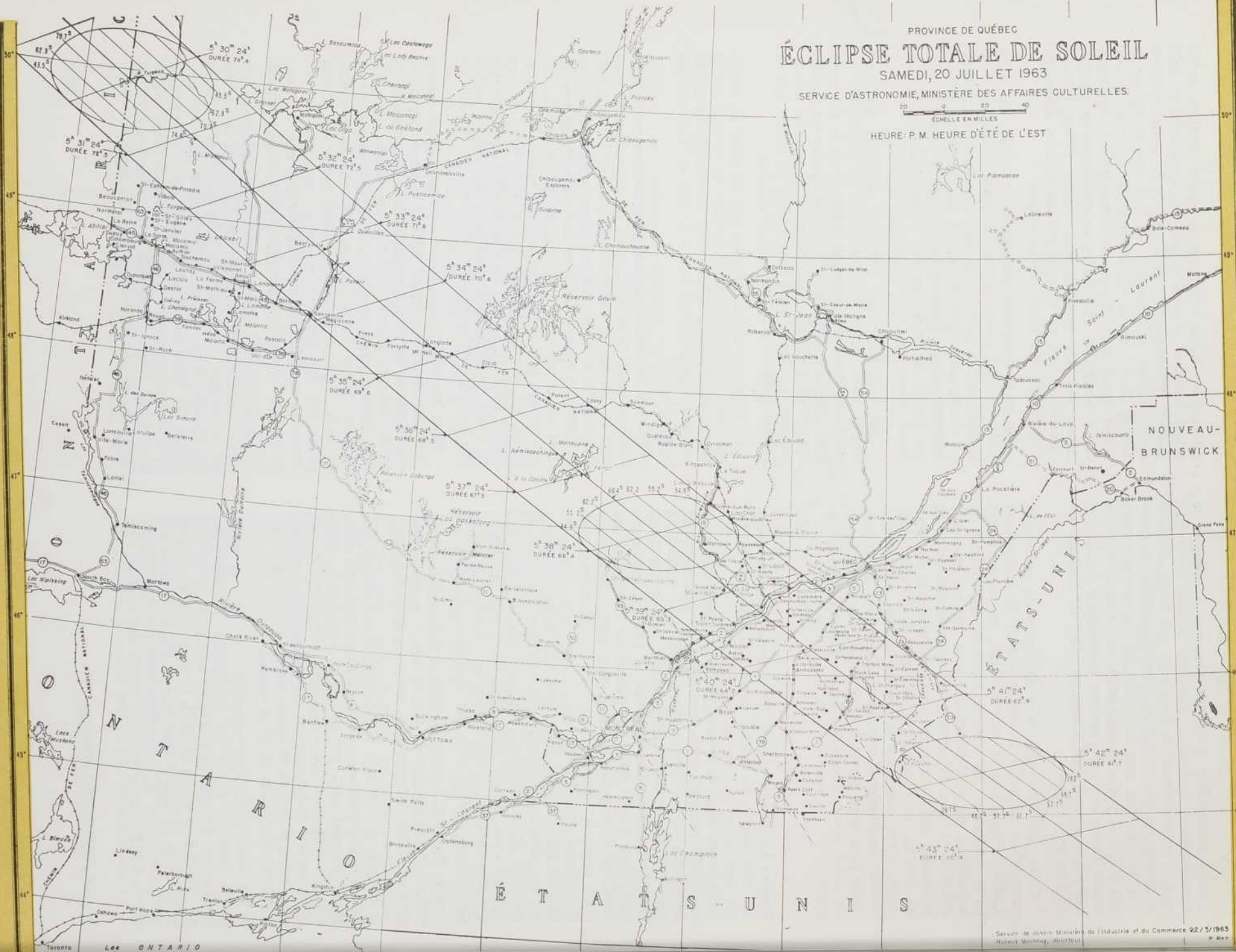
PROVINCE DE QUÉBEC  
**ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL**

SAMEDI, 20 JUILLET 1963

SERVICE D'ASTRONOMIE, MINISTÈRE DES AFFAIRES CULTURELLES.

ÉCHELLE EN MILLES

HEURE : P. M. HEURE D'ÉTÉ DE L'EST



## Carte de l'éclipse totale de Soleil

La page précédente reproduit une carte des régions les plus peuplées du Québec montrant le parcours de l'éclipse de Soleil du 20 juillet prochain. Les deux lignes qui traversent obliquement la carte indiquent la marche de l'ellipse formée par la rencontre du cône d'ombre de la Lune avec le sol de la Terre. Elle se déplace entre deux courbes parallèles, tout en s'aplatissant régulièrement. C'est sur la ligne centrale de l'ellipse que la totalité de l'éclipse durera le plus longtemps. Les lignes transversales indiquent les endroits qui auront le milieu de l'éclipse en même temps.

L'ombre de la Lune atteindra le Saint-Laurent, ce samedi 20 juillet 1963, à 5 h 39 m 6,6 secondes. A partir de ce moment, l'éclipse totale durera 65 secondes. La phase partielle de l'éclipse durera jusqu'à 6 h 42 m, environ, soit une observation possible d'environ une heure, comptant la totalité et la phase partielle. Mais ces heures et cette durée vont varier suivant le point d'observation ou l'endroit dans le Québec. La carte ci-contre fournit quelques données précises pour certaines localités. Le texte de l'article indique des moyens pour connaître le moment précis du début de l'éclipse dans votre propre ville ou localité.

Etudiez attentivement l'article des quatre pages précédentes et vous pourrez vous préparer à d'intéressantes observations astronomiques pour le 20 juillet prochain.

## Les auteurs de ce numéro

### Rédacteurs :

- 145 Comment fonctionne une fusée ?, par Paul LORRAIN, Ph. D., directeur du Département de Physique, Université de Montréal, membre du Conseil National de Recherches du Canada.
- 148 Le chant de l'oiseau, par Wilfrid GABORIAULT, c.s.v., professeur à l'École secondaire Saint-Viateur, Montréal.
- 153 Un « planétarium » sera bientôt construit à Montréal, par Roland PREVOST, journaliste à « La Presse », Montréal.
- 156 A la recherche des fossiles, par René BUREAU, conservateur-adjoint du Musée de Géologie, Département de Géologie, Université Laval, Québec.
- 160 Les cristaux et les rayonnements nucléaires, par Pierre DEMERS, Ph. D., professeur titulaire, Département de Physique, Université de Montréal.
- 164 Actualité scientifique, par Roland PREVOST, journaliste à « La Presse », Montréal.
- 165 Jeunes astronomes, surveillez l'éclipse du 20 juillet 1963, par Paul-H. NADEAU, astronome, directeur de l'Observatoire de Québec.

### Photographes, dessinateurs :

- 145 Fusée américaine « Mercury-Redstone III », photo de la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Washington, D. C.
- 146,147 Dessins des types de fusée, par Rolland BOULANGER, Montréal.
- 149-151 Cris, bruits et chants d'oiseau, dessins de Pierre PAPINEAU, étudiant, École secondaire Saint-Viateur, Montréal.

151,152 Pinson chanteur et Pluvier kildir, dessins de John CROSBY, Musée National du Canada, Ottawa; extraits de la brochure « Quelques Oiseaux du Canada ».

153,154 Le futur planétarium de Montréal, photos gracieusement fournies par le Dr Pierre GENDRON, vice-président de la compagnie Dow, Montréal.

156 Trilobite *Flexicalymene senaria*, photo du Dr F. RASETTI, gracieuseté du Département de Géologie, Université Laval, Québec.

158-159 Formations calcaires et fossiles, photos de René BUREAU, Département de Géologie, Université Laval, Québec.

161-163 Spinhariscope, scintillateur et cristal à conduction, dessins de Pierre DEMERS, Ph. D., et Rosaire GOULET, dessinateur.

163 Cristaux de bromure d'argent d'un détecteur ionographique vus au microscope électronique, photo A. NANTEL, Institut de Microbiologie, Université de Montréal.

164 Dans le détecteur ionographique, particules alpha et protons, photo de Pierre Demers, Ph. D., professeur titulaire, Département de Physique, Université de Montréal.

164 Les Dr John Fortescue et Robert W. Boyle, photo Presse canadienne (CP).

166-168 Cartes de l'éclipse totale de Soleil, province de Québec, dessins fournis par le Service d'Astronomie, Ministère des Affaires culturelles, Québec.

Couverture : nénuphars et grenouille, photo de Louis-Philippe COITEUX, technicien de laboratoire, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke.

# Gagnants des Expo-Sciences

**Gagnants de la 11e Expo-Sciences de Montréal tenue les 19 et 20 avril 1963, au stade d'hiver de l'Université McGill.**

## Catégorie 1. Mathématiques, physique, astronomie.

- 1er prix : Robert Dubé, Collège Mont-Saint-Louis, *Les insolences d'une droite*; \$300. en bourse d'étude.  
2e prix : Stanley Godlovitch, Stanley Portner, Jack Wasserman et Bernie Segal, Monklands High School; *Une machine à propulsion à vapeur et ses appareils d'essai*; \$100. en argent.  
3e prix : Vincent Capo-Greco, Ecole de préparation Universitaire; *Nouveau système de mesures*.  
4e prix : Richard Bruno, Northmount High School; *Etudes de la cellule énergétique d'hydrogène-oxygène*.  
5e prix : Réjean Gougeon, Collège Bourget; *La pendule de Foucault*.  
6e prix : Howard Simkover, Monklands High School; *Le courant de haute fréquence*.  
7e prix : Robert Guardo, Ecole secondaire Saint-Stanislas; *La chauve-souris électronique*.  
8e prix : Jean Limoges, Collège Mont-Saint-Louis; *Les nombres premiers*.

## Catégorie 2. Chimie, géologie.

- 1er prix : Eli Yablonovitch et Tom Farnsworth, Baron Byng High School; *La détermination des constituants métalliques dans les matériaux biologiques*; \$150. en argent.  
2e prix : Gilles Martineau, Collège Bourget; *Comment se sont formés ces cristaux*; \$200. en bourse.  
3e prix : André Bélanger, Collège Bourget; *J'ai construit mon propre polarographe*.  
4e prix : John Dixon, St. George's School; *Le polarographe*.  
5e prix : Clément Aubé, Collège Bourget; *Formation des roches métamorphiques*.  
6e prix : Tom Pound, West Hill High School; *Les électrolytes; leur formation, propriétés et usages*.  
7e prix : Pierre Poitras et Raymond Lajoie, Collège de Joliette; *Etude d'une fonderie*.

## Catégorie 3. Sciences biologiques.

- 1er prix : Pierre Dupuis, Collège Bourget; voir plus bas, grand prix de l'Exposition. Tim Sullivan, Verdun High School; *Analyse de la coquille du homard*; \$300. en bourse.  
2e prix : Jean Dubé, Collège Bourget; *Qui habite les galles de la Verge d'or?*; \$200. en bourse.  
3e prix : Tom Joachimides, Verdun High School; *La nature de l'hémoglobine*.  
4e prix : Jocelyne Mailloux, Ecole secondaire classique Villa Maria; *Anatomie comparée*.  
5e prix : Andrew Potworowski, Loyola High School; *L'anatomie de la Mouche domestique*.  
6e prix : Dana Doiron, St. Stephen's High School; *L'activité amylase de la salive*.  
7e prix : Brian Visser, St. George's School; *L'effet de la maladie sur la protéine du sérum*.

**Grand prix :** Pierre Dupuis, Collège Bourget; « Le cycle évolutif du Ténébrion »; médaille du Lieutenant-Gouverneur et \$500. en argent.

Le Collège Bourget de Rigaud se voit attribuer le trophée de l'Expo-Sciences de Montréal et reçoit une encyclopédie Grolier, « La Science pour tous », en huit volumes.

**Délégués à Toronto :** deux garçons et deux filles sont choisis pour représenter la région de Montréal à l'Expo-Sciences du Canada qui se tient cette année à Toronto, les 3 et 4 mai : Pierre Dupuis, Tim Sullivan, Carol Blane et Jocelyne Mailloux.

Expo-Sciences de Montréal : 181 travaux.

**Gagnants de la 1ère Expo-Sciences de Québec, tenue les 20 et 21 avril 1963, à la Faculté des Sciences, Université Laval.**

## Catégorie 1. Mathématiques, physique, astronomie.

- 1er prix : Louise Paré, Collège Notre-Dame de Bellevue; *Mesure de la vitesse du son*; \$75. en argent.  
2e prix : Clermont Gignac, Ecole Notre-Dame de Grâce; *Pile atomique de Farrington Daniels*; \$50. en argent.  
3e prix : Manfred Winter, St. Patrick Boys High School; *Two moons in the sky*; \$25. en argent.

## Catégorie 2. Botanique, zoologie.

- 1er prix : Louise Vézina, Couvent Jésus-Marie; *Influence de la lumière sur le pelage du Lièvre*; \$75. en argent.  
2e prix : Jean-Claude L'Heureux, Collège de Champigny; *Ce que nous enseigne le crâne*; \$50. en argent.  
3e prix : Mimi St. Onge, Marymount College; *The development of the aortic arches*; \$25. en argent.

## Catégorie 3. Chimie, géologie.

- 1er prix : Raymond L'Heureux, Saint-Jean-Eudes; *La molécule ADN*; \$75. en argent, grand prix de l'exposition.  
2e prix : Brenda Ma, Marymount College; *Paper chromatography*; \$50. en argent.  
3e prix : Noëlla Cadorette, Ecole Normale de Mérici; *Etude sur les détergents et les savons*; \$25. en argent.

## Catégorie 4. Sciences appliquées (génie).

- 1er prix : André Robitaille, Ecole Joseph-François Perreault; *Pile solaire*; \$75. en argent.  
2e prix : Richard Gravel, Ecole Joseph-François Perreault; *Ascenseur*; \$50. en argent.  
3e prix : Christian Phaneuf, Séminaire de Québec; *Radio-communication*; \$25. en argent.

**Grand prix :** la médaille du Lieutenant-Gouverneur est offerte à Raymond L'Heureux, de l'externat classique Saint-Jean-Eudes, pour son travail sur la molécule de l'ADN (ou DNA).

Le trophée de l'Expo-Sciences de Québec est accordé à Marymount College pour le nombre et la qualité des travaux présentés.

**Délégués à Toronto :** Louise Paré, Louise Vézina, Raymond L'Heureux et André Robitaille sont délégués à l'Expo-Sciences du Canada, à Toronto.

Expo-Sciences de Québec : 115 travaux.