



2

VOLUME 7
NUMÉRO 2
NOVEMBRE 1968



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

“L'activité créatrice” dans la science

On commence à parler depuis quelque temps d'une science nouvelle, pratiquement inconnue dans plusieurs pays bien qu'elle soit déjà très développée en Union soviétique et aux Etats-Unis. Il s'agit d'une science interdisciplinaire étroitement associée à différentes branches scientifiques comme la sociologie, la psychologie ou la médecine : les recherches sur l'activité créatrice.

Le professeur Paul Matussek, de la Société Max Planck, expliquait dans une conférence donnée à l'é-

cole supérieure de Stuttgart, en Allemagne, en quoi consistent les objectifs et les méthodes de travail de cette nouvelle science. La conférence du professeur Matussek avait pour thème : « Le savant et ses ambitions ». La science de la « créativité » se propose d'étudier le mécanisme de l'imagination créatrice, les conditions propices à l'exercice de l'imagination créatrice du savant. Elle a pour la première fois attiré l'attention des savants sur les rapports complexes qui s'établissent entre l'activité créatrice et ses motivations, comme l'ambition.

On persiste à croire, dans la plupart des sociétés, que l'esprit d'invention est un don que l'on possède ou que l'on ne possède pas, une aptitude réservée à quelques élus tandis que les pauvres diables en sont à jamais privés. Pourtant, il existe des conditions qui peuvent inhiber ou au contraire stimuler l'imagination créatrice. C'est à l'étude de ces facteurs précisément que se consacre la science de la « créativité ».

Il est nécessaire de tenir compte de toutes les données sociales et des variations psychologiques qui entrent dans une personnalité car ce sont des facteurs qui influencent l'activité créatrice.

Tout le monde sait ce qui caractérise un esprit créateur : une grande agilité d'esprit, la faculté de s'étonner et de voir les choses qui nous paraissent normales avec des yeux neufs. Un esprit inventif éprouvera une aversion contre les solutions traditionnelles, mais c'est aussi un introverti qui se montrera tolérant à l'égard des problèmes non résolus. S'agit-il vraiment de particularités acquises une fois pour toutes, d'aptitudes héréditaires ou au contraire de facultés susceptibles de se développer? Il est certain en tout cas que ces diverses particularités peuvent être influencées par les multiples formes de l'ambition. Le professeur Matussek a bien distingué entre l'ambition pure, inspirée par des motifs supérieurs, et l'ambition nourrie par le désir de gloire, de fortune, de puissance.

On sait depuis longtemps que l'imagination créatrice faiblit avec l'acquisition de la sécurité matérielle. C'est ce qui se produit généralement au moment de l'attribution d'une chaire dans une université! Mais le fait de détenir un poste important peut aussi jouer un rôle stimulant; il peut faciliter la recherche de solutions d'autant que le souci de prestige est passé un peu à l'arrière-plan. On continue certes à attacher de l'importance à la notoriété dont on jouit mais, fait observé le savant conférencier, un homme de génie recherche moins la célébrité pour lui-même que pour ses travaux.

La déception et la résignation sont des éléments qui paralysent l'imagination créatrice. L'ambiance, le climat de travail exercent une forte influence sur l'activité créatrice. Ils entravent ou au contraire stimulent l'esprit d'invention selon que la promotion obtenue est associée à des intrigues ou qu'on ne la doit qu'à son propre travail.

L'imagination créatrice s'atrophie lorsque la pensée est trop tributaire de celle des autres (supérieurs hiérarchiques). L'ambition « anticréatrice » dont les centres d'intérêt sont la sécurité matérielle, la famille et la célébrité (ce qui en anglais a donné la formule des 3 F : *food, family, fame*) risque d'être à l'origine de graves troubles psychiques ou organiques. L'effort que l'on fournit pour compenser le sentiment d'insatisfaction en accumulant les tâches paraît insensé.

On peut faire un rapprochement entre le niveau de « créativité » dans la science et la prospérité économique. Les conditions favorables à l'activité créatrice dans une société ou dans un milieu devraient être étudiées puis facilitées. Le développement de cette activité féconde ne peut être encouragé que si l'on en connaît bien toutes les exigences.

(Résumé d'un compte rendu publié dans *La Tribune d'Allemagne*, no 217, 2 mars 1968, page 9).

Novembre 1968: une date significative dans la petite histoire du **Jeune Scientifique**. La parution de notre 50e numéro ne peut nous laisser indifférents, nous, responsables ou lecteurs de ce périodique.

Nombre d'incertitudes et de doutes restaient dans notre esprit au moment de lancer la publication, en novembre 1962. Aurions-nous un auditoire pour assurer les abonnements nécessaires? Pourrions-nous recruter suffisamment de rédacteurs compétents et fidèles pour maintenir les huit livraisons annuelles? Et bien d'autres questions ou problèmes demeuraient sans réponse. Toute l'aventure de l'édition dans le contexte québécois se posait également pour notre revue.

D'importantes étapes nous semblent maintenant franchies: 50 livraisons ou brochures sont parues avec le présent numéro. Un ouvrage de **1208 pages** de texte généreusement illustré, présentant **380 articles** décrivant des lois, des phénomènes ou des applications des sciences physiques et biologiques, depuis l'organisation des plus humbles vivants, en passant par l'étude des éléments de la matière jusqu'aux dernières réalisations de cette impressionnante conquête de l'espace.

En restant conservateur dans l'appréciation de notre tirage, nous devons reconnaître qu'une collection de plus de **250 000 brochures** ont été diffusées dans les familles, les écoles, les bibliothèques et les milieux d'expression française du Québec et même de l'étranger. Au « Cri d'alarme... » lancé il y a quelques années par un groupe de scientifiques devant notre retard dans la civilisation des sciences, nous espérons avoir fourni un élément de réponse, nous espérons avoir contribué à rendre plus accessibles ou populaires les connaissances scientifiques, nous croyons avoir participé à orienter un certain nombre de jeunes vers les carrières scientifiques.

Nous devons le succès de ces six premières années à l'ardeur et au dévouement d'une équipe. Nous désirons rendre hommage à tous nos distingués rédacteurs, aux personnes et organismes qui ont appuyé et soutenu nos espoirs et nos projets. Nous disons aussi notre reconnaissance aux propagandistes, aux éducateurs qui favorisent notre diffusion, à tous nos lecteurs et lectrices qui veulent bien nous accorder leur confiance. Stimulés par tant d'efforts et de gestes courageux, nous sommes assurés de pouvoir renverser toutes les difficultés et de nous acheminer fièrement vers... une 75e édition!

Léo BRASSARD, directeur.

Revue de vulgarisation scientifique publiée par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS), et subventionnée par le ministère de l'Éducation de la province de Québec.

DIRECTION

Léo Brassard
directeur
Roger H. Martel
secrétaire de rédaction

Pierre Couillard
Denis Jacob
Roland Prévost
Marcel Sicotte
Jacques Vanier
conseillers

COLLABORATEURS

Jean R. Beaudry
Gérard Drainville
Raoul Duchesne
Michel Ferland
Roger Fischler
J.-André Fortin
Jean-Guy Fréchette
Guy Gavrel
Miroslav M. Grandtner
Edouard Kurstak
Paul H. LeBlond
Paul-H. Nadeau
Raymond Perrier
Bernard J.-R. Philogène
Roland Prévost
Jean-René Roy
Madan Lal Sharma
G.-Oscar Villeneuve

Abonnements

Le volume annuel commence en octobre et se termine en mai, soit 8 numéros. Abonnement individuel: Canada, \$3.00; étranger, \$3.50. Abonnement annuel de groupe-étudiants, soit 15 abonnements et plus à une même adresse: \$2.00 chacun. Vente au numéro, 50 cents.

Adresse

Rédaction et abonnements: case postale 391, Joliette, Québec, Canada. Tél.: 514, 753-7466.

Notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire. Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'éditeur © ACFAS, 1968. — Le ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication. Port payé à Joliette. — Tous les articles sont classifiés dans l'Index analytique, Les Presses de l'Université Laval, Québec.

SOMMAIRE

- 30 **Le Coelacanthé, un fossile vivant**
par D. E. McAllister et Claude Delisle
- 32 **Biologie des Ephémères**
par M. L. Sharma
- 34 **Les Quasars, cauchemar de l'astronautique**
par Jean-René Roy
- 42 **Pharaons et rayons cosmiques**
par Th. de Galiana
- 46 **Initiation à la photographie d'histoire naturelle**
par Louis-Philippe Coiteux
- 50 **Projet de réinstallation du caribou dans le parc des Laurentides**
par Pierre DesMeules
- 56 **Marche apparente de Jupiter en 1969**
par Paul-H. Nadeau

Notes, communiqués et nouvelles, en pages: 2e p.-couverture, 39, 40-41, 45, 55 et 3e p.-couverture.

Photographies de la couverture

A gauche: un groupe de Boeufs musqués dans l'Arctique canadien. Photo Ted Grant de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa.

A droite: un jeune Phoque à l'Aquarium de Québec. Photo L.-P. Coiteux, Leica avec visoflex, banc à soufflet et lentille Elmar 65 mm, vitesse 1/1000, f. 5,6. — Ces deux photos veulent inviter nos lecteurs à suivre la série d'articles sur l'initiation à la photographie d'histoire naturelle que nous commençons dans ce numéro, à la page 46.

Le Coelacanthe, un fossile vivant

par D. E. McAllister et Claude Delisle

La Découverte

C'est en 1938, dans les eaux sud-africaines (Figure 1), près de la ville de East London, que l'on pêcha un poisson peu ordinaire, vigoureux, d'une couleur bleu acier et pourvu de nageoires ressemblant à des membres. Cette espèce de poisson était considérée comme éteinte depuis le Crétacé (plus de 60 millions d'années) et la capture d'un tel spécimen constituait le premier record à apparaître dans le monde scientifique. Pendant les années suivantes on s'efforça de rechercher d'autres spécimens. Ce n'est qu'en 1952 que l'on captura le suivant et jusqu'en 1954, quatorze autres individus furent capturés.

L'habitat du coelacanthe se trouve dans l'archipel des Comores, un groupe de petites îles tropicales françaises près de Madagascar. (Figure 1). C'était dans les eaux de l'océan Indien où baignent ces petites îles éloignées que le coelacanthe s'était caché des savants pendant des siècles. Même avant sa découverte officielle, les indigènes du pays, dit-

on, employaient déjà les écailles rugueuses cosmoides du coelacanthe, pour gratter les chambres à air de bicyclette, avant d'y coller des pastilles.

Morphologie et biologie

Le coelacanthe ou *Latimeria chalumnae* Smith, 1939, comme le nomment les ichtyologistes, est un poisson robuste et de morphologie inhabituelle. Il montre des caractères très primitifs comme la persistance de la corde dorsale, un coeur peu évolué et des nageoires pédonculées. Il pos-

sède un appareil pulmonaire vestigial formé à partir d'un diverticule ventral de l'oesophage.

Les nageoires, sauf pour la première dorsale, sont pédonculées et la nageoire caudale est trilobée (Figure 2). Ces nageoires, rétrécies à leur base, sont articulées directement par une seule plaque basilaire osseuse interne. Elles constituent une étape vers la réalisation des membres tels qu'on les connaît chez les vertébrés tétrapodes.

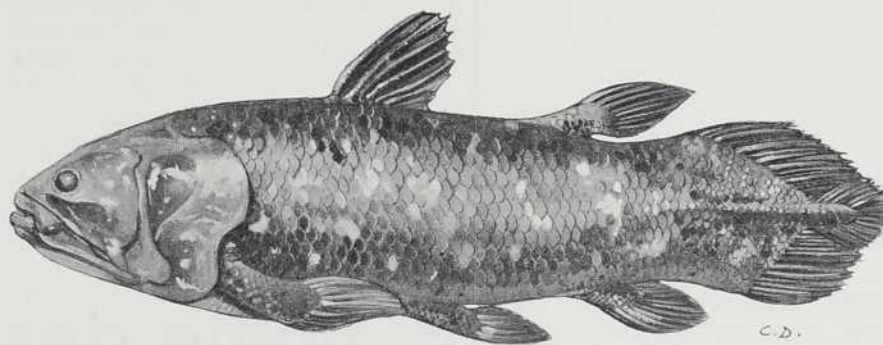
Le rostre comprend un organe sensoriel énigmatique qui se compose d'une cavité centrale débouchant sur l'extérieur, par un triple système de conduits symétriques (conduits rostraux), de chaque côté du museau (Millot et Anthony, 1956). Sa fonction n'est pas connue; peut-être sert-il d'organe presso-récepteur? Le coelacanthe atteint une longueur de 70 pouces et un poids de 176 livres. On le pêche sur les fonds rocheux de l'océan Indien dans des profondeurs variant entre 850 et 980 pieds. A ces profondeurs, les eaux sont d'environ 55° F, tandis que celles de la surface sont d'environ 80° F. On le considère comme un poisson de moyenne profondeur. Il se nourrit principalement de poissons d'environ huit pouces de longueur.



Fig. 1. Carte indiquant: 1) la première découverte du coelacanthe en Afrique du Sud; 2) l'habitat du coelacanthe dans l'archipel des Comores.

Article rédigé par Don E. McAllister, Ph.D., conservateur des poissons au Musée National des Sciences naturelles, Ottawa, et Claude Delisle, biologiste à l'Aquarium de Montréal. Les trois dessins sont de C. H. Douglas du Musée National des Sciences naturelles, Ottawa.

Fig. 2. Remarquez la nageoire caudale trilobée et les autres nageoires pédonculées caractéristiques des coelacanthés.



Importance

Pourquoi le monde scientifique fut-il bouleversé par la découverte du coelacanthé? D'abord, il s'agissait de la première espèce vivante connue du sous-ordre des crossoptérygiens. Ces derniers constituent un groupe dont l'importance théorique est énorme car on les considère comme la souche des vertébrés terrestres. Les crossoptérygiens étaient alors connus seulement comme fossiles, formes imprégnées dans les roches et datant de 350 à 60 millions d'années. Les fossiles se trouvent sur tous les continents (sauf l'Antarctique). Le Canada et le Québec possèdent aussi leurs poissons fossilisés et *Eusthenopteron foordi* est un exemple typique de Crossoptérygien (Figure 3) du Dévonien supérieur (environ 300 millions d'années). Jusqu'en 1938,

les scientifiques les croyaient donc disparus depuis fort longtemps car aucun spécimen fossilisé n'avait été trouvé dans des roches plus jeunes que 60 millions d'années.

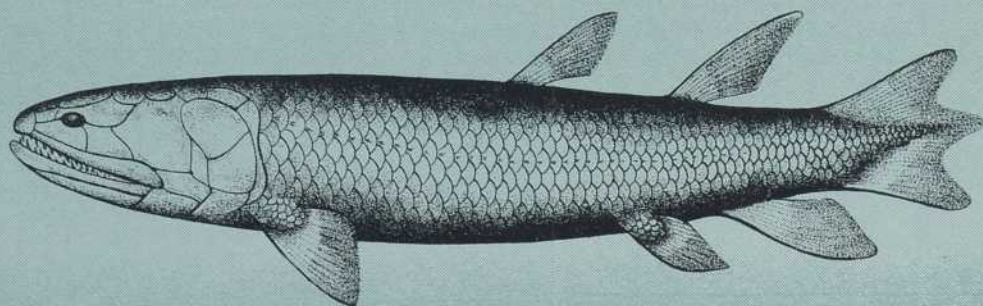
Plus important encore, le coelacanthé est le plus proche parent vivant des poissons qui ont donné naissance aux vertébrés terrestres. C'est donc un véritable FOSSILE VIVANT. Cette découverte d'un représentant actuel des Coelacanthyformes permet aux savants de confirmer et d'étendre les données acquises par l'étude des formes fossiles. L'anatomie mal conservée chez les fossiles sera donc plus facilement étudiée chez *Latimeria chalumnae*. A ce moment les professeurs français, J. Millot et J. Anthony étudient en détail les spécimens découverts et rapportés en bon état de conservation. Ils ont déjà publié (1958, 1965)

deux monographies importantes bien écrites et élégamment illustrées sur l'anatomie de ce poisson.

Bibliographie

- MILLOT J. et ANTHONY J. 1956. L'organe rostral de *Latimeria* (Crossoptérygien coelacanthidé). Ann. Sci. Nat. Zool., 11e s., p. 381-389, 1 fig. 7 pl. h.t.
- 1958. Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome I. Squelette et Muscles. Centre National de la Recherche scientifique. 122 pp. 80 Pl.
- 1965. Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome II. Système nerveux et organes des sens. Centre National de la Recherche scientifique. 130 pp. 76 Pl.
- SMITH, J.L.B. 1939. A living coelacanthid fish from South Africa. Trans. Roy. Soc. South Africa, XXVIII, no. 1, p. 1-106, 19 fig., 44 pl. h.t.
- SMITH, J.L.B. 1960. A la poursuite du Coelacanthé. Plon. Paris.

Fig. 3. Reconstitution de *Eusthenopteron foordi*, un crossoptérygien fossile qui se trouve dans les roches Dévoniennes de la baie d'Escuminac, Gaspé, province de Québec.



Qu'est-ce qu'un éphémère ?

Les eaux des lacs et des rivières entretiennent une faune considérable d'insectes assez bien adaptés à la vie aquatique. Ces petits animaux sont des facteurs importants dans la chaîne alimentaire de l'homme : les larves sont mangées par les poissons qui, à leur tour, servent de nourriture à l'homme.

Parmi ce nombre considérable d'insectes, on peut souligner la présence d'un grand nombre d'éphémères, surtout de leurs larves qui se trouvent sur les bords des lacs et des rivières.

Les éphémères sont de petits insectes avec des ailes en forme de toit et possèdent trois filaments à l'extrémité de l'abdomen, appelés « cerques » par les entomologistes. Leur corps est relativement petit et fragile et leurs ailes sont membraneuses avec un grand nombre de nervures (Fig. 1).

Ces insectes qui ne mangent guère au stade adulte, apparaissent en grandes quantités au mois de mai et sont souvent appelés en anglais « May flies ». Ces adultes ont une durée de vie de quelques heures et sont peu nuisibles à l'homme malgré leur nombre qui parfois semble énorme.

Le nom « éphémère » remonte à la mythologie grecque qui signifie: existence très brève de l'insecte.

Les larves qui vivent dans les eaux des lacs et des rivières sont herbivores, se nourrissant d'algues et d'autres végétaux aquati-

Biologie des Ephémères

par M. L. Sharma

ques. Sous forme larvaire, cet insecte a une durée de vie comparable à plusieurs autres dont certains peuvent passer trois ans à ce stade. Dès la maturité des larves, quand l'adulte est prêt à sortir, les nymphes montent à la surface de l'eau. La partie dorsale du corps se déchire et fait éclater la cuticule; l'insecte adulte sort et prend aussitôt son envol.

Danse nuptiale :

Dès l'apparition des adultes, les insectes mâles commencent leur danse nuptiale qui consiste en un vol de bas en haut. Les insectes montent verticalement en battant des ailes avec rapidité puis ils se laissent descendre passivement avec beaucoup d'élégance. Un grand nombre de mâles continuent de former des masses dansantes; les femelles n'entrent que plus tard dans la danse et sortent aussitôt avec un mâle. L'accouplement a lieu en plein vol et ne dure que quelques minutes.

Stade de l'oeuf :

Dès l'accouplement, l'oviposition commence. Les oeufs de *Ephemera excrucians* sont blancs et un peu en forme de quille avec une surface ornementée de sculp-

tures. Les oeufs d'une autre espèce *Heptagenia interpunctata* sont pourvus d'un grand nombre de fibres. Les oeufs de *Ecdyonurus* sont couverts de plusieurs filaments repliés qui, une fois dans l'eau, se déplient assez rapidement. Le nombre d'oeufs pondus par chaque espèce peut varier, soit de quelques centaines à quatre mille environ. Eaton mentionne les espèces à vie courte qui déchargent leurs oeufs en masse dans l'eau. Ces masses se désagrègent assez vite et les oeufs sont répandus sur l'ensemble de la surface de la rivière. D'après Hey (1896) les oeufs d'*Ephemera vulgata* éclosent en 10 ou 11 jours à une température de 20 à 25°C. Certaines espèces peuvent avoir besoin d'une période plus longue.

Les nymphes (fig. 2) :

Les jeunes larves appelées « nymphes » sont essentiellement herbivores et se nourrissent d'algues sur des fragments de tissus végétaux. Certaines espèces sont cependant décrites comme carnivores mais sont peu connues. Ces nymphes peuvent fréquenter une variété d'habitats; certaines vivent sous les pierres, d'autres sont fousseuses et se trouvent enterrées dans le sol. D'autres se trou-

L'auteur du texte et des figures, Madan Lal Sharma, D. Sc., est professeur au Département de Biologie de l'Université de Sherbrooke.

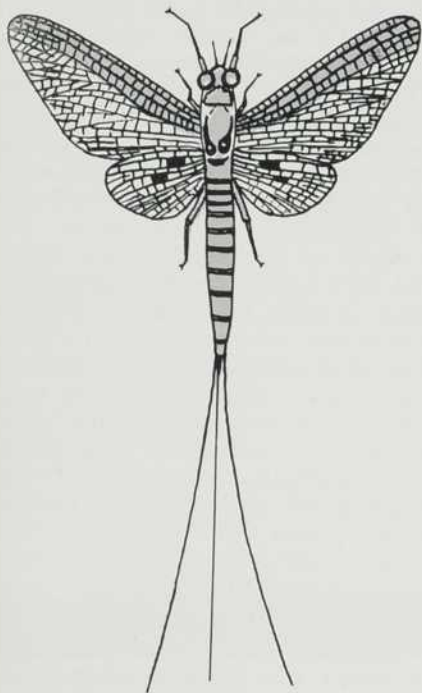


Fig. 1. Ephémère adulte.

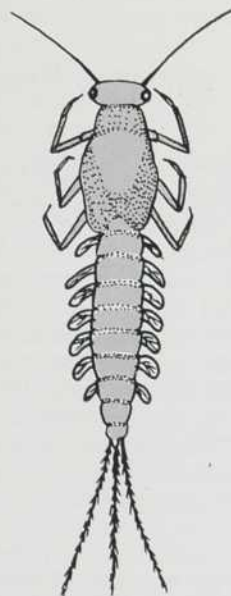


Fig. 2. Larve aquatique d'un Ephémère.

vent cachées parmi les plantes aquatiques tandis que d'autres trouvent leur habitat parmi les végétaux en décomposition sur le fond des étangs, etc.

Les nymphes d'éphémères ont des pièces buccales broyeuses avec des mandibules. Elles ont trois paires de pattes pourvues d'un grand nombre de filaments. Sur la partie ventrale des segments de l'abdomen il y a un grand nombre d'organes respiratoires appelés « branchies ». Ces branchies sont les lamelles extérieures d'appareils pourvus d'artères dans lesquelles circule le sang. La respiration est donc branchiale chez les nymphes. A la partie postérieure du corps il y a les trois cerques. Les nymphes ont un corps allongé; certaines nymphes sont aplaties pour s'accrocher aux pierres, etc., alors que d'autres sont au contraire des champions de la nage.

Cette vie aquatique peut durer plus ou moins longtemps suivant les espèces. Les nymphes servent de nourriture aux poissons. Une fois parvenus à maturité, les adultes éphémères sortent des nymphes après avoir brisé la cuticule dans la partie dorsale, comme il est mentionné plus haut.

Utilité de ces insectes

De nos jours, mille espèces d'éphémères sont décrites pour l'Europe et l'Amérique du Nord. Malgré leur nombre envahissant durant le mois de mai, les éphémères ne sont pas nuisibles; bien au contraire, leur présence dans nos eaux apporte une nourriture aux poissons.

Bibliographie

- EATON, A. E., 1888. *A revisional monograph of recent Ephemeridae*. Trans. Linn. Soc. London (Zool); 3: 1-352.
- COMSTOCK, J. H., 1960. *An Introduction to Entomology*. The Comstock publishing, New York.
- IMMES, A. D., 1960. *A general textbook of Entomology*. Methuen and Co., London.
- ROSS, A. H., 1966. *A textbook of Entomology* (3rd ed), John Wiley and Sons, New York.



A gauche : l'étrange galaxie, NGC 5128 (Centaurus A), à une distance de 12 millions d'années-lumière, est une radiosource très puissante. Sa forme elliptique est traversée par une bande noire d'absorption, signe d'une forte concentration de poussières cosmiques, phénomène normalement absent chez les galaxies elliptiques. L'analyse des contours radioélectriques de cette radiogalaxie laisse supposer la succession d'explosions. Les quasars présentent une émission radioélectrique semblable, ce qui suggère une parenté possible entre les deux phénomènes.

Les Quasars, cauchemar de l'astrophysique

par Jean-René Roy

Depuis six milliards d'années, le Soleil voyage à une distance de 27 000 années-lumière (une année-lumière représente 6 millions ou 6×10^{12} de milles) du centre de la Galaxie. Cette dernière, une parmi les centaines de milliards d'autres qui peuplent l'univers jusqu'à plusieurs milliards d'années-lumière de distance, compte environ 130 milliards d'étoiles; la masse de matière, en majeure partie du gaz d'hydrogène et un peu d'hélium, entraînée dans ce gigantesque tourbillon est de 200 milliards de Soleils.

Soyons hardis et ramenons l'orbite de la Terre autour du Soleil à celle de l'infime électron sur sa première orbite de l'atome d'hydrogène. Si on utilise le système

métrique, pour mieux saisir les rapports en jeu, c'est 150 millions de kilomètres que nous venons de refouler magiquement à 0.53×10^{-8} centimètre. A notre échelle de Lilliput, l'étoile la plus proche (3.2 années-lumière) est à 0.014 millimètre du noyau; la distance de la galaxie d'Andromède (2.2 millions d'années-lumière) est de 6 mètres; le centre de la Galaxie est à 10 centimètres; le centre de l'amas de galaxies dont nous sommes membres est situé dans la constellation de la Vierge à 120 mètres, et la radiogalaxie 3C-295 est à 25 kilomètres! Le Soleil? Il y a vraiment de quoi l'oublier puisqu'il ne mesure que 4.6×10^{-11} centimètre.

Terminons ce bain dans l'infini en signalant que, dans notre galaxie, la distance relative moyenne des étoiles entre elles est d'environ 10^{19} centimètres, soit 100 millions de fois plus considérable que le diamètre moyen d'une étoile. L'espace interstellaire n'a qu'une densité d'un atome par centimètre cube; ceci correspond à placer un grain de sable dans un volume ayant 60 milles en hauteur, largeur et profondeur.

L'auteur, Jean-René Roy, B. Péd., est étudiant en physique, B.Sc. IV, à la Faculté des Sciences de l'Université de Montréal. Origine des photographies : p. 34, Mount Wilson and Palomar Observatories; pp. 37, 38, National Science Foundation.

La mise en scène étant faite, présentons nos énigmatiques personnages décelés au début des années 60 par la radioastronomie: les *quasars*. C'est en 1962 que Maarten Schmidt, astronome au Mont Palomar, identifiait à une radiosource jusqu'ici invisible le premier quasar, 3C-273; celui-ci apparaissait simplement comme une étoile très faible (magnitude 13), dotée d'un jet nébuleux de matière s'éloignant de l'« étoile ». La désignation « *quasar* » (*QUASI-stellar object*) est due à cette image ponctuelle dont les étoiles ordinaires impressionnent les plaques photographiques, contrairement aux nébuleuses et aux galaxies qui affichent sur les clichés une dimension angulaire mesurable. Néanmoins, ce premier intrus arrivait avec beaucoup de modestie en regard du remous sans précédent qu'il allait provoquer.

Des radiogalaxies aux quasars

Sans les radioastronomes, qui les premiers attirèrent l'attention sur les quelques quasars émettant dans le domaine radioélectrique, l'astrophysique ne connaîtrait pas l'ébullition actuelle. Durant les années 50, alors que la radioastronomie révélait à un rythme rapide des galaxies parfois émettrices d'ondes radioélectriques extrêmement puissantes, on associa à ces radiosources des galaxies connues d'aspect particulier ou anormal. Plusieurs surpassaient leur énergie émise dans le domaine optique du spectre.

Un spectre peut être donné par la décomposition de la lumière (à l'aide d'un prisme par exemple) d'une source quelconque, qui peut aussi bien être le Soleil, une galaxie ou une chandelle. Ce spectre qui existe aussi pour les ondes radioélectriques et autres, nous renseigne à l'aide des raies d'émission (brillantes) ou des raies d'absorption (sombres) sur les conditions, la nature et les mouvements du corps émetteur ou du milieu qui nous en sépare.

Certaines radiogalaxies émettaient des énergies de l'ordre de 10^{57} à 10^{61} ergs; pour fin de com-

paraison, le Soleil qui libère 3.8×10^{33} ergs par seconde, flamboiera pourtant durant encore plusieurs dizaines de milliards d'années. L'intense émission des radiogalaxies, qu'on attribua au début de façon erronée à des collisions de galaxies, semble en fait due à de gigantesques explosions au coeur des noyaux galactiques. Ces galaxies présentent généralement, comme de bons « hippies » cosmiques, un aspect échevelé et très agité; l'intense activité magnétique associée donne à penser que le processus de *radiation synchrotron* serait à l'origine de l'émission radioélectrique. Rappelons que ce rayonnement est produit par la giration rapide dans un champ magnétique, de particules chargées électriquement et animées de très hautes vitesses.

L'énigme du rougeoiement spectral

Parmi toutes les radiosources connues, près de 400 de plus faible intensité restaient sans correspondance dans le domaine optique. Mais 3C-273, premier à monter sur la scène, fut la goutte d'eau qui fit déborder; alors débuta le mariage des nouveaux arrivants mystérieux, les quasars, aux 400 bavards jusqu'ici invisibles.

On constata très rapidement que l'une des caractéristiques les plus prodigieuses des quasars était un *décalage des raies spectrales vers le rouge* phénoménal.

Le glissement des raies est dû au phénomène *Doppler-Fizeau* où la fréquence apparente d'un train d'onde est affectée par le mouvement *relatif* de la source par rapport à l'observateur. « Relatif » car pour la lumière, seule la vitesse relative de l'observateur et de la source a une importance relativistique. S'il y a rapprochement, l'onde est comprimée et sa fréquence augmentée (déplacement vers le bleu pour la lumière); si au contraire, les deux corps s'éloignent, l'onde est étirée et il y a glissement vers le rouge. L'analogie courante de ce phénomène est le train qui passe en gare en sifflant sans s'arrêter.

En 1929, deux astronomes américains, E. P. Hubble et M. L. Hubble, établirent une relation entre la vitesse de déplacement des galaxies, le glissement des raies spectrales, et la *distance* de ces galaxies du système solaire. Passé quelques millions d'années-lumière, les spectres présentaient tous sans exception un décalage vers le rouge. Tous ces objets semblaient donc nous fuir à des vitesses d'autant plus vertigineuses qu'ils étaient éloignés de nous. Ce fut alors qu'on proposa la célèbre théorie de l'*expansion* de l'univers. Remarquons que les quasars affichent unanimement des déplacements spectraux considérables vers le rouge. Jamais un glissement vers le bleu d'une galaxie ne fut assez considérable pour la situer à plusieurs millions d'années-lumière et plus.

D'une part, l'aspect ponctuel et stellaire des quasars en fait des objets de dimensions très petites: quelques années-lumière tout au plus en diamètre. D'un autre côté, le glissement phénoménal des raies spectrales vers le rouge les catapultent à plusieurs centaines de millions et même plusieurs milliards d'années-lumière. La galaxie alors la plus éloignée, était la radiosource 3C-295 détalant à 68 000 milles par seconde à une distance de 5 milliards d'années-lumière. (La vitesse de la lumière est de 186 000 milles par seconde). La lumière actuelle provenant de cette galaxie avait été émise lorsque notre Soleil commençait tout juste sa carrière.

Or, les vitesses de fuite fracassantes de quelques spécimens se chiffraient ainsi chez les quasars: 3C-254, 93 000 mi/sec; 3C-245, 113 000 mi/sec; CTA 102, 114 000 mi/sec; 3C-287, 115 000 mi/sec; 3C-9, 149 000 mi/sec et enfin PKS 0237 moins 23, 153 000 mi/sec, soit 82% de la vitesse de la lumière! Même avec la loi de Hubble corrigée, ce PKS est situé à environ 9 milliards d'années-lumière; le rougeoiement du spectre est si considérable, que des raies ordinairement situées dans l'ultraviolet sont poussées dans le visible; tel est le cas frappant de la raie d'émission du spectre d'hydrogène Lyman-alpha.

Partant de l'hypothèse que le rougeissement spectral était un effet de fuite dû au phénomène Doppler-Fizeau, il restait la tâche titanique de calculer et d'élaborer des modèles de quasars qui expliqueraient comment des objets ayant à peine quelques années-lumière en diamètre pouvaient rayonner autant d'énergie. Certains quasars auraient des luminosités dépassant celle de 40 à 100 galaxies géantes comptant une centaine de milliards d'étoiles réparties sur des spirales de 100 000 années-lumière de diamètre; ainsi, 3C-273 rayonnerait 10^{46} ergs/sec.

De plus, des recherches établissent qu'il existait une classe de quasars complètement silencieux en fréquence radioélectrique mais présentant dans la partie optique toutes les caractéristiques des objets quasi-stellaires. Ces nouveaux intrus se caractérisaient par leur couleur bleutée. Puis on se rendit vite compte que ces nouveaux pululaient dans l'univers; Sandage établit que pour 1 quasar émetteur radio, il y avait 100 quasars silencieux.

Loi de Hubble

Cette loi permet de calculer la distance d'une galaxie lorsqu'on a déduit sa vitesse de fuite d'après le décalage des raies spectrales vers le rouge

$$D = \frac{V}{K}$$

où D: distance donnée en mégaparsecs (1 mégaparsec: 3.26 millions d'années-lumière)

V: vitesse de fuite donnée approximativement par la loi de Doppler-Fizeau $V = c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$

Dans cette formule, c est la vitesse de la lumière, λ la longueur d'onde et, $\Delta\lambda$ la variation de la longueur d'onde.

K: constante de Hubble; elle est égale à 60 mi/sec par million de parsecs. Cette constante est très délicate à établir.

Autres caractéristiques spectrales

En plus du rougeissement, quels sont les autres traits communs des spectres de quasars? Ils ont généralement des raies d'émission larges mais faibles. Comme l'intensité des raies fournit une indication approximative de la température et de la densité du gaz dans lequel les raies se produisent, les astronomes ont établi une température de quelques dizaines de milliers de degrés Kelvin et une densité de particules allant de 10^4 à 10^7 particules par centimètre cube. En surface, le Soleil a une température de 6 000 °K et une densité de 10^{16} particules/cm³.

Fait inattendu, les quasars présentent une composition normale d'éléments, semblable de très près à celle des étoiles et des nébuleuses de notre propre galaxie. Les éléments identifiés sont l'hydrogène, l'hélium, le carbone, l'oxygène, l'azote, le néon, le magnésium, le silicium, l'argon et le soufre.

Quelques spectres présentent des raies d'absorption, indiquant que des longueurs d'onde sont absorbées par des régions de matière plus froide déambulant entre la source et nous. La localisation précise de ces gaz est d'importance primordiale.

Solutions d'échange pour le rougeissement

Le décalage vers le rouge peut-il être d'origine gravitationnelle? Cette explication est suggérée par la théorie de la relativité générale qui prédit que toute radiation doit accomplir un certain travail pour s'échapper d'un champ gravitationnel; le rougeissement du spectre est proportionnel à l'intensité du champ. Cependant, pour produire les glissements spectraux observés chez les quasars, des champs de pesanteur fantastiques seraient nécessaires, ces masses énormes chambarderaient même tout l'équilibre de la Galaxie. Ce serait un peu comme introduire un taureau dans un jeu de quilles.

Pour obtenir un quasar « gravitationnel », qui ne serait visible qu'à très faible distance, il faudrait comprimer dans le système solaire toute la masse d'un autre Soleil en une sphère de 2 à 3 kilomètres de diamètre; la densité atteinte se chiffrerait alors dans les 100 millions de tonnes/cm³; ceci excède trop la densité de 10^4 à 10^7 particules/cm³ donnée par la spectroscopie. D'ailleurs, Fred Hoyle et Geoffrey Burbidge affirment que cette situation conduirait à l'effondrement gravitationnel; mais l'énergie libérée ($\frac{1}{2} Mc^2$) l'est dans un temps si bref que ce phénomène ne peut rendre compte de l'énergie des quasars.

L'impuissance d'autres théories comme l'interaction matière-antimatière, la création de matière, l'agitation de nuages de plasma instables, semble assurer que le rougeissement des quasars est un effet de fuite.

Un, deux, trois ou l'infini ?

Mais, est-ce que le glissement vers le rouge peut être pris comme mesure de distance pour les quasars? Peut-on appliquer, comme on l'a toujours fait avec les galaxies normales, la loi de Hubble aux quasars? Ne pourrait-il pas y avoir un certain phénomène de *fatigue* pour la lumière voyageant si longtemps?

En 1964, James Terrel des laboratoires scientifiques de Los Alamos proposait une hypothèse où les quasars s'avèrent des objets relativement proches qui ont acquis leurs vitesses prodigieuses par un procédé quelconque. Ce « quelconque » est loin d'être une banalité néanmoins, surtout lorsqu'on affronte des vitesses de 80% de celle de la lumière et qu'on doit accélérer non plus un électron insignifiant mais quelque chose dont la masse s'évalue en millions de Soleils. Terrel et Hoyle ont proposé déjà qu'une explosion put s'être produite dans le noyau de notre propre galaxie il y a environ 10 millions d'années; les quasars auraient alors été éjectés aux vitesses observées. La distance de nos objets serait alors de seulement une dizaine de mil-

lions d'années-lumière; suivant la même hypothèse, les quasars seraient alors intrinsèquement 10^4 fois moins lumineux et beaucoup plus faciles à expliquer.

L'hypothèse locale est corroborée par les variations d'intensité assez rapides observées dans tout le spectre électromagnétique chez plusieurs quasars. On sait que toute radiation ne peut voyager plus rapidement que la vitesse de la lumière, 186 000 mi/sec. Donc, des variations de lumière s'effectuant sur une période de quelques jours, exigeraient de source ne dépassant pas quelques jours-lumière en rayon, — soit quelques dizaines de milliards de milles; la variation doit avoir le temps de franchir le corps de son centre à la surface.

Dans bien des cas, ces variations représentent 20 à 30% de l'éclat total en quelques jours. Au début de cette année, on dévoilait que la luminosité de 3C-371 avait varié de 250% en deux ans! 3C-273 avait modifié le sien de 40% en 3 ans. Ainsi, ces deux énergumènes ne pourraient se permettre un diamètre supérieur à quelques années-lumière, dimension même trop considérable. On retrouve aussi des fluctuations marquées dans l'émission radioélectrique.

Un cas très récent est celui de 3C-287, révélé il y a quelques mois par Thomas A. Matthews, de l'Université du Maryland. En onze mois, la nébulosité auparavant invisible et associée au quasar avait, soit accru sa luminosité sur une distance angulaire de 2 secondes d'arc ou bien, s'était dilatée d'une dimension semblable. Calculant que le phénomène s'est propagé à une vitesse maximum (celle de la lumière) sur une distance angulaire de deux secondes d'arc, on obtient une distance maximum pour 3C-287 de seulement 100 000 années-lumière! Pourtant la distance donnée par la loi de Hubble et une vitesse de fuite de 115 000 mi/sec place ce quasar à environ 5 milliards d'années-lumière. Comment réconcilier tout cela?

Matthews avoue que son interprétation demeure très fragile à cause des différences marquées dans les télescopes et les émulsions utilisées à chaque observation en 1950. Mais si l'avenir lui donne raison, plusieurs s'arracheront les cheveux.

Le changement dans la position apparente d'un astre dans le ciel à quelques années d'intervalle s'appelle *mouvement propre*. Il a été impossible de mettre en évidence le mouvement propre que manifesterait à une si faible distance un objet catapulté à une vitesse aussi considérable que celle des quasars. Sur ce point, l'hypothèse locale est sabotée dangereusement.

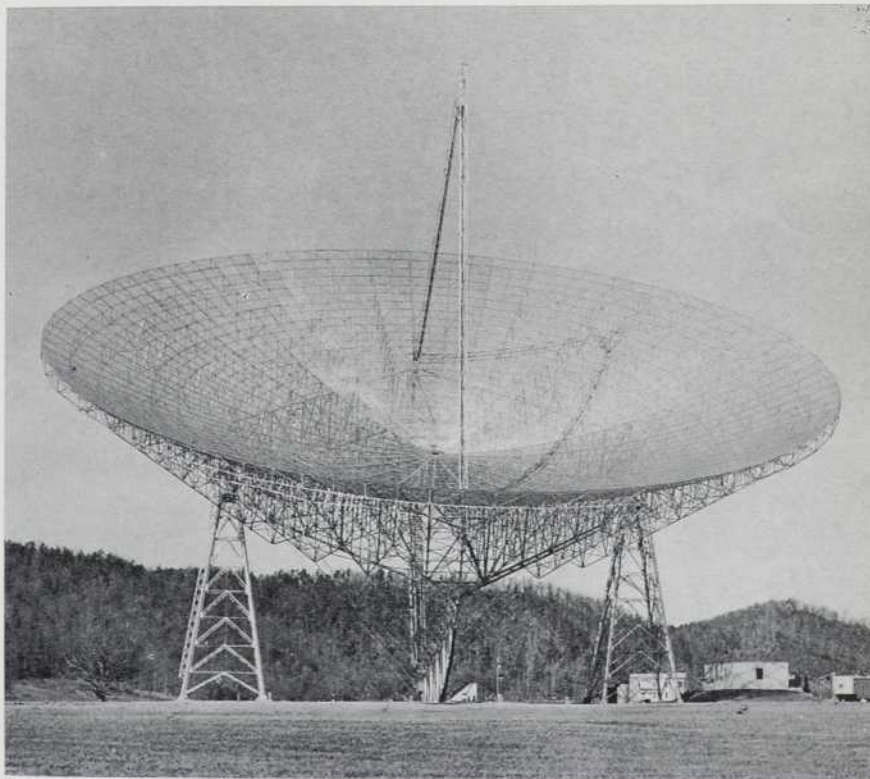
La majorité des astrophysiciens demeurent fidèles à la théorie qui veut que les quasars évoluent à des distances cosmologiques. Ne se scandalisant pas outre mesure

des variations d'intensité lumineuses ou radioélectriques, ils se rappellent qu'une galaxie normale peut voir son éclat doubler en quelques jours par l'explosion d'une « supernova ». Une supernova est une étoile qui à la suite d'un déséquilibre interne majeur, libère en explosant une énergie phénoménale, et atteint rapidement la luminosité de 400 millions de Soleils.

Les investigations récentes

Une étude des spectres de 20 quasars a montré que leurs raies d'absorption présentaient un rougeolement légèrement plus faible que celui de leurs raies d'émission. Cela signifie que des nuages de gaz plus froids et absorbant les radiations du quasar s'échappaient à des vitesses relatives plus faibles. Ceci est consistant avec l'éjection explosive de gaz produi-

Ce radiotélescope géant est situé au National Radioastronomy Observatory près de Green Bank, en Virginie occidentale. Le miroir parabolique a un diamètre de 300 pieds et une surface de 1,8 acres. On utilise cet instrument pour l'étude de l'émission radioélectrique des quasars émetteurs étant donné la haute précision de l'appareil.

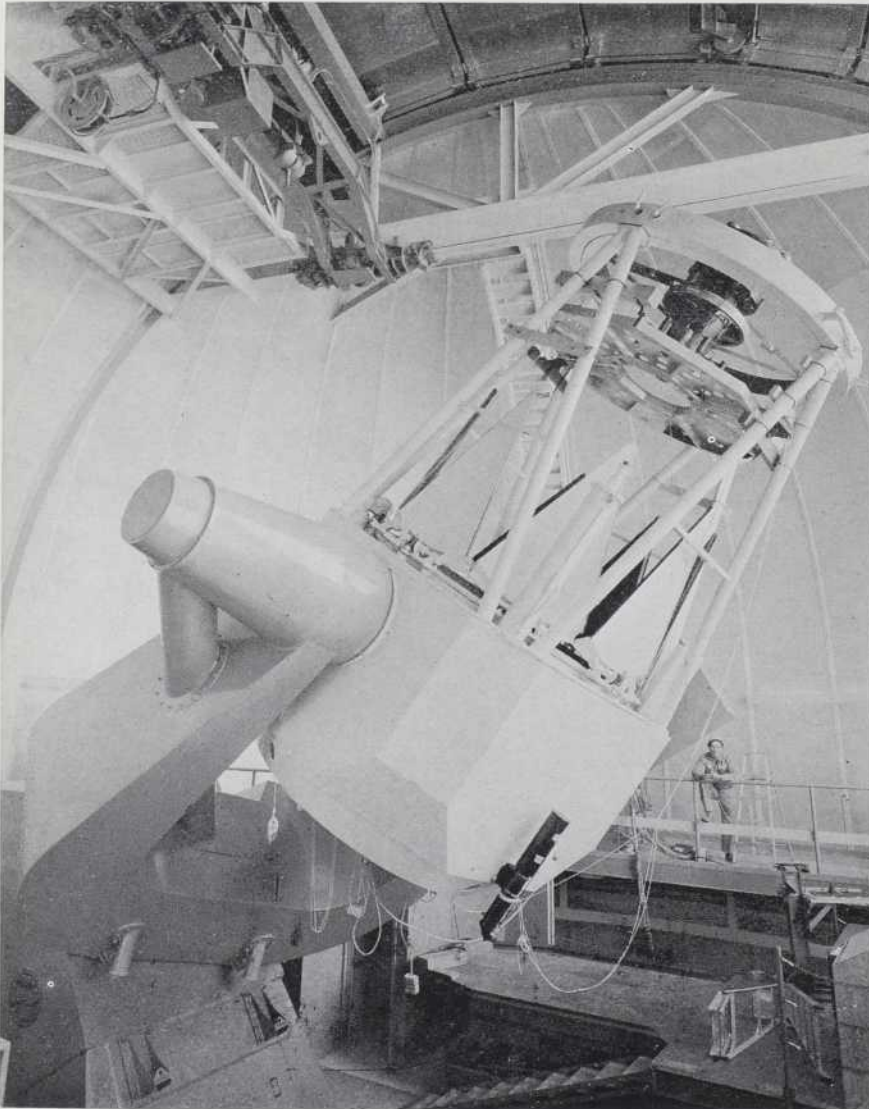


Notre galaxie

| | |
|------------------------|----------------------------------|
| diamètre | 100 000 années-lumière (*) |
| épaisseur au centre | 16 000 années-lumière |
| aplatissement | 1/6 |
| distance du Soleil | |
| — au plan médian | 50 années-lumière vers le nord |
| — au centre galactique | 27 500 années-lumière |
| masse totale | 200 milliards de masses solaires |

(*) 1 année-lumière = 6 millions de millions ou 6×10^{12} milles
1 parsec = 3.26 années-lumières

Le télescope à miroir de 84 pouces de l'Observatoire de Kitt Peak, en Arizona, est utilisé pour l'étude des spectres de quasars. Le premier quasar fut identifié en 1960 par Allan Sandage à l'aide du télescope de 200 pouces du Mont Palomar; deux ans plus tard, avec le même instrument, Maarten Schmidt découvrit l'important rougeolement spectral des quasars.



sant des radiosources jumelles; les gaz fonçant dans notre direction, auront des glissements vers le rouge moins prononcés que le quasar central. L'explosion impliquerait qu'à l'origine les quasars étaient plus massifs; on a suggéré des masses de 10^{10} Soleils.

Dans toutes les hypothèses on retrouve ce caractère catastrophique. Selon Allan Sandage, les évidences concordent pour faire des quasars d'anciennes galaxies très compactes à noyaux très petits noyés dans une enveloppe gazeuse diffuse et extrêmement ténue; en général, 80% de la masse d'une galaxie est concentrée dans son noyau central.

Le radioastronome Ryle souligne qu'il paraît y avoir plus de quasars par unité de volume à une distance d'environ 8 à 9 milliards d'années-lumière (glissement vers le rouge de 200%) que plus près; lorsque le décalage atteint 300%, la population des quasars diminue rapidement. A quoi est due cette préférence?

Observant ces objets comme ils étaient il y a 8 ou 9 milliards d'années, Ryle estime que la plupart des quasars explosèrent à cette époque, et très peu auparavant. Il y a huit milliards d'années, le système solaire n'était qu'une fumée de gaz d'hydrogène dans une nébuleuse de notre toute jeune galaxie.

Une autre énigme chez plusieurs quasars: le glissement vers le rouge des raies d'absorption est partout de 195%; avons-nous affaire à un autre phénomène que l'effet Doppler-Fizeau? Pour I.S. Shklovsky, le célèbre astrophysicien russe, en plus de l'hypothèse explosive envisagée plus haut, il pourrait s'agir de nuages de gaz d'hydrogène froids non condensés en galaxies, qui s'interposent entre nous et les quasars plus éloignés. Ces énormes nuages présentent un rougeolement de 195% et les quasars plus éloignés un décalage de 200 à 210%. Si l'hypothèse du savant soviétique s'avère juste, la surpopulation des quasars aux glissements de 200% représenterait une pause dans l'expansion de l'univers, arrêt qui

se termina il y a quelque 8 milliards d'années mais dont la manifestation nous arrive tout juste sur Terre. A cette époque, la formation d'agglomérations de matière (quasars ou galaxies) put s'accomplir plus aisément, la constante de Hubble n'étant que de 0.5 km/sec par million de parsecs; le climat était favorable aux naissances de galaxies. Quelle fut la durée de cette lune de miel? Aucun indice permet encore de l'évaluer; toutefois, il est permis de croire que l'âge des galaxies dépasserait amplement les 10 milliards d'années.

Conclusions

Les observations des trois dernières années ont considérablement restreint les explications possibles pour les quasars, que la plupart des astronomes situent à des distances cosmologiques. Sandage a évalué qu'environ 100 000 quasars sont plus brillants que la magnitude 19.7 et apparaissent donc sur les pellicules de l'atlas photographique du ciel du Mont Palomar. Une famille aussi prolifique réserve sûrement encore bien des surprises et des renversements.

Bibliographie

- BURBIDGE, G. and Fred HOYLE. The Problem of the Quasi-stellar Objects, *Scientific American*, déc. 1966, pp. 40-52.
- GREEN, Louis C. Dallas Conference on Super Radio Sources, *Sky and Telescope*, fév. 1964, pp. 80-84.
- HOYLE, Fred. Noyaux et Quasars, Paris, Buchet-Chastel.
- PAGE, T. Etoiles et galaxies, Marabout Université, 1966.
- PAGE, T. Galaxies and Quasars at Prague I, II, III. *Sky and Telescope*, déc. 1967, janv. 1968 et février 1968.
- ROY, Jean-René. Aux confins de notre galaxie, *Le Jeune Scientifique*, avril 1967, vol. 5, no 7, pp. 156-161.
- ROY, Jean-René. Les nouvelles astronomies découvrent les « radiogalaxies », *Le Jeune Scientifique*, octobre 1967, vol. 6, no 1, pp. 2-7.
- RYLE, Martin and John SHAKESHAFT. Radio Galaxies, *Science Journal*, oct. 1966, pp. 56-61.
- SANDAGE, Allan. Exploding Galaxies, *Scientific American*, nov. 1964, pp. 38-47.
- SCHMIDT, Maarten. Quasi-stellar Objects, *Science Journal*, octobre 1966, pp. 77-83.

NOTE D'ACTUALITÉ

« Vénus, édition 1968 » corrigée

La pression atmosphérique à la surface de la planète Vénus serait de 75 à 100 fois celle à la surface de la Terre, soit 4 à 5 fois plus considérable que celle évaluée par les spécialistes soviétiques d'après les mesures de leur sonde interplanétaire *Vénus 4*. C'est la conclusion de deux chercheurs du « Jet Propulsion Laboratory » de la NASA dans une étude publiée dans le *Journal of Atmospheric Sciences*.

Le satellite russe aurait atterri sur une gigantesque montagne de 15 milles de hauteur jusqu'ici non décelée par nos radars, ou aurait stoppé toute émission avant de toucher le sol, l'appareillage étant irrémédiablement endommagé.

Vénus 4 est supposé avoir atteint la surface de Vénus en douceur, le 18 octobre 1967, 24 heures avant le vol frôlé à 2 540 milles d'altitude de *Mariner 5*. Les Soviétiques révélèrent alors que la pression à la surface de Vénus se chiffrait dans les 17 ou 20 atmosphères (1 atmosphère = 14.7 livres / pouce²), et la température maximum à 520°F. En 1962, *Mariner 2* avait indiqué une température de surface de 800°F, chiffre d'ailleurs confirmé à l'époque par la plupart des observations radioastronomiques. On fut donc l'an dernier un peu surpris des résultats publiés par les Soviétiques.

Les Docteurs Arvdya J. Kliore et Dan L. Cain, à l'aide de l'expérience d'occultation de *Mariner V* ont pu déterminer la position du satellite américain par rapport au centre de Vénus avec une précision de ± 600 pieds.

Lorsqu'on compare les contours de température et de pression de l'atmosphère vénusienne de *Mariner 5* à ceux de Vénus 4, on constate que la sonde soviétique a pénétré à une distance radiale d'environ 3 774 milles du centre de Vénus. Les experts russes auraient pris ce point comme étant la surface solide de la planète. D'autre part, les plus récentes mesures effectuées aux Etats-Unis par quatre radars de grande puissance, donnent à Vénus un rayon de 3 759 milles.

La station interplanétaire soviétique aurait alors enregistré ses dernières mesures à 15 milles d'altitude, et aurait transmis des conditions beaucoup plus tempérées qu'en surface. En situant la surface solide à l'endroit déterminé par les observations de radar, la pression à la surface de Vénus dépasse 75 atmosphères et la température atteint plus de 900°F. Ces chiffres sont concordants avec ceux de *Mariner 2* et les données radioastronomiques.

Dans l'océan, on trouve une pression équivalente de 75 atmosphères à une profondeur de 2 550 pieds. A 900°F, le plomb et le zinc sont en fusion. Vénus n'est certes pas un endroit pour se promener pieds nus!

(Cf « Vénus, édition 1968 », dans *Le Jeune Scientifique*, février 1968, vol. VI, no 5, pp. 108-111).

Jean-René ROY.

PARUS en FRANCE

Sélection de titres d'ouvrages récents présentée en collaboration avec le *Centre de Diffusion de la Documentation Scientifique et Technique Française au Québec* (Montréal).

Ces volumes ne sont pas vendus par *Le Jeune Scientifique*; les lecteurs intéressés pourront consulter un libraire ou commander chez les éditeurs.

Initiation à l'analyse numérique

par J. Legras, Science-Poche, éd. Dunod, 1968.

Des points et des flèches... la théorie des graphes

par A. Kaufmann, Science-Poche, éd. Dunod, 1968.

Éléments de technique statistique

par J. Lange, Université et Technique, éd. Dunod, 1968.

Notions de mathématique moderne

par René Polle, coll. « Education et Pédagogie », éd. Librairie Delagrave.

Éléments de la théorie mathématique des jeux

(Monographies de Recherche opérationnelle — 9), par G. Th. Guilbaud, éd. Dunod, 1968.

Physique et évolution des galaxies

(Collection « Cours et documents de mathématiques et de physique »), par J. Lequeux, éd. Dunod, 1968.

Initiation à la géologie pratique

par C. Poerol et A. Blondeau, éd. Boubée.

Précis de géologie

(Tome 3), par J. Auboin, R. Brousse et J. P. Lehman, éd. Dunod, 1968.

Les algues d'eau douce

(Tome II), par P. Bourrelly, éd. Boubée, 1968.

La vie des Crabs

(Anatomie, physiologie, développement, croissance, systématique, écologie et comportement, par A. Bauchau, Encyclopédie biologique, LXVI, Ed. Lechevalier, 1966, 138 p., 114 fig.

Les élevages des petits animaux. Leurs enseignements.

par Marcel Sire, Encyclopédie biologique, LXV, Ed. Lechevalier, 1967, 906 p., 762 fig., 33 photographies.

Cet ouvrage comble à coup sûr, une lacune dans notre littérature scientifique qui ne comprenait aucun ouvrage d'ensemble sur les élevages des petits animaux et leurs enseignements.

Deux ouvrages du même auteur, *L'Étang* et *L'Aquarium*, ont facilité les études dans le milieu naturel des eaux douces; nous souhaitons que le présent ouvrage conduise professeurs et étudiants à pratiquer des élevages et, à leur occasion, à multiplier observations et expériences sur le comportement des animaux.

Ainsi que le souligne le Professeur Pierre P. Grassé dans la préface qu'il a accordée à l'ouvrage: « En fait il s'agit d'une introduction à la zoologie, à l'écologie, à la physiologie en prenant comme thème l'élevage des animaux, tout en gravissant les échelons de la classification zoologique. Du protozoaire au mammifère, voilà bien un programme ambitieux! Mais cet ouvrage perdrait grandement de son intérêt s'il ne concernait que quelques groupes d'animaux ».

Malgré sa taille, le livre reste simple, il a été rédigé avec le triple souci de la clarté, de la précision, de la commodité: il est découpé en nombreux paragraphes numérotés d'une manière continue; l'illustration est abondante, précise et agréable. Un tel ouvrage rendra les plus grands services aux amateurs et aussi aux universitaires à la recherche d'un renseignement.

AU QUEBEC, deux nouveaux manue's de biologie (Secondaire IV) :

Biologie

Cours ORIA, par A. Charpentier, S. Galletti, A. Gribenski, M. Oria et J. Raffin (France), L. Cournoyer et O. Garon (Québec). Ed. Hatier-HMH, 1968, 420 pages.

Editions HMH, 1029 Côte du Beaver Hall, Montréal.

L'Homme dans son milieu

par Pierre Couillard, Jean-Marie Demers, Gérard Drainville, André Desmarais et Paul Pirlot. Ed. Guérin, 1968, 400 pages.

Editions Guérin, 4440, rue St-Denis, Montréal.

SCIENCES et TECHNIQUES

La physique nucléaire à l'université

« Une aventure glorieuse, accomplissement bien plus important que les excursions d'êtres humains sur la lune ». C'est ainsi que s'exprimait M. Victor Weisskopf, directeur du département de physique au M.I.T., à Cambridge (Mass.), lors de l'inauguration du nouveau laboratoire de physique nucléaire de l'Université de Montréal présidée par le recteur M. Roger Gaudry, le 30 mai 1968.

Les universités canadiennes attachent une importance capitale à la physique nucléaire. Aussi le nombre des étudiants dans les facultés de sciences a-t-il quintuplé depuis les dix dernières années. A l'Université de Montréal seulement, on en compte 2 400 et on prévoit que ce chiffre sera porté à 3 150 dans trois ans. L'ouverture du laboratoire de physique nucléaire a de beaucoup stimulé le recrutement d'étudiants et de professeurs.

Deux énormes cylindres de couleur bleue, ressemblant à d'inoffensifs réservoirs, c'est l'aspect que présentent les deux vedettes du nouveau laboratoire de physique nucléaire. L'accélérateur « Dynamitron » et son compère « Van de Graaf » sont prévus pour travailler seuls ou en tandem et pour lancer un faisceau de particules de matière à une vitesse de 35 000 milles par seconde. « Le rôle de la science nucléaire dans le monde, de commenter le professeur Weisskopf, est la clef de voûte de l'étude des éléments de la création ».

Au Canada, l'énergie atomique dépend de trois organismes fédéraux: 1) la Commission de con-

trôle de l'énergie atomique, qui régleme le travail accompli dans le domaine nucléaire; 2) l'El-dorado Mining and Refining Limited, qui remplit également la fonction de producteur d'uranium auprès des sociétés privées d'extraction; 3) finalement, l'Energie Atomique du Canada (EACL), dont l'activité comprend des travaux de recherche et de perfectionnement, l'étude et la construction de génératrices nucléaires, la production d'isotopes radioactifs, etc.

La Commission de contrôle de l'énergie atomique ne fait pas de recherche, mais elle accorde des subventions importantes aux universités afin d'encourager leurs investigations et leur permettre d'acquérir un matériel indispensable mais coûteux, comme les accélérateurs de particules, par exemple. C'est grâce à ces subventions, à celles aussi du Conseil national de recherches et du gouvernement provincial, que l'Université de Montréal pouvait inaugurer son nouveau laboratoire de physique nucléaire en mai dernier.

Le rôle de la science nucléaire dans notre monde est devenu essentiel. En plus de permettre l'étude des éléments de la création, elle offre un moyen de reproduire le milieu cosmique tel qu'il existe au coeur des étoiles et d'analyser ainsi les lois les plus fondamentales de l'univers. Les universités canadiennes, comme celle de Montréal et de Toronto, pour ne mentionner que celles-là, sont lancées dans une grande aventure d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. L'ombre de la bombe atomique est un cauchemar que les chercheurs pacifistes veulent oublier.

« Une civilisation sans déchets » ... avec l'énergie nucléaire

Grâce à l'énergie nucléaire, nous serons peut-être un jour en mesure de « remettre dans le cycle de la production tous les matériaux et toute l'eau utilisés : cela nous assurerait un ap-

visionnement inépuisable en matières premières, avec la suppression quasi totale de tous les déchets ».

Serait-ce là une nouvelle utopie? Non, selon le professeur Glenn T. Seaborg, prix Nobel de chimie et président de la Commission américaine de l'Energie atomique qui, dans le numéro de juillet-août 1968 du *Courrier de l'Unesco*, passe en revue ces perspectives étonnantes. Au 21e siècle, écrit-il, la majeure partie de l'énergie utilisée par l'homme proviendra de l'atome, et il ajoute : « La contribution de loin la plus importante de l'atome au monde de demain sera de rendre possible la production d'électricité et de chaleur à très bas prix ».

A l'appui de sa thèse, M. Seaborg cite une étude sur l'implantation de complexes nucléaires agro-industriels dans des régions arides, telles que les plaines côtières désertiques, réalisée l'année dernière à Oak Ridge, dans les laboratoires de la Commission américaine de l'énergie atomique. On sait, par exemple, que l'énergie nucléaire pourra alimenter les moteurs des pompes qui extraient l'eau des vastes nappes profondément enfouies dans de nombreuses régions arides, et que l'emploi d'explosifs nucléaires permettra de construire des réservoirs souterrains pour le stockage de l'eau de pluie dans les zones où l'évaporation est rapide au niveau du sol.

Le ravitaillement est un autre domaine où l'énergie de l'atome est appelée à jouer un rôle capital. Chaque année, jusqu'à 1/5 de la récolte mondiale est détruit par les insectes nuisibles : or on peut espérer que, d'ici l'an 2000, l'emploi de techniques perfectionnées d'irradiation des aliments réduira considérablement ces pertes. C'est une perspective particulièrement importante dans un monde dont la population aura doublé dans trente ans.

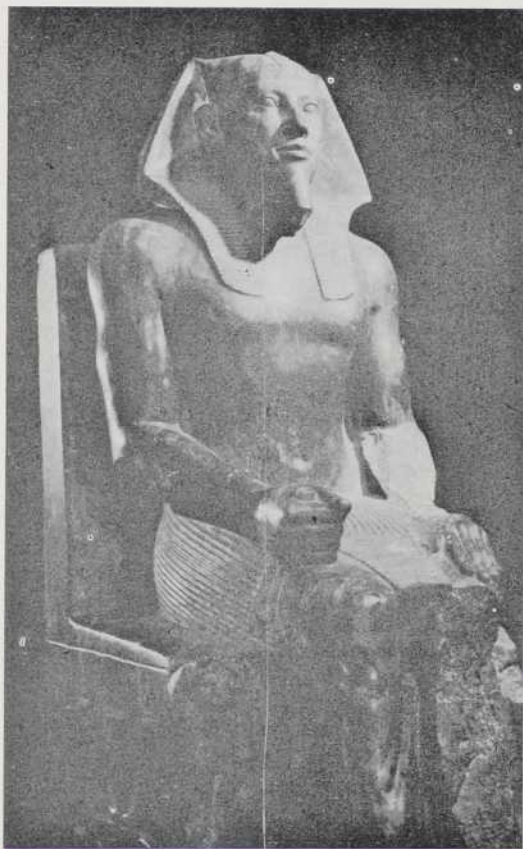
Dans l'univers que prévoit M. Seaborg : d'immenses réacteurs à fonctions multiples assumeront simultanément la production de l'électricité, le dessalement de l'eau, la fabrication des engrais et le conditionnement des aliments. Des navires à propulsion atomique sont déjà construits à titre expérimental et, dès le début du 21e siècle, l'homme pourra peut-être exploiter les ressources alimentaires et minérales des océans. Quant aux réacteurs nucléaires destinés à équiper les vaisseaux spa-

tiaux, ils sont depuis longtemps à l'étude. Et M. Seaborg conclut, « L'avenir qui nous est promis dépassera de loin tout ce que vous et moi pouvons imaginer ».

Dans ce même numéro du *Courrier de l'Unesco* entièrement consacré aux utilisations pacifiques de l'atome, un autre lauréat du prix Nobel, le professeur Willard F. Libby, expose la technique du carbone 14, qui facilite la datation des objets anciens avec beaucoup plus de précision qu'on n'avait pu le faire jusqu'à maintenant. Cette méthode appliquée aux manuscrits de la mer Morte permettra de vérifier les interprétations jusqu'ici retenues et, de ce fait, remplacer les hypothèses par des certitudes.

Dans cet article, intitulé « Carbone 14, horloge nucléaire de l'archéologue », le professeur Libby souligne que, dans le cas d'objets plus récents, tels que les fameux cercles de pierre levées construits à Stonehenge, dans le sud de l'Angleterre, voici 3700 ans, la technique du carbone 14 ne sert qu'à vérifier les précédentes estimations faites par les géologues et archéologues. Mais, ce qui importe le plus dans l'utilisation de cette technique, c'est qu'elle permet de dater avec une certitude suffisante les objets dont l'âge remonte à 40 000 ans, alors que l'histoire, telle qu'on l'entend généralement, ne dépasse pas 4 800 ans environ. L'homme devient ainsi capable de faire reculer l'aube de l'histoire.

Dans un autre article du même numéro, le physicien pakistanais, I. H. Usmani, donne un aperçu de ce qu'est l'énergie atomique et de l'utilisation qu'on en fait. Ce texte est rédigé dans des termes accessibles à tous et constitue une véritable introduction à la compréhension des problèmes les plus complexes. Carlo Schaerf (Italie), parle de l'utilisation des explosions nucléaires souterraines et envisage la réalisation d'un nouveau Canal de Panama creusé par de tels procédés. D'autres articles sont consacrés aux programmes de l'Agence internationale de l'énergie atomique; aux travaux en cours dans divers laboratoires, pour obtenir la stérilisation des insectes nuisibles; à la synthèse d'éléments et d'isotopes nouveaux.



Le pharaon Chéphren (vers 2600 avant J.-C.). Statue de diorite de ce 4^e pharaon de la IV^e dynastie qui, selon les chroniques, aurait été aussi tyrannique que Chéops. Le Sphinx, qui dresse sa masse énorme à côté de celle de la deuxième pyramide, a été sculpté à son image.

Pharaons... et rayons cosmiques

par Th. de Galiana

Il y a longtemps... très longtemps — en cosmologie, on n'en est pas à un million d'années près —, une étoile a explosé. Il en explose ainsi, chaque jour, à notre insu; j'allais écrire: trop loin, trop silencieusement, heureusement assez loin pour que le cataclysme ne soit qu'une occasion offerte aux astronomes de découvrir une *supernova*, une étoile souvent modeste, qui se pare soudain de l'éclat des reines du firmament avant de se résoudre en un nuage gazeux.

Pour silencieux qu'il soit, pour confiné dans un tout petit coin du cosmos, le dernier acte de la vie de l'étoile est un phénomène apocalyptique. Une grande partie de l'immense flux d'énergie que l'étoile aurait pu rayonner jour après jour pendant des milliards d'années, se trouve soudain libérée, et dans toutes les directions de l'espace fusent rayons et particules. Si la masse unitaire de

ces dernières est pratiquement nulle, leur énergie cinétique défie même l'imagination, comme on en peut juger en suivant la plus petite d'entre elles (le proton), lorsqu'au terme d'une randonnée fantastique à travers l'espace, elle prend la Terre pour cible.

Heureusement pour nous, il y a l'atmosphère. Le proton heurte donc le noyau d'un atome d'azote ou d'oxygène, qui est disloqué. Ses protons et ses neutrons sont projetés vers le bas, ainsi qu'une gerbe de *pions* (mésons π), particules où se retrouve, divisée, l'énergie cinétique du proton cosmique. Bien que partagée, cette énergie demeure considérable: suivons l'un de ces redoutables

projectiles. Au bout d'un cent-millionième de seconde (c'est-à-dire, après avoir parcouru quelques centaines de mètres), il se désintègre et devient un *muon* (méson μ), dont la vie moyenne est suffisante pour qu'il puisse atteindre le sol. Il le peut d'autant mieux qu'il a la propriété de ne pas interagir avec la matière; ce qui — ajouté à son énorme énergie cinétique — lui permet, une fois arrivé au sol, de traverser une épaisseur de plomb pouvant atteindre un mètre. Plus prosaïquement, un muon peut traverser verticalement l'Empire State Building de New York, tout ce qui se trouve dans sa trajectoire; plafonds, machines de bureau, dactylos ou présidents du conseil d'administration, planchers, voi-

L'auteur, Thomas de Galiana, ingénieur industriel, est Secrétaire général de Rédaction (Sciences) à la Librairie Larousse, Paris, et membre du bureau de direction de l'Association des Ecrivains scientifiques de France. — Origine des illustrations: p. 42, photo M. Andrian-Samivel; p. 44, photo Hunting Aerosurveys.

tures et chaudières de chauffage central... et s'enfoncer encore de quelques centaines de mètres dans le sol.

Les soucis de Chéphren

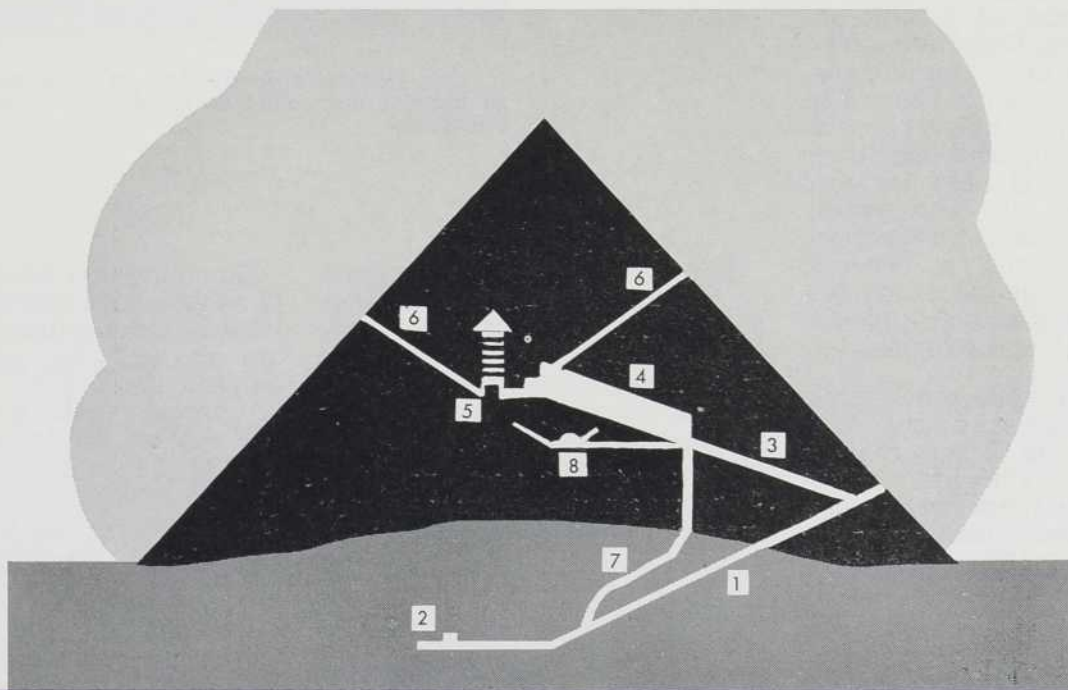
Il y a 4 000 ans (les muons qui nous atteignent aujourd'hui sillonnaient peut-être déjà l'espace interstellaire), le pharaon d'Égypte avait de graves soucis. Les tombeaux de ses prédécesseurs avaient été profanés. A quoi bon dépenser tant d'énergie pour dresser son monument funéraire, une imposante pyramide et tant d'efforts d'imagination (réseaux complexes de galeries pour tromper les profanateurs) si, en fin de compte, la chambre funéraire devait être découverte et pillée?

Considérons le réseau interne de la pyramide de Chéops (voir fig.) : il ne comporte pas moins de trois chambres. Certains archéologues pensent que Chéops

avait commencé par prévoir une petite pyramide, d'où disent-ils, la chambre inférieure inachevée), puis un monument plus grand (ce qui expliquerait l'abandon de la première chambre et la construction d'une deuxième à une hauteur plus élevée), pour faire bâtir, en fin de compte, la plus imposante des pyramides d'Égypte, avec une troisième chambre, définitive cette fois, située à un niveau supérieur à celui de la deuxième.

Pour d'autres archéologues, le réseau de la pyramide de Chéops aurait été conçu d'emblée, dans l'intention de tromper les recherches des futurs pilliers, la découverte de la première et — éventuellement — de la deuxième chambre, vides, étant de nature à leur faire croire que d'autres pilliers avaient déjà fait le travail. Une ruse de cette nature serait bien dans la manière de pharaons excédés par le fait que le pillage

des tombeaux pût avoir lieu peu de temps après les obsèques des personnages qui y sont ensevelis. Un fait témoigne d'ailleurs des recherches faites en vue de rendre inviolable la chambre mortuaire de Chéops : lors de la construction de la grande galerie ascendante (v. dessin, no 4), d'énormes blocs de pierre y furent renfermés, déposés à même le sol, retenus par un ancrage provisoire. Plus tard, une fois que la momie de Chéops avec tous les trésors qui l'accompagnaient eut gagné sa place, des ouvriers lâchèrent les liens qui retenaient ces pierres, et celles-ci, glissant sur le plan incliné, allèrent obstruer l'entrée de la galerie ascendante (3). Les ouvriers évacuèrent alors la grande galerie par un boyau (7) qui aboutissait à la galerie ascendante (1), par où ils sortirent de la pyramide, bouchant chaque fois avec des dalles l'entrée des passages qui se trouvaient le long de leur retraite.



Réseau interne de la pyramide de Chéops. La galerie 3 était obstruée à sa base par de gros blocs. Aussi, les premiers profanateurs, en descendant par la galerie 1, aboutissaient à la fausse chambre mortuaire 2. Par la suite, ils parvinrent à atteindre l'autre fausse chambre 8. En fait, une fois que le tombeau et les trésors du pharaon eurent pris place dans la vraie chambre mortuaire 5, à laquelle on accédait par la galerie montante 3, des ouvriers laissèrent glisser sur le sol incliné des blocs de pierre entreposés dans la grande galerie 4 lors de la construction de la pyramide. Après avoir obturé ainsi l'entrée de la galerie 3, les ouvriers descendirent par le boyau 7 et sortirent de la pyramide par la galerie 1, scellant toutes les entrées à leur passage. Les boyaux 6 servaient à l'aération.

Mais tant de précautions n'ont pas empêché la tombe du pharaon d'être découverte, et la chambre mortuaire d'être vidée de tout son contenu. Et nous comprenons pourquoi, de son vivant, Chéphren dut accorder une grande importance aux problèmes posés par la sauvegarde de son futur tombeau. Quel fut le fruit de ses méditations? Les archéologues — ces pilliers de tombeaux modernes —, bien qu'unanimement frustrés (ils n'ont pas réussi jusqu'à présent à trouver la moindre trace de chambre funéraire dans la pyramide de Chéphren), sont profondément divisés. Pour les uns, il est inutile de chercher plus longtemps : Chéphren, après avoir constaté que le plus grand luxe de précautions n'avait pas empêché la violation de la pyramide de Chéops aurait décidé de faire placer sa momie dans une salle somme toute assez accessible et qui, lorsqu'elle fut découverte en 1818, ne contenait absolument rien. Les autres archéologues se demandent pourquoi, avec un pareil état d'esprit, Chéphren aurait fait construire une pyramide aussi imposante qu'inutile : pour eux, il est hors de doute que le pharaon a multiplié les précautions de ses ancêtres, et qu'il dort toujours — momifié — au sein de la pyramide, dans une chambre funéraire dont l'emplacement a échappé jusqu'ici à la sagacité de générations et générations de pilliers, conquérants et archéologues.

Une modeste salle souterraine, quelques couloirs sans issue, voilà tout ce qui a été découvert dans la pyramide de Chéphren et qui n'est pas sans rappeler les galeries et chambres inférieures de la pyramide de Chéops, qui ne contenaient rien, et pour cause!

Les muons archéologues

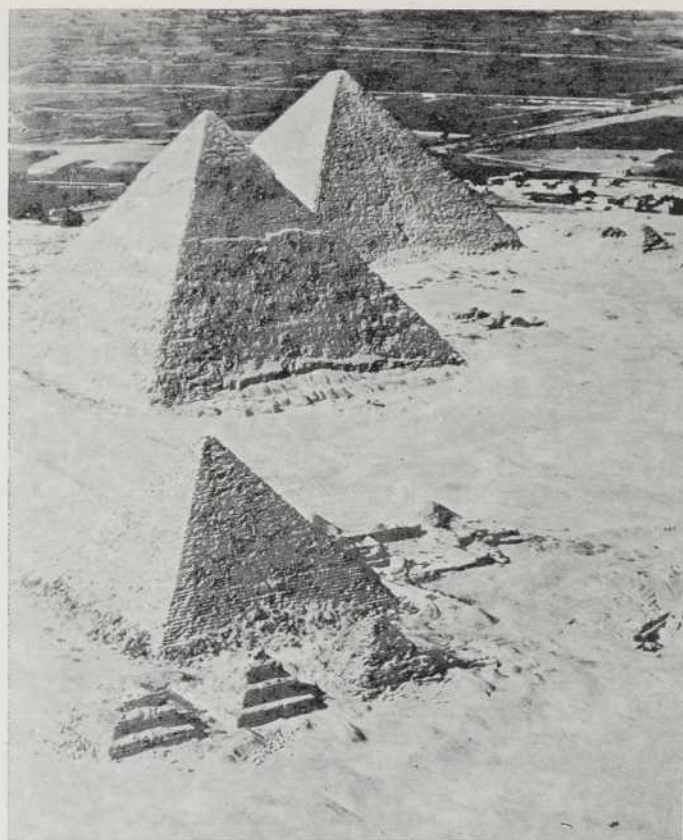
Dépouillée de son bagage mathématique et de ses abstractions, la physique moderne est le plus passionnant des rares domaines qui offrent encore à l'homme de notre siècle l'occasion d'assouvir l'instinct ancestral qui le pousse à l'aventure.

Nous en voulons pour preuve l'idée apparemment saugrenue qu'eut en 1966 le célèbre atomiste américain Luis Alvarez, lors d'un voyage en Egypte : radiographier la pyramide de Chéphren, afin de localiser la chambre funéraire du pharaon, si chambre il y a.

Mais pour traverser une telle épaisseur de pierre, il faudrait des rayons considérablement plus pénétrants que ceux que l'homme peut faire jaillir de ses tubes radiologiques. Qu'à cela ne tienne, répond le physicien, servons-nous des rayons... cosmiques!

Voilà pourquoi et comment, depuis quelques mois, des équipes d'archéologues « new-look », qui ont troqué la pioche pour la *chambre à étincelles*, et le carnet de notes pour l'ordinateur électronique, s'affairent autour de la pyramide.

La chambre à étincelles consiste en une grille d'électrodes parallèles, placées dans une enceinte qui contient du néon. Chaque barreau de la grille se trouve à un certain potentiel électrique par rapport au barreau suivant, tant et si bien que — à la faveur d'un événement rendant le néon conducteur —, une étincelle peut jaillir entre les deux électrodes. C'est bien ce qui arrive lorsqu'un muon traverse la chambre : il ionise l'hélium et une succession d'étincelles jalonne sa trajectoire. Non seulement la chambre à étincelles détecte le passage d'un muon, mais surtout elle révèle la direction de son mouvement. Plaçons maintenant des chambres à étincelles dans la salle souterraine de la pyramide. Au bout de quelque temps, on aura enregistré le passage de millions de muons. Si la masse de la pyrami-



Les pyramides de Guizèh : au fond, celle de Chéops; au premier plan, celle de Mykérinos; au milieu, celle de Chéphren.

de est homogène, le flux sera régulier, la proportion des muons arrêtés par le calcaire étant sensiblement la même partout, pour une même épaisseur de pierre. Mais s'il existe une cavité (une chambre mortuaire par exemple), le flux des muons qui atteindront les chambres à étincelles sera accru. En effet, ayant perdu moins d'énergie en traversant un volume d'air qu'un volume équivalent de calcaire les muons moins éner-

gétiques, qui auraient été arrêtés par la pierre, atteignent le détecteur.

Le professeur Alvarez pense parvenir bientôt aux premières conclusions, au terme du dépouillement auquel procède activement un ordinateur électronique spécialement installé à l'Université cairote d'Ein Shams, qui partage la responsabilité de cette campagne de recherches avec l'équipe

américaine de l'Université de Berkeley (Californie). Quel qu'en soit le résultat, cette expérience fera date dans les annales de l'archéologie. Percer le plus grand secret d'un pharaon ayant vécu il y a 40 siècles, et le faire grâce aux retombées d'explosions stellaires qui eurent lieu dans les profondeurs de l'Univers Dieu sait quand, où et comment : voilà qui en dit long sur la hardiesse des aventuriers de l'ère nucléaire.

Le milieu nordique canadien reconstitué en laboratoire

L'Université de l'Alberta vient d'obtenir du Conseil national de recherches du Canada une subvention de \$400 000 destinée à la construction d'une installation pouvant reconstituer les conditions physiques des régions nordiques canadiennes, en vue d'étudier le comportement des plantes et des animaux indigènes.

Ce centre de recherche, le premier du genre au Canada, consistera en une vaste serre permettant de contrôler la température, l'humidité et la lumière pour des périodes prolongées. Ce sera là l'une des nombreuses installations prévues pour le département de Botanique de cette université. Les autres constructions comprendront des serres chaudes ordinaires, des salles pour la

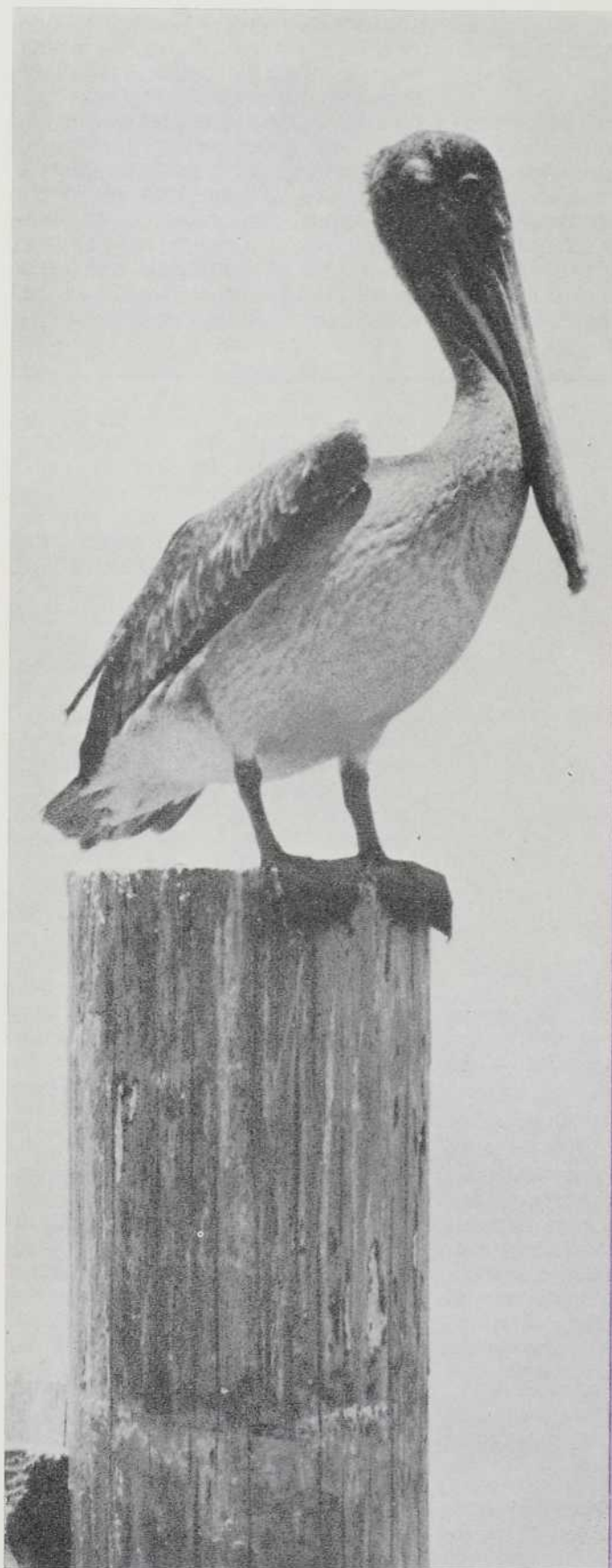
culture indigène ainsi que des laboratoires pour l'étude de la germination des semences et la reproduction des plantes.

Le laboratoire contrôlé de milieu indigène, d'une superficie de 1 384 pieds carrés, représente le plus vaste des différents bâtiments envisagés et consiste effectivement en une immense serre où sera reconstituée l'ambiance des régions septentrionales, y compris celle de l'Arctique. Le laboratoire et certaines des salles destinées à la culture indigène serviront à des études écologiques et physiologiques à long terme sur l'Arctique, ainsi qu'à l'étude des plantes boréales, alpines, et aussi à des expériences sur la physiologie des animaux de ces milieux.

Il n'y a que très peu d'universités ou de laboratoires de recherche, au Canada comme aux Etats-Unis, qui sont

dotés de ce genre d'installation; et dans le reste du monde l'Université de Copenhague, au Danemark, est l'une des rares institutions bénéficiant d'un laboratoire quelque peu comparable au projet de l'Université de l'Alberta.

Les scientifiques pourront ainsi étudier les taux de croissance et de productivité des populations, les tolérances ainsi que la survivance et l'adaptation des organismes, l'interaction dans les collectivités, y compris des aspects tels que la concurrence, la commensalité, la prédation, etc., avec les meilleures chances d'obtenir des données exactes sur des sujets déterminés. Les résultats de tels travaux de recherche devraient marquer des progrès dans la connaissance des régions arctique, boréale et alpine du Canada.



Pélicon brun, photo L.-P. Coiteux. Leica avec visoflex et téléobjectif 250 mm, vitesse 1/250, ouverture f. 16.

Initiation à la photographie d'histoire naturelle

1 - Choix d'un appareil et des accessoires

par Louis-P. Coiteux

Introduction

Il y a déjà longtemps, les mots *biologie* et *microscopie* étaient associés à une même réalité. On n'a qu'à examiner les gravures anciennes pour voir les célèbres biologistes immortalisés près de leur éternel microscope. De nos jours, il existe un instrument qui, sans être exclusif au biologiste (étudiant, professeur ou chercheur), n'en est pas moins indispensable : il s'agit de l'appareil de photographie ou de cinématographie.

Nous n'avons pas l'intention de démontrer ici le rôle important que joue la photographie dans le domaine de l'enseignement et de la recherche scientifique. Comment serait-il possible de révéler à un auditoire les phénomènes les plus secrets de la nature, les évé-

L'auteur, Louis-Philippe Coiteux, Lic. Ens. Sec. (Biologie), est responsable de la section Photo-Cinéma du Centre audio-visuel de l'Université de Montréal et chargé de cours au Département des Sciences Pédagogiques de la même université. Les photographies qui ne sont pas identifiées autrement sont de Jean Garneau du Centre audio-visuel de l'Université de Montréal.

nements les plus inédits, si la photographie ou la cinématographie n'existaient pas? Dans l'enseignement, l'utilisation première de la photographie réside dans sa valeur comme aide visuelle. Dans la recherche, elle est un moyen d'enregistrer fidèlement et rapidement des observations ou des résultats. En somme, la photographie n'est pas un simple instrument de reproduction, mais c'est un instrument de recherche, un moyen efficace d'éducation. Une bonne photographie apporte un document pour présenter et expliquer le monde extérieur.

Esquissons rapidement les domaines offerts au photographe scientifique. Pour le biologiste ou le naturaliste, le monde végétal avec ses merveilles attirera sûrement son attention. Mais quoi qu'on puisse penser, la photographie des plantes en noir et blanc est l'un des domaines les plus difficiles à maîtriser pour un photographe de nature. Le monde animal présente lui aussi de nombreux attraits. Animaux de toutes tailles, vivant dans des habitats différents, seront pour le photographe débutant une source de multiples problèmes. Il y a également toute la gamme des techniques ou moyens pratiques pour réussir une photographie en laboratoire, dans un aquarium, un terrarium, sous la loupe ou le microscope, etc.

Nous nous proposons de traiter de ces divers aspects de la photographie de la nature dans cette série d'articles, en invitant nos plus jeunes lecteurs à suivre graduellement les étapes de cette initiation, et peut-être même à s'engager personnellement en photographie. En concentrant surtout notre attention sur les applications de la photographie dans les sciences biologiques, nous n'excluons pas ses applications dans les sciences physiques. La plupart des conseils ou des moyens exposés ici s'appliqueront pour des études orientées vers des sujets de physique ou de chimie. Mentionnons aussi qu'il s'agira surtout de photographie, sachant bien que les mêmes principes et les mêmes conseils peuvent et doi-

vent s'appliquer au domaine de la cinématographie. Nous espérons que cette chronique saura intéresser tous nos lecteurs et nous restons attentif à toutes leurs questions ou suggestions.

Choix d'un appareil

La photographie d'histoire naturelle exige des instruments particuliers. Le naturaliste ou le biologiste ne pourra utiliser le même appareil que le portraitiste ou le journaliste, s'il désire obtenir des résultats satisfaisants.

La famille des appareils photographiques est grande et présente des modèles de tous genres. La première question à régler est celle du *format*. Trois catégories de format peuvent convenir pour la photographie de la nature: le format 24 x 36 mm ou 135; le format carré 6 x 6 cm (ou 2 1/4 x 2 1/4 pouces); et le format 9 x 12 cm (ou 4 x 5 pouces). Voici un résumé des avantages et des inconvénients des uns et des autres.

Les appareils 24 x 36 mm ou 135, de type « reflex » mono-objectif



Gracieuseté de Anglophoto Ltd.

Avantages :

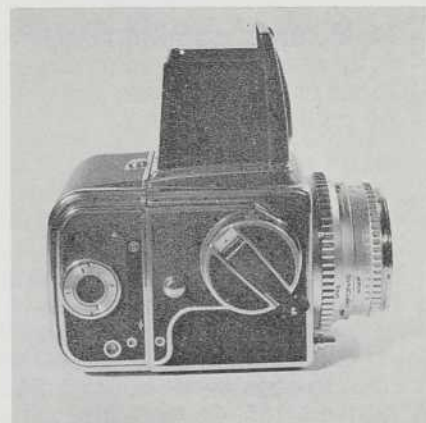
- Visée directe : on voit dans le viseur la photo telle qu'elle apparaîtra sur le négatif;
- élimine tous les défauts de parallaxe;

- possibilités : lentilles interchangeable; un photomètre lisant à travers la lentille (très utile lorsqu'on ajoute des filtres, des bonnettes, des bagues-allonge, des bancs à soufflet); motorisation pour l'avancement du film;
- gamme variée de films à prix modiques;
- appareils peu volumineux et assez légers.

Inconvénients :

- Format réduit du négatif : 24 x 36 mm;
- agrandissement quasi nécessaire de toutes les épreuves.

Les appareils mono-objectif « reflex » format 6 x 6 cm (ou 2 1/4 x 2 1/4 pouces)



Avantages :

- Mêmes caractéristiques que le format précédent, en ce qui concerne la mise au point et les accessoires;
- format de négatif plus grand permettant une plus grande précision dans la reproduction des détails;
- magasins interchangeables.

Inconvénients :

- Très coûteux;
- variété de films plus restreinte;
- appareils très lourds.

Les appareils grands formats
type « presse » ou « studio »



Avantages :

- Très grands négatifs permettant des retouches et des agrandissements précis;
- films en rouleaux ou en plaques.

Inconvénients :

- Maniement complexe et lent;
- équipement très volumineux;
- films et plaques plus coûteux;
- ne peut se motoriser.

A la suite de cette brève analyse notre choix se portera sur le modèle qui semble le plus souple. Nous choisirons un appareil reflex mono-objectif de format 24 x 36 mm ou 135. Il faut que l'instrument offre la possibilité des lentilles interchangeables et qu'il possède aussi un photomètre incorporé au système de visée. (Si cette dernière solution est trop onéreuse pour le débutant, nous donnons dans la liste des accessoires un petit appareil qui pourra compenser). Une grande variété de modèles se trouvent sur le marché et les prix s'échelonnent entre \$80. - \$90. pour un EXA, jusqu'à \$900. pour un CONTAREX Electronique de Zeiss. Parmi les marques les plus connues, mentionnons NIKON, ASAHI-PENTAX, MINOLTA, TOPCON, YASCHICA, etc. La qualité des appareils et la précision des lentilles varient selon les prix.

Les accessoires

L'appareil choisi, il faut le compléter par quelques accessoires indispensables. Il n'est pas nécessaire d'acheter tous ces articles dès le début; il sera toujours possible d'améliorer son équipement à mesure que l'on prendra de l'expérience. Il est cependant nécessaire de s'assurer que les accessoires prévus pourront s'adapter à son appareil.

Lentille à double tirage

Ce genre de lentille est l'un des articles que nous jugeons le plus important pour la photographie scientifique. En achetant l'instrument, on peut le choisir à la place de la lentille normale vendue



Gracieuseté de Anglophoto Ltd.

avec l'appareil. Cette lentille permet de photographier depuis l'infini jusqu'à un rapport de 1 : 2,9 et même 1 : 1, tout en conservant les avantages de la présélection automatique. Plusieurs fabricants l'offrent parmi leur série de lentilles. Mentionnons : KILFIT (Macro-kilar), NIKON (Micro-nikor), MINOLTA (Macro-rokkor), ALPA (Macro-switar), etc.

Banc à soufflet

Le banc à soufflet appelé aussi « dispositif à soufflet », est un accessoire indispensable pour la photographie rapprochée, surtout si l'on ne possède pas de *lentille à double tirage*. Le banc à soufflet est utilisé avec deux types de lentilles. A) Avec la lentille normale de 50 ou 55 mm vendue avec l'appareil. L'objet à photographier doit nécessairement être placé à environ deux pouces en avant de



Gracieuseté de Anglophoto Ltd.

la lentille. On obtient un très fort grossissement, de 3 à 12 fois, selon l'éirement du banc à soufflet. Il est également possible de monter les téléobjectifs et de photographier de petits objets tout en étant éloigné de 12 à 15 pouces. B) Le deuxième type de lentille se nomme *lentille à monture courte* (*Short mount*) que nous décrivons au paragraphe suivant.

Lentille à monture courte

Cette lentille appelée « Short Mount » en anglais, est dépourvue



de vis pour la mise au point. Montée sur un *banc à soufflet*, elle permet de faire une mise au point depuis l'infini jusqu'à une distance d'environ 8 pouces. Nous la recommandons particulièrement pour la photographie des plantes et des insectes.

Bagues-a-longue

C'est une série de bagues qui se placent entre l'appareil et la lentille (soit *normale*, soit à *monture*



L'adaptateur de microscope (ou tube à microscope)

C'est un accessoire fabriqué en deux versions. La première, illustrée ici, est composée d'une bague-allonge et de deux bagues de raccordement: l'une à l'appareil et l'autre au microscope ou à la loupe binoculaire. On n'emploie pas de lentille avec ce montage; c'est l'oculaire du microscope ou de la loupe qui la remplace.

courte). Ces accessoires sont moins coûteux que le banc à soufflet, mais ils exigent une attention plus grande tout en jouant le même rôle que le banc à soufflet.

Bonnettes (ou lentilles modificatrices)

Les bonnettes peuvent être soit des ménisques convergents, soit des lentilles biconvexes. Le premier type est préférable. En les ajoutant à l'avant d'une lentille normale ou d'un téléobjectif, on obtient des grossissements de l'objet à photographier tout en ayant



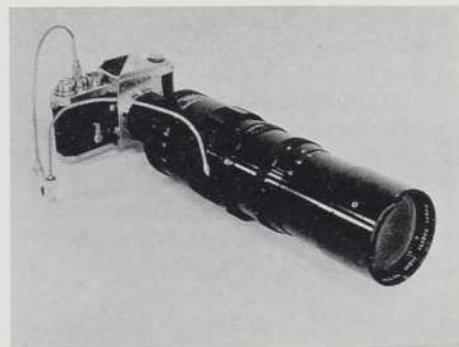
la possibilité de s'en approcher. On trouve couramment des bonnettes convergentes de 1, 2, 3 et même 5 dioptries. Il est également possible de placer deux bonnettes sur la même lentille; le grossissement est plus fort, mais la qualité de l'image est inférieure à celle obtenue avec des bague-allonge ou un banc à soufflet.



L'autre version, plus précise mais dix fois plus chère, consiste en un tube contenant des lentilles, un diaphragme et même un déclencheur. Le résultat en est évidemment meilleur.

Téléobjectif

Les téléobjectifs sont des objectifs à longue focale. En réduisant l'angle de prise de vues, elles permettent le rapprochement des objets sur la pellicule. Le marché en



Gracieuseté de Anglophoto Ltd.

offre de diverses qualités, suivant les prix, mais le photographe amateur d'oiseaux devrait accorder une priorité à cet accessoire

et s'en procurer un de bonne qualité. Celui qui l'utilise occasionnellement pourrait choisir une lentille moins lumineuse et de ce fait moins coûteuse.

Moteur

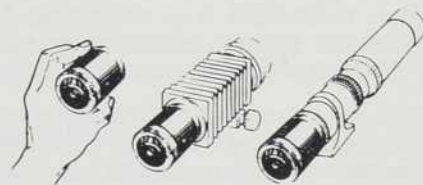
Un accessoire de luxe pour la plupart des amateurs, mais indispensable à celui qui veut réussir un genre particulier de photographies. Le déclencheur de l'appareil et l'avancement du film se



font alors au moyen d'un petit moteur. Ce dernier est commandé par fil électrique ou par ondes radio. Un exemple d'utilisation: une série de 2 ou 3 photographies d'un oiseau donnant la becquée à ses petits, alors que le photographe demeure caché, à une certaine distance. Plusieurs fabricants motorisent leurs appareils: NIKON, TOPCON, LEICA, ALPA, etc.

Photomètre KOPIL

Celui qui ne possède pas un appareil avec photomètre incorporé au viseur, peut choisir ce type de photomètre qui lit la lumière ré-



fléchie à travers le banc à soufflet, les bague-allonge ou les téléobjectifs. Cet appareil exige une

manipulation plus longue, mais donne de bons résultats et il évite des calculs compliqués de correction d'exposition. Il est disponible chez les bons revendeurs ou encore chez SPIRATONE, 135-06 Northern Blvd, Flushing, N. Y. 11354, U. S. A., au prix d'environ \$25.

Conclusion

Il ne faudrait pas croire que cette liste est complète; nombre

de petits accessoires, tels que trépied, filtres, etc., peuvent s'ajouter suivant les objectifs et les exigences de son travail, suivant ses disponibilités, etc. Dans les prochains articles nous mentionnerons encore quelques accessoires complémentaires.

Pour réaliser les premières images, le photographe débutant pourra limiter son équipement à ces quelques instruments: un appareil photographique, un photomètre et un trépied. Selon ses in-

tentions ou sa spécialité, l'apprenti photographe complète ensuite sa collection d'appareils, mais graduellement, par étapes, suivant le rythme de son entraînement.

Dans un prochain article nous présenterons « la photographie des plantes » ou quelques conseils pour réussir des photos du monde végétal.

Projet de réinstallation du Caribou dans le parc des Laurentides

par Pierre DesMeules

Le parc des Laurentides fut créé en 1897 dans le but de protéger les hardes de caribous (*Rangifer tarandus*) qui y vivaient. Vers 1900, on estimait à 10 000 têtes le cheptel de caribous du parc des Laurentides (Thomas Fortin, dans Potvin, 1945). La plupart de ces caribous étaient concentrés dans une partie du bassin hydrographique de la rivière Malbaie connue sous le nom de « Grands Jardins ».

Malgré l'établissement du territoire en « parc national », la chasse au caribou y demeura permise jusqu'en 1928. Elle était toutefois réservée à une vingtaine de chasseurs appartenant à une caste d'honorables personnes.

Le plus grand nombre de prises inscrites au registre du *Château Beaumont* (camp de chasse érigé en 1907 au sein des Grands Jardins), s'élève à 41 caribous; c'était à l'automne 1907. Par la suite, les récoltes déclinerent progressivement jusqu'en 1914, alors que le

dernier caribou légalement abattu fut enregistré. Le rapide déclin dans les récoltes de caribous semble traduire fidèlement le déclin du cheptel lui-même. A toutes fins pratiques on peut considérer le caribou comme étant absent du parc à partir des années 1930-1935.

L'absence quasi totale d'informations précises sur ce troupeau porte au domaine de la spéculation toute recherche des causes de sa disparition. Il est probablement à propos de mentionner que des disparitions similaires se produisirent à la même époque en Ontario et dans les Maritimes, c'est-à-dire dans tout l'est du Canada (Anderson, 1938).

Principales hypothèses

Pour expliquer cette disparition, plusieurs hypothèses plus ou moins invraisemblables ont été avancées de toutes parts, comme celle d'une « malédiction » jetée par un vicaire de Saint-Urbain sur les caribous parce que les paroissiens chassaient ce gibier pendant la grand-messe du dimanche...

Voici les principales tentatives d'explication de cette disparition des caribous dans le parc des Laurentides: 1) chasse abusive; 2) extermination par les loups; 3) destruction de l'habitat par les exploitations forestières et les incendies forestiers; 4) série d'hi-

L'auteur, Pierre DesMeules, Ing. forestier, M. Sc., était alors biologiste au Service de la Faune, ministère du Tourisme, Chasse et Pêche, Québec. Article paru dans le *Bulletin* de ce même ministère, août-septembre 1967, vol. 2, no 3, et reproduit avec la bienveillante autorisation de l'éditeur qui nous a également fourni les originaux des illustrations. Les photographies sont de l'Office du Film du Québec.



Troupeau de caribous en liberté dans une région située au nord de Sept-Iles dans la province de Québec. Certains de ces cervidés seront capturés pour être ensuite transportés dans un enclos situé près du lac Jacques-Cartier, dans le parc des Laurentides.

vers particulièrement rudes où la croûte aurait empêché les caribous d'atteindre les lichens, leur nourriture; enfin, 5) l'épidémie.

Chasse abusive

Si le nombre de 10 000 têtes qui fut avancé par Thomas Fortin* comme estimation de la population totale du caribou habitant les Jardins est exact et que cette population était normalement constituée, on peut en déduire que le troupeau devait s'accroître de 1200 à 1500 têtes par année. De 1200 à 1500 caribous pouvaient donc être prélevés chaque année sans pour autant diminuer le cheptel de 10 000 têtes. La chasse légale, nous l'avons vu plus haut, n'a jamais dépassé 41 têtes.

A l'époque, seuls les gens de Saint-Urbain avaient un accès facile au parc et il est improbable que, d'autre part, le braconnage ait pu être important, vu la surveillance exercée par Thomas Fortin et ses hommes. De plus, T. Fortin étant lui-même résident de Saint-Urbain, et connaissant

la facilité avec laquelle circulent les nouvelles de ce genre dans les petites colonies, il est logique de prétendre que tout braconnage de la part des gens de Saint-Urbain aurait vite été connu de Fortin. L'hypothèse d'une surexploitation par les humains est donc des plus improbables.

Extermination par les loups

S'il y eut surexploitation du cheptel il nous faudrait alors l'attribuer aux loups. Or, d'après ce que nous savons des habitudes alimentaires du loup (Burkholder, 1959; Meck, 1966), il aurait fallu de 250 à 300 loups pour causer pareil rapide déclin chez le caribou des « Grands Jardins ». Ceci représenterait une densité de loup 50 fois supérieure à la densité maximale, soit 1 loup par 10 milles carrés (Pimlott, communication personnelle).

Destruction de l'habitat

Au moment de la disparition des caribous, les exploitations forestières n'avaient pas encore eu lieu dans ce secteur. Quant aux incendies forestiers, l'étude que nous avons menée dans les

Grands Jardins révèle qu'ils ont détruit à peine une centaine d'acres de forêt entre 1900 et 1930. Cette quatrième hypothèse peut donc, elle aussi, être facilement rejetée.

Epidémie

Une tentative d'introduction du Wapiti (*Cervus canadensis*) fut faite dans le parc vers 1909 (Potvin, 1945). Connaissant la faculté qu'ont ces animaux de véhiculer nombre de maladies, il est tentant d'invoquer l'hypothèse d'une épidémie. Toutefois, une épidémie décimant le cheptel n'aurait pas été sans laisser de traces. Des carcasses auraient en grand nombre jonché le parterre des Grands Jardins et ceci n'aurait pas manqué de se faire remarquer. Or, personne ne se souvient d'avoir vu un nombre anormal de carcasses ou même en avoir entendu parler.

Série d'hivers rudes

Il est également vrai qu'une neige croûtée peut empêcher les caribous d'atteindre les lichens sous-jacents, mais en pareille circonstance les caribous se fient aux lichens arborescents pour

* Premier surintendant du parc des Laurentides.

leur nourriture. Or, les lichens arborescents sont maintenant d'une extrême abondance dans le parc. Si ces lichens faisaient alors défaut, c'est qu'il y en eut surutilisation, d'où surpopulation de caribous à un moment ou l'autre.

Surpopulation, émigration

Dix mille caribous dans un secteur aussi restreint, voilà bien un nombre qui invite à parler de surpopulation. Si cette estimation est exacte, ou même voisine de la vérité, j'ose affirmer que les *Jardins* ont supporté, vers 1900, dix fois plus de caribous qu'ils n'en étaient capables de le faire, de façon soutenue. Voilà, à mon humble avis, et pour autant que nous sachions, l'explication du phénomène: *les caribous des Grands Jardins, limités à un territoire des plus restreints, ont tôt fait, faute d'être contenus par la chasse, de dépasser la capacité de support du milieu. Une disparition rapide des lichens, nourriture de base du caribou, s'en est suivie, entraînant leur émigration progressive.*

Etude de l'habitat, étape préliminaire à l'introduction

Avant de ramener le caribou dans les *Grands Jardins*, il était impérieux de déterminer si, oui ou non, le secteur était en mesure d'en supporter à nouveau et, dans l'affirmative, combien? Au cours du printemps et de l'été 1965 nous avons amorcé un projet en ce sens.

A l'aide de photos aériennes du territoire, le secteur offrant un *habitat potentiel* a d'abord été circonscrit. Un examen minutieux a ensuite été effectué sur le terrain. Des places d'échantillons ont été distribuées à travers l'habitat potentiel et la quantité de lichens terrestres présents y a été déterminée. Les résultats de cette étude ont révélé que les *Grands Jardins* supporteraient environ 50 millions de livres de lichens, s'accroissant au taux de 1 500 000 livres par an. Les lichens arborescents, probablement tout aussi abondants, ne sont pas considérés dans ces valeurs, puisqu'ils constituent une réserve pour les

hivers aux conditions de neige adoucies, et que par conséquent ils ne peuvent s'ajouter aux premiers. Nos conclusions indiquent que les *Grands Jardins* pourraient supporter de façon soutenue de 500 à 1 000 caribous.

Capture et transport des caribous

Devant des conclusions aussi invitant, l'idée de réinstaller le caribou dans les *Grands Jardins* fut vite approuvée par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Un premier projet de capture fut organisé en mars 1966. La méthode de capture avait été mise au point au cours du printemps de 1965 alors qu'une femelle et un veau avaient été transportés au Zoo de Québec (DesMeules). Elle consiste à:

1. Localiser un troupeau mixte de caribous, de 30 à 100 têtes, sur un grand lac, là où des sentiers bien battus relient le lac à la forêt environnante.
2. Installer des filets en travers de ces sentiers. (Filets de pêche, en nylon, à mailles de 3 ou 4 pouces; 300 ou 400 pieds de filets de 10 à 20 pieds de haut sont utilisés).

3. A l'aide de deux avions, rabattre les caribous pour les lancer dans les filets où plusieurs s'emballeront.

4. Libérer les caribous des filets, pour ensuite les diriger dans un enclos érigé sur place, jusqu'à ce qu'un avion puisse venir les chercher pour les transporter à l'endroit voulu.

Avant de transporter les caribous par avion, on doit d'abord les droguer pour ensuite les ligoter dans des « camisolles de force » spécialement préparées. Il faut environ 10 à 15 minutes pour préparer un caribou au transport.

Deux expéditions

Au cours de mars 1966, 13 caribous capturés au lac Raimbault (60° 20' - 53° 10') ont été transportés au lac Turgeon au sein des *Grands Jardins*, soit une distance de 400 milles. Dix-huit caribous avaient été capturés au cours de ce projet. Chez les 13 caribous transportés, les sexes se répartissaient comme suit : 3 mâles et 10 femelles, dont un jeune de 1 an. Ces caribous ont été logés, dès leur arrivée, dans un enclos construit à leur intention sur les rives du lac Turgeon. A la suite de com-

Les caribous cernés par des avions se dirigent vers les filets qui ont été installés en travers des sentiers. Plusieurs bêtes seront ainsi capturées.





En haut : un caribou captif et solidement attaché au moyen d'une « camisolé de force ».

En haut : drogué et ligoté, ce caribou sera bientôt déposé à bord d'un avion.

plications dues à la manipulation et au transport, il y eut quelques pertes. Le bilan du premier groupe de caribous transportés au parc des Laurentides s'établit donc présentement comme suit : 7 femelles adultes, 1 mâle adulte, 3 jeunes d'un an dont 2 mâles et 1 femelle.

Au cours de mars 1967, une seconde expédition fut organisée au nord de Sept-Iles, cette fois aux lacs Pierre, Dolbel et Go (65° 10' - 51° 30'). Trente-cinq caribous ont été alors transportés au parc des Laurentides: 5 mâles adultes et 30 femelles, dont 28 adultes et 2 jeunes d'un an. En tout, 39 caribous ont été capturés au cours de cette phase du programme. De ce nombre, 9 femelles ont succombé à la suite du stress inhérent à la capture et transport. Restent donc présentement dans l'enclos du lac Jacques-Cartier, 21 femelles dont 20 femelles adultes et 5 mâles adultes. Le parc des Laurentides héberge donc présentement (été 1967) : 27 femelles adultes, 2 femelles d'un an, 6 mâles adultes et 2 mâles d'un an, soit 37 caribous.

Accroissement du stock

Le tableau ci-joint donne une idée de l'accroissement théorique du stock actuel. Ce tableau est basé sur un âge reproducteur de 18

mois, un taux de reproduction de 100%, un succès de reproduction de 100% et une mortalité nulle dans le cheptel. Il est évident qu'une telle situation ne peut être totalement espérée. Nous sommes d'ailleurs en droit d'attendre un déroulement très voisin de la théorie, puisque les animaux sont placés dans des conditions idéales, nourris plus adéquatement qu'en nature (un supplément de moulée spéciale leur est donné chaque jour) et en mesure de recevoir les traitements que requiert leur état, advenant certaines maladies ou accidents. Il ne nous paraît donc pas utopique de prétendre que d'ici 1975 ou 1976, nous ayons at-

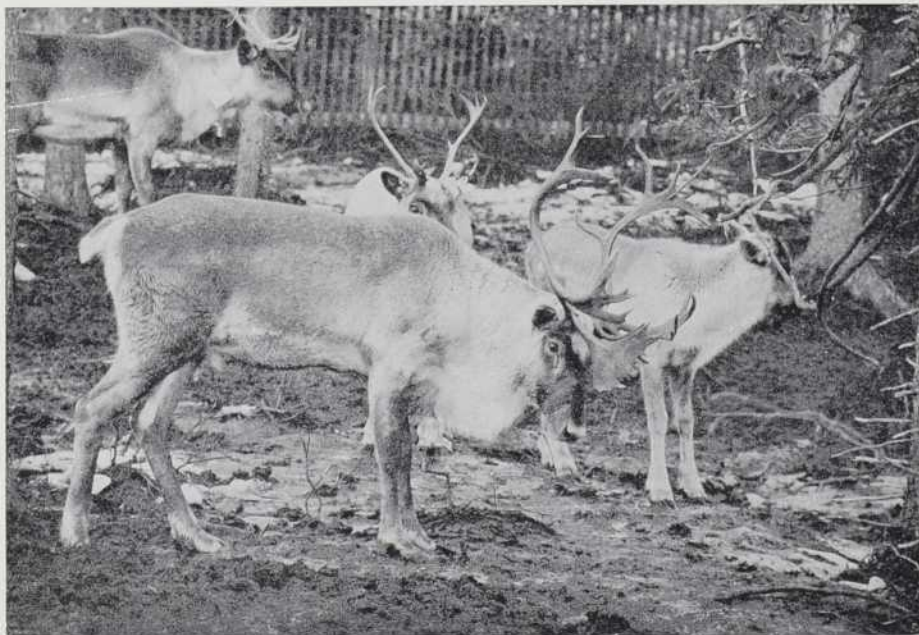
teint le niveau optimal de population recherché, soit 750 têtes.

Remise en liberté

Une question qui vient souvent à l'esprit des personnes intéressées par ce projet de restauration du caribou a trait à la possibilité d'émigration des animaux après leur libération. Cette question est fort à propos. Il est presque certain que des animaux habitués à vivre dans un domaine quelcon-

TABLEAU. Accroissement théorique du stock de caribous présentement hébergés dans les enclos du parc des Laurentides.

| Année | Avril | | | | Novembre | | cheptel |
|-------|---------|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|
| | matures | | immatures | | veaux | | |
| | mâles | femelles | mâles | femelles | mâles | femelles | |
| 1966 | 1 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 11 |
| 1967 | 6 | 27 | 2 | 2 | 13 | 14 | 64 |
| 1968 | 8 | 29 | 13 | 14 | 15 | 14 | 93 |
| 1969 | 21 | 43 | 15 | 14 | 21 | 22 | 136 |
| 1970 | 36 | 57 | 21 | 22 | 29 | 28 | 193 |
| 1971 | 57 | 79 | 29 | 28 | 39 | 40 | 282 |
| 1972 | 86 | 107 | 39 | 40 | 54 | 53 | 379 |
| 1973 | 125 | 147 | 54 | 53 | 73 | 74 | 526 |
| 1974 | 179 | 200 | 73 | 74 | 100 | 100 | 726 |
| 1975 | 252 | 274 | 100 | 100 | 137 | 137 | 1 000 |
| 1976 | 352 | 374 | 137 | 137 | 187 | 187 | 1 374 |
| 1977 | 489 | 511 | 187 | 187 | 256 | 255 | 1 885 |



que et à des déplacements assez considérables à l'intérieur de celui-ci, se voient perdus lorsque libérés dans un nouvel habitat et cherchent, par la suite, à regagner leur domaine vital initial. L'expérience semble d'ailleurs confirmer cette hypothèse. On a perdu, semble-t-il, toute trace de caribous relâchés dans le Maine, au mont Katahdin, il y a quelques années (Dunn, 1965). Certains individus auraient été aperçus au Nouveau-Brunswick, entre autres endroits.

Afin de minimiser cette possibilité d'émigration, nous entendons ne libérer que les jeunes nés en captivité dans le parc des Laurentides même. Ces animaux, d'une part, n'ont pas connu l'expérience des migrations et, d'autre part, sont déjà imprégnés par les *Grands Jardins* où ils sont nés et ont été nourris par les lichens de cet endroit. Les biologistes de la province de Terre-Neuve (Frank Manuel, comm. pers.) ont pu réussir leurs introductions de caribous en terre ferme en procédant de cette façon.

Il est probable que la première libération se fasse dès que de 30 à 50 caribous d'âge reproducteur, soit 18 mois et plus, nés en captivité, seront disponibles. Ceci porterait cette première libération à l'automne de 1968 ou 1969. Par la suite, chaque année, les caribous de 18 mois seraient libérés.

Programme de recherche

Pendant toute la durée de la captivité de ces caribous, nous entendons profiter de la présence de ces animaux pour en tirer le maximum d'information possible. C'est ainsi qu'au cours de

Photographies ci-contre, de haut en bas : un avion transporte les caribous à partir de la surface glacée d'un lac nordique jusqu'à leur nouvel enclos du lac Jacques-Cartier, dans le parc des Laurentides.

l'été 1966, nous avons mené un programme de recherche sur les habitudes alimentaires de notre caribou. Des données, jamais recueillies auparavant, ont été obtenues sur l'appétence du caribou envers diverses espèces de lichens terrestres et arboricoles. Nous avons également pu déterminer la quantité de lichens ingérés quotidiennement. D'autres projets seront amorcés, tant pour consolider les données déjà recueillies que pour en obtenir d'autre nature : comportement, croissance, reproduction, etc. De même, une fois libérés, les caribous se prêteront à merveille à toutes sortes d'études intéressantes qui nous permettront d'acquérir, dans des conditions quasi idéales, une meilleure connaissance de cette espèce fascinante.

Le projet de réinstallation du caribou dans le parc des Laurentides est un programme d'envergure et à voir toute l'ardeur des responsables, il semble voué au succès.

Références

- ANDERSON, R. M., 1938. *The Present Status and Distribution of the Big-game Mammals of Canada*. Transaction, Third North American Wildlife Conference, American Wildlife Institute, Washington, pp. 390-406.
- BURKHOLDER, B.L., 1959. *Movement and Behavior of a Wolf Pack in Alaska*. Journal of Wildlife Management, XXIII, 1 (1959), 1-11.
- DesMEULES, P., 1965. *Opération caribou, 1965*. Les Carnets de Zoologie, XXV, 2 (1965), 20-23.
- DUNN, F. D., 1965. *Reintroduction of Woodland Caribou to Mt. Katahdin, Maine*. Northeast Fish and Wildlife Conference, Harrisburg, Pennsylvania, January 17-20, 1965.
- MECK, D., 1966. *The Wolves of Ile Royale*. United States Dept of the Interior.
- POTVIN, D., 1945. *Thomas, le dernier de nos coureurs de bois. Le Parc des Laurentides*. Ed. Garneau, Québec, 273 pages.

Expéditions de biologistes québécois au pays des caribous

Au cours d'une expédition de quatre semaines en mars 1968 dans une région située à 125 milles au nord de Sept-Iles, les biologistes du Service de la Faune du Québec ont procédé au « marquage » de 102 caribous, dont 61 provenaient du troupeau du lac Pierre, évalué à 5 000 têtes, et 41 du troupeau du lac Matsal, évalué à 3 000 têtes. Il s'agissait d'accrocher au cou de l'animal un collier de herculite de six pouces de largeur, orné de motifs différents de couleurs vives et repérables à vol d'oiseau.

Une deuxième expédition, de courte durée cette fois, a eu lieu en juin durant la période de vêlage. Elle a permis de repérer sans trop de difficulté des caribous marqués qui ont pu être identifiés et de situer ainsi le territoire de vêlage (ou de « mise bas ») des deux troupes. Ces derniers s'étaient déplacés de 200 milles vers le nord. Durant l'hiver, les territoires de ces deux troupes sont adjacents et ils sont encore, durant la période de vê-

lage, voisins l'un de l'autre; toutefois, la superficie occupée durant le vêlage est approximativement 50 fois plus grande que durant l'hiver. L'équipe de la faune a estimé de plus que le vêlage était probablement aussi avancé que celui du troupeau du parc des Laurentides.

Une troisième expédition, qui s'est terminée à la mi-août 1968, a permis de vérifier que les deux troupes se trouvaient toujours dans la même région et, bien qu'ils aient abandonné les tourbières, ils n'étaient pas sur les sommets, comme beaucoup de gens auraient pu le croire, mais plutôt en forêt.

Devant la popularité grandissante de la chasse au caribou dans le Québec, le Service de la Faune croit qu'il est indispensable d'entreprendre dès maintenant un travail de recherche orienté vers un aménagement rationnel du cheptel, le marquage des 102 caribous ne constituant qu'un premier pas. Bientôt, on affectera du personnel supplémentaire à l'aménagement de ce gros gibier et, à mesure que son importance économique s'accroîtra, le Service de la Faune pourra suggérer une réglementation plus flexible et mieux adaptée à la conservation de cette espèce de cervidé.

Marche apparente de Jupiter en 1969

par Paul-H. Nadeau

La planète Jupiter met environ douze années (11,9) à accomplir sa révolution autour du Soleil. C'est dire que dans sa marche apparente elle fait chaque année une des douze constellations zodiacales. En 1969, sa trajectoire se place en entier dans la constellation de la Vierge. La figure indique la position de la planète parmi les étoiles, le premier de chaque mois. A partir de février, de notre point de vue terrestre, elle effectue un mouvement rétrograde qui dure jusqu'à la fin de mai. Puis elle reprend sa marche régulière. La constellation de la Vierge est celle qu'occupe à son tour le Soleil au mois d'octobre. Précisément le 9, à 17 heures, la planète et le Soleil s'y trouveront ensemble, tout près de l'étoile Théta. Cette rencontre s'appelle la conjonction. Pendant toute une période, avant et après cet

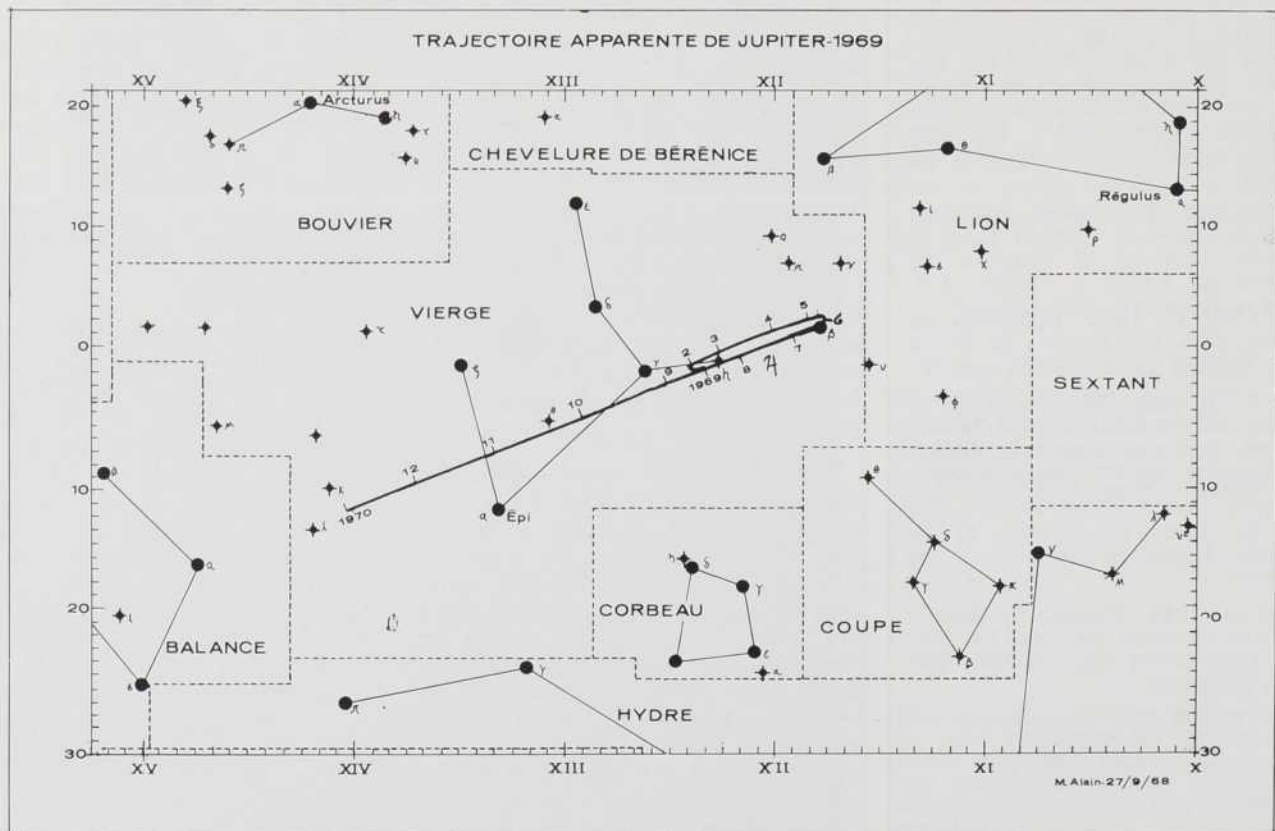
événement, la planète est invisible, puisqu'elle passe dans le jour, en même temps que le Soleil. Le 21 mars, la situation est toute différente : Jupiter est au milieu de sa boucle du mouvement rétrograde, tandis que le Soleil est au point vernal. Il y a 12 heures de distance entre les deux; Jupiter est en opposition. La planète se lève pendant que le Soleil se couche; elle passe au méridien à minuit et se couche pendant que le Soleil se lève. Elle est visible toute la nuit et d'autre part sa distance de la Terre est minimale à cette époque.

Au début de l'année, Jupiter se lève un peu avant minuit, et de plus en plus tôt par la suite. En mars, il est au méridien à minuit. Alors commence, avec l'arrivée des beaux jours, la meilleure période pour l'observer au télescope. L'an-

née 1969 sera marquée du signe de Jupiter. Cette période favorable durera jusqu'à la mi-juillet, puis la planète se couchera de plus en plus tôt et se perdra dans les lueurs crépusculaires, en septembre. Après la conjonction d'octobre, la planète passe dans le ciel du matin, où elle demeure visible tout le reste de l'année.

Lorsque Jupiter sera à son maximum d'éclat, en mars, elle sera de magnitude stellaire -2 et brillera 19 fois plus que l'Epi, à sa gauche, 21 fois plus que Régulus, à sa droite, et 8 fois plus qu'Arcturus, plus haut dans le ciel, à la pointe de la constellation du Bouvier.

L'auteur, Paul-H. Nadeau, astronome, est directeur de l'Observatoire de Québec et secrétaire de la Société d'Astronomie de Québec. La carte a été dessinée par Bertrand Miville-Deschênes et Marcel Alain de Québec.



Les sciences et les carrières scientifiques

Les jeunes gens et les jeunes filles qui étudient les sciences et préparent une carrière dans un domaine scientifique peuvent envisager l'avenir avec confiance — leur vie sera des plus remplies. Ils éprouveront le sentiment d'accomplir un travail d'étude dynamique et de portée considérable; ils seront appelés à prendre des décisions importantes, de portée nationale et internationale. Ils feront partie de cette élite qui représente peut-être la plus grande force dans notre société. Mais c'est le sujet lui-même qui leur fera éprouver les plus grandes joies : scruter le monde de la lumière et du son, la terre et tout ce qu'elle contient, en un mot, tout notre univers; trouver de nouvelles conclusions et apporter de nouvelles solutions à de vieux problèmes; soulever le voile du mystère.

Les sciences sont formées de l'ensemble d'un grand nombre de sujets et de connaissances. Il y a d'abord les *sciences pures*, formant la base de toute la structure scientifique et qui comprennent les mathématiques, la chimie, la physique, la biologie, la géologie, l'anatomie, l'astronomie et autres. De ces sujets de base découlent la médecine, le génie, l'architecture, le génie forestier, l'actuariat, etc.

Après avoir acquis une base solide en théorie l'étudiant peut s'orienter vers un domaine particulier des *sciences appliquées*, ou poursuivre des travaux en sciences pures, dans un laboratoire ou sur un projet.

C'est par leur objet respectif que l'on peut distinguer les sciences appliquées des sciences pures. En sciences pures, on veut acquérir de nouvelles connaissances et approfondir celles qui existent déjà; en sciences appliquées ou technologie, on applique ces diverses connaissances à des fins utiles et pratiques. Cependant, il n'existe presque pas de différence entre la recherche appliquée à longue échéance et les sciences pures, parce qu'alors on ne cherche pas un résultat pratique immédiat, mais un résultat qui sera utile beaucoup plus tard, dans l'avenir. En un mot, la recherche à longue portée ne porte pas sur une application précise que l'on veut mettre en pratique dans un bref délai. Les grandes réalisations industrielles de l'avenir, résulteront de ce genre de sciences appliquées.

La recherche appliquée exige les mêmes techniques, les mêmes efforts créateurs et une aussi grande compétence que les sciences pures; seul l'objectif ultime varie. Parce que les objectifs varient, il y a un grand nombre de questions, n'est plus de la recherche appliquée; finalement, on n'aboutit qu'à des fonctions de simple contrôle ou d'entretien. Evidemment, ces dernières fonctions n'exigent pas autant de qualifications et d'efforts que celles qui ont des objectifs à long terme.

Finalement, tout travail de développement consistant à appliquer des connaissances déjà acquises à des fins pratiques, à des dispositifs ou procédés quelconques, n'est plus de la recherche proprement dite.

L'étudiant doit prévoir que les avantages matériels et intellectuels seront différents entre une carrière en sciences pures et une autre en sciences appliquées. Normalement, le choix entre une carrière ou l'autre devra se faire vers la fin des études universitaires ou de spécialisation.

Extrait d'un feuillet publié par la « Sun Life du Canada », compagnie d'assurance-vie, dans la collection « Valeur de l'Education ».

Etes-vous abonnés ?

étudiants, éducateurs,
êtes-vous abonnés à la revue **LE JEUNE SCIENTIFIQUE ?**

Les professeurs de sciences
les bibliothèques, les dirigeants des écoles
connaissent-ils l'existence du **JEUNE SCIENTIFIQUE ?**

la série des huit (8) brochures d'un volume annuel
commence en octobre et présente un ensemble de 224 pages
traitant des sciences naturelles et exactes

si vous réunissez un groupe de quinze abonnements,
à une même adresse,
vous bénéficiez du prix spécial de \$2.00
pour chaque abonnement

participez personnellement à la vulgarisation des sciences
en multipliant les abonnements à votre revue

écrivez dès maintenant:

LE JEUNE SCIENTIFIQUE

Case postale 391

JOLIETTE, P. Q., Canada.

