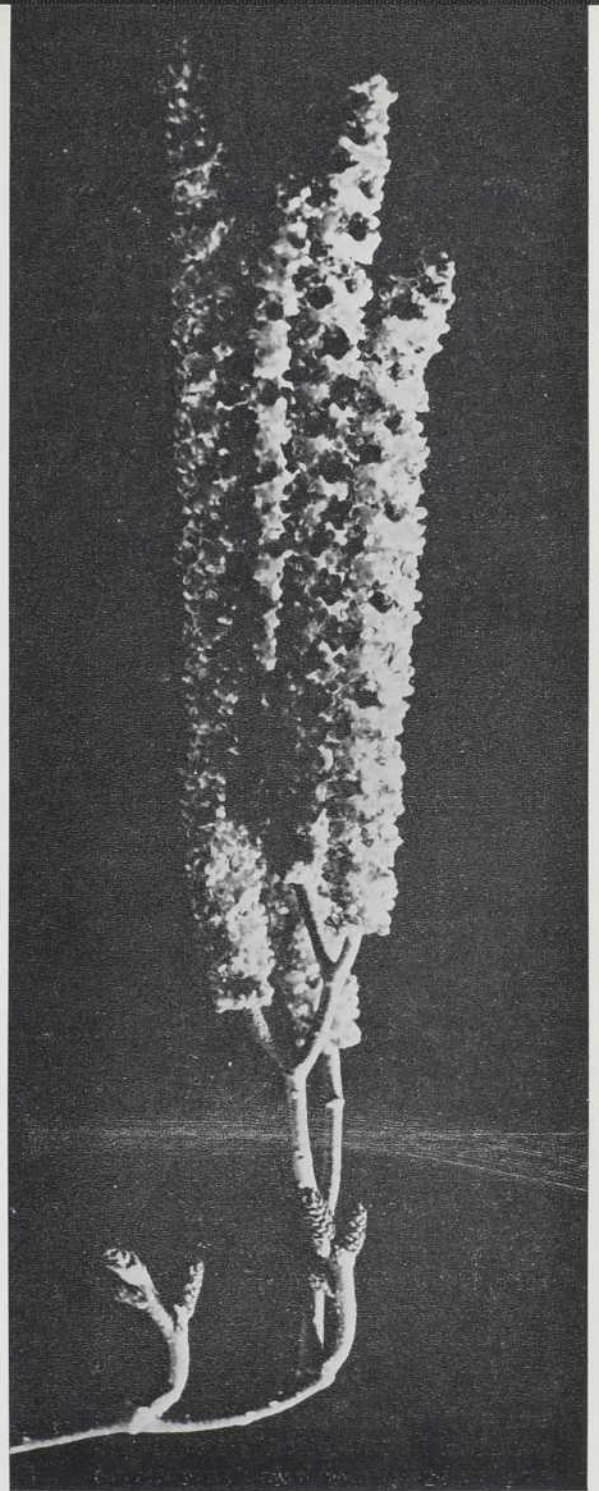
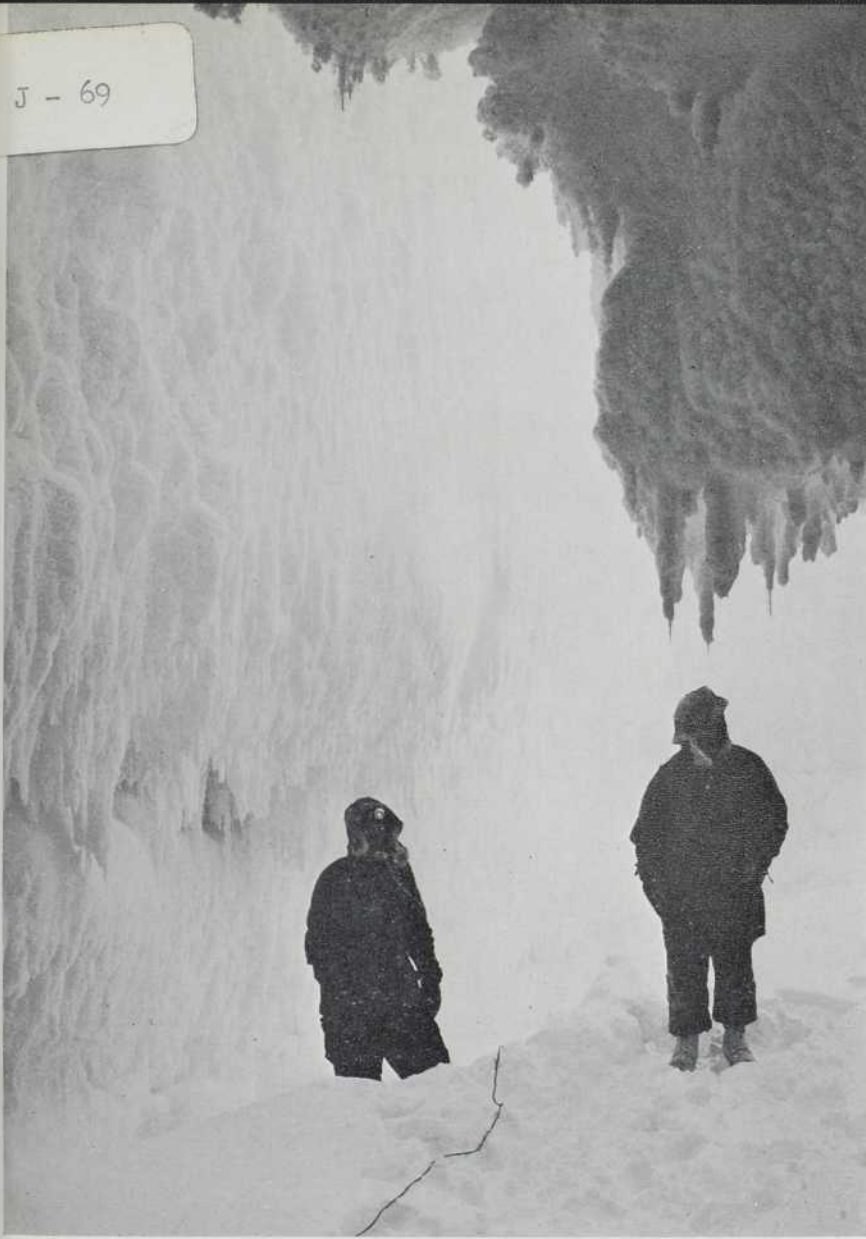


J - 69



8

VOLUME 7
NUMÉRO 8
MAI 1969



le jeune
scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

Monstres des eaux terre-neuviennes

par Jacques Coulon

Dès le début de l'été, le département de biologie marine de la *Memorial University of Newfoundland*, Saint-Jean, Terre-Neuve, sera de nouveau en alerte. Le docteur Frederick A. Aldrich, directeur du département, qui avait lancé l'opération « calmar géant » il y a quelques années, s'est efforcé de faire savoir au plus grand nombre possible de pêcheurs disséminés dans les minuscules villages de la côte est, qu'il offrait une récompense à qui aiderait son département à mettre la main sur l'un de ces monstres — mort ou vif — qui, depuis des siècles, hantent l'imagination des romanciers et des hommes de science.

A l'époque de Jules Verne et des aventures du capitaine Nemo sous les mers, on ne savait à peu près rien de précis sur l'existence de ces fabuleux invertébrés. Une des premières références à ces redoutables céphalopodes est celle de l'évêque d'Upsala Olans Magnus qui, en 1555, invente le mot « *kraken* » pour désigner un monstrueux animal échoué sur une plage de Norvège, « bête aux formes horribles, à la tête carrée semblable à une souche d'arbre aux racines dressées »... Par la suite, bien des récits de marins plus ou moins extravagants parlent de cet animal, de ses rencontres avec des navires — le *Caronia* de la ligne Cunard, la corvette française *Alecton* et bien d'autres —, de ses combats mortels avec des cachalots. Le 18 septembre 1966, l'équipage du navire américain de recherches océanographiques *San Pablo* fut témoin d'une bataille semblable à 120 milles au nord-est du cap Bonavista (Terre-Neuve), sans qu'on sût toutefois lequel des deux animaux sortit indemne. Quelques années auparavant, un navire de la garde côtière américaine, patrouillant un bras de mer de l'archipel des Bahamas, aperçut un bouillonnement anormal et de grands jaillissements d'eau. S'approchant, les officiers virent qu'une baleine malmenait un céphalopode géant. Le bruit du navire effraya la baleine qui disparut, mais le calmar, bien que mal

en point, était encore vivant. L'équipage s'arrangea pour l'emprisonner dans un filet puis gagna Miami où le docteur Gilbert L. Voss, directeur de l'*Institute of Marine Sciences* à l'université de Miami, en prit livraison. Mais si les baleines attaquent volontiers des calmars géants, l'inverse est également vrai. Récemment, le gardien d'un phare près de Capetown, en Afrique du sud, fut témoin d'un drame semblable : un calmar géant attaqua en surface un baleineau, le tua et disparut avec...

Mais revenons à Terre-Neuve. Pourquoi Terre-Neuve? Simplement parce que c'est l'endroit du monde le plus propice pour mettre la main sur ces gigantesques invertébrés que l'on connaît si mal. D'octobre 1965 à novembre 1967, le docteur Aldrich trouva sept calmars géants échoués sur des plages de l'île ou flottant près du rivage, morts — un record puisque l'*Institute of Marine Sciences* de l'université de Miami ne réussit à capturer que deux calmars en quinze ans, l'un de 12 pieds et l'autre de 47 pieds de long. L'an dernier, plusieurs de ces monstres ont été aperçus en mer, et le Dr Aldrich espère qu'avec un peu de chance, il pourrait s'en approprier un vivant cet été. Ceux qu'il réussit à obtenir jusqu'à présent mesuraient de 10 à 30 pieds de long — tentacules compris — et la plupart étaient dans un état de putréfaction avancée empêchant toute étude sérieuse.

Si le docteur Aldrich et ses collègues sont sur les dents, c'est qu'en considérant les observations faites depuis 1877 on s'aperçoit que les calmars géants semblent fréquenter les eaux terre-neuviennes selon des cycles assez imprécis. Vient ensuite le fait qu'une foule de choses restent à découvrir sur ces animaux et que les occasions de le faire sont fort rares. Tous les spécimens examinés avaient l'estomac vide, mais l'on présume que les calmars géants sont extrêmement voraces, ce qui expliquerait qu'ils s'attaquent parfois aux petites baleines.

On a cru longtemps qu'il s'agissait de céphalopodes vivant dans les profondeurs des mers froides. L'opinion courante, actuellement, est que leurs lieux de prédilection doivent être dans les zones chaudes de l'Atlantique et du Pacifique. C'est en tout cas l'opinion du docteur Gilbert L. Voss, qui a récolté dans les eaux baignant la Floride ce qu'il croit être des oeufs de calmar géant et étudie actuellement de très petits spécimens provenant de la région des Açores ou de l'île Madère. Quant à la présence de calmars morts — ou vivants — près de Terre-Neuve, le docteur Voss croit, tout comme le docteur Aldrich, que certains se laisseraient entraîner vers le nord par des courants marins et mourraient au contact des eaux très froides venant de l'Arctique. Si leur centre de peuplement est en effet les eaux les plus chaudes du globe, cela expliquerait probablement pourquoi les indigènes de l'île Andros, dans les Bahamas, parlent des monstrueux « lucas », « lucas » mi-dragon mi-pieuvre géante, mangeurs d'homme à l'occasion, vivant solitaires dans des « trous de banane », sorte de puits verticaux débouchant au ras des plages et menant à de grandes cavernes sous-marines reliées à l'océan. En disséquant ces animaux, le docteur Aldrich a découvert la plus grosse fibre nerveuse jamais vue sur des créatures vivantes. Quant à leur âge, on s'en tient encore à des hypothèses : les plus puissants — on parle de 75 pieds de long — pourraient bien avoir vingt ou trente ans.

Nous avons déjà publié la photographie d'un calmar géant capturé dans les eaux de Terre-Neuve. Le céphalopode mesurait 21 pieds de long et pesait 231 livres. *Le Jeune Scientifique*, vol. IV, no 4, janvier 1966, p. 90.

Nous terminons une autre année d'édition. Nous venons de franchir une autre étape dans cette aventure de la vulgarisation scientifique. Nous disons « aventure » en songeant d'abord aux difficultés qui se présentent aux rédacteurs soucieux de simplifier ou de rendre assimilables des connaissances qui se compliquent de jour en jour à mesure que les découvertes progressent. Nous songeons ensuite à l'administration, à l'entreprise hasardeuse d'une revue dite « documentaire », une revue exclusivement consacrée à l'information objective... dans un monde qui réclame la facilité et le sensationnel.

Mais nous croyons qu'une grande équipe est en train de se former, une équipe constituée de quelques milliers de lecteurs fidèles et de quelques dizaines de rédacteurs scientifiques. Il est encore possible, à notre avis, de grouper un nombre suffisant de lecteurs et de rédacteurs attentifs aux phénomènes scientifiques de notre temps pour renverser toutes les difficultés et réaliser un périodique de bonne qualité. Nous espérons que les revues de ce genre puissent se multiplier, qu'elles puissent envahir de plus en plus nos sociétés pour compléter l'éducation scolaire, pour l'actualiser et préparer ainsi les élites de demain. En pleine moitié d'un 20e siècle de sciences et de techniques, il devient urgent de traduire le langage des laboratoires et de le mettre à la portée du plus grand nombre de lecteurs.

C'est dans cet esprit que nous avons réalisé pour vous cet autre ouvrage, avec ses 224 pages, ses 54 articles principaux illustrés de 208 figures. Nous en remercions tous les responsables, tous les distingués auteurs et, à vous tous, nous donnons rendez-vous au huitième volume, en septembre prochain.

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
Roland Prévost
Marcel Sicotte
Jacques Vanier
conseillers

COLLABORATEURS

Jean R. Baudry
Louis-P. Coiteux
Gérard Drainville
Raoul Duchesne
Michel Ferland
Roger Fischler
J.-André Fortin
Jean-Guy Fréchette
Thomas de Galiana
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, Qué., 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, 1969. — Tous les articles sont classifiés dans l'index analytique, Les Presses de l'Université Laval, Québec. — Courrier de la deuxième classe. Enregistrement no 1052.

SOMMAIRE

- 198 **L'étude de la cellule vivante au moyen du laser**
par Fernand Lot
- 202 **La chasse photographique (2e partie)**
par Louis-P. Coiteux
- 205 **La chaleur et le froid sur la terre**
par Roger Clause
- 210 **Les planètes joviennes**
par Jean-René Roy
- 215 **La notion du temps chez les savants**
par Henri Corbière
- 217 **Communiqués et nouvelles**
- 219 **Les plantes introduites du Québec 3- historique**
par C. Rousseau et L. Cinq-Mars
- 223 **SOMMAIRE du VIIe volume**

Photographies de la couverture :

Deux clichés qui évoquent « la chaleur et le froid sur la terre »... À gauche, les membres d'une équipe scientifique américaine explorent des cavernes de glace dans l'Antarctique. À droite, des chatons staminés de l'Aulne qui, au Québec, sont l'un des premiers signes de l'arrivée du printemps. Photographies de l'U. S. Navy, Washington, D.C., et Louis-P. Coiteux, Montréal.



L'institut de Pathologie cellulaire à l'hôpital de Bicêtre.

L'étude de la cellule vivante

au moyen du LASER

par Fernand Lot

En France, au Kremlin-Bicêtre a été récemment inauguré l'*Institut de pathologie cellulaire et de cancérologie expérimentale*, installé dans un bâtiment élégamment fonctionnel sis dans l'enceinte de l'hôpital de Bicêtre.

Ce nouveau et très important centre de recherches est dirigé par le professeur Marcel Bessis. Celui-ci a été, vingt années durant, l'animateur du Laboratoire de Cytologie du Centre national de transfusion sanguine. En 1960, à Tokio, il recevait le prix Stratton, haute récompense internationale décernée aux auteurs des travaux les plus remarquables en hématologie, science qu'il enseigne à la Faculté de médecine de Paris.

En premier lieu, le professeur Bessis a grandement contribué à mettre au point la technique salutaire de l'exsanguino-transfusion chez le nouveau-né atteint de la maladie hémolytique, méthode qu'il a ensuite, avec Jean

Bernard, étendue à l'adulte dans les cas d'intoxication grave du sang, cela grâce à une connaissance approfondie des groupes sanguins.

Recourant aux perfectionnements les plus modernes du microscope à contraste de phase, qui permet, sous un grossissement de l'ordre de 1 000, d'observer et de filmer les cellules vivantes, ainsi que du microscope électronique, au moyen duquel on peut descendre jusqu'au niveau des composants moléculaires de la cellule (on peut atteindre à des grossissements d'un million de fois, avec lesquels un globule rouge aurait 8 mètres de diamètre !), il s'est attaqué, entouré d'une jeune équipe de collaborateurs, à l'étude de la cellule normale et pathologique. Il est parvenu alors, dans ce domaine, à obtenir des images admirablement nettes de certaines molécules, à suivre ces molécules dans l'organisme, et il a pu apporter des précisions nou-

velles sur la destinée de la ferritine dans le cycle du fer, — faisant ainsi de la cytochimie à l'échelle moléculaire.

L'expérimentation sur la cellule

Il ne suffit pas d'observer la cellule. Il faut aussi expérimenter, c'est-à-dire pouvoir agir sur elle, en la traitant à la façon d'une grenouille ou d'un cobaye.

La *microforge* et le *micromanipulateur* de P. de Fonbrune ont rendu ces interventions aisées à l'échelle des amibes, qui ont un diamètre d'une centaine de microns. Mais à l'échelle d'une cellule humaine, d'une cellule du sang, par exemple, qui est dix fois plus petite, et qui est aussi plus

L'auteur, Fernand Lot, est journaliste scientifique, à Paris, et membre de l'Association des Ecrivains scientifiques de France.

fragile, les procédés classiques deviennent trop grossiers. Faire ici de la microchirurgie en utilisant une aiguille ou un scalpel de verre, si ténus soient-ils, « ce serait vouloir pratiquer sur l'homme une opération à l'aide d'une faux... »

En faisant appel au rayonnement ultraviolet, dont les propriétés stérilisantes sont bien connues, on a pu affiner remarquablement les moyens d'action, quand on se propose de léser une cellule en une région déterminée, l'instrument — une radiation dirigée — étant dès lors immatériel.

La source est un arc au cadmium qui délivre des longueurs d'onde comprises entre 2 437 et 2 760 angströms (l'angström étant, rappelons-le, un dix-millionième de millimètre).

Les organites cellulaires absorbant différemment dans le spectre, du fait qu'ils n'ont pas la même constitution chimique, on peut faire varier la phototoxicité du rayonnement. Sur la plus courte longueur d'onde, on provoque ainsi la coagulation du cytoplasme par action sur ses protéines, tandis que sur les longueurs d'onde maximales, ce sont surtout les acides nucléiques qui se trouvent atteints.

Intervention du laser

Le professeur Bessis a lui-même recouru avec succès et continue de recourir à la technique que voilà. Mais en 1962, il en a inauguré une autre, qui est tout de suite apparue extrêmement féconde, en tirant parti des propriétés spéciales (proprement *extraordinaire*, celle-ci, puisqu'elle n'existe pas dans la nature) qui est émise par le laser.

Il s'agit ici d'une lumière cohérente, monochromatique, de grande intensité, et produite en un faisceau pratiquement non divergent, ce qui a déjà permis de l'envoyer très loin dans l'espace et de se réfléchir aussi bien sur la Lune que sur des satellites artificiels. (*Cohérente*, cela signifie qu'elle est à la même phase. Une

source lumineuse ordinaire est formée d'un amas d'innombrables oscillateurs comparables à des milliards de pendules *isochrones* mais non *synchrones*, autrement dit battant à la même cadence mais pas tous en même temps. Dans le cas de la lumière cohérente, c'est *en même temps* que battent tous les pendules).

Le rayonnement laser se montre d'un usage beaucoup plus pratique que l'ultraviolet, et plus rapide, célérité particulièrement appréciable quand on étudie des cils vibratiles, par exemple, sur lesquels on pourra désormais agir en un millième de seconde, voire, avec les tout derniers procédés mis en oeuvre, en des temps de l'ordre d'un millionième de seconde...

En outre, il mène à élargir le champ de la micropuncture en permettant de détruire sélectivement des organites cellulaires préalablement colorés afin qu'absorbant l'énergie du rayon laser, ils puissent en être affectés.

C'est ainsi que les *mitochondries*, centrales énergétiques ultramicroscopiques où s'accomplissent les processus fondamentaux de l'oxydation (on en dénombre 200 dans un globule blanc, et chacune comporte des milliers de montages électroniques dûment interconnectés...) ont la propriété de retenir spécifiquement le vert Janus. Colorées (et il suffit d'une quantité infime de colorant, ce qui écarte tout danger de toxicité de la part de ce dernier), puis irradiées, les mitochondries sont instantanément détruites, le reste de la cellule demeurant intact.

Après irradiation, on peut soit procéder à l'étude des altérations anatomiques qu'elle aura provoquées, la cellule étant découpée en une quarantaine de tranches au moyen d'un ultramicrotome (avec cet instrument, on peut aujourd'hui obtenir couramment des coupes qui n'ont que 500 à 800 angströms d'épaisseur); soit laisser la cellule traitée dans son milieu de culture et observer la façon dont elle va s'y comporter, voir comment elle réagira à dif-

férents tests biologiques, une fois privée de certains de ces laboratoires, aussi complexes que petits, dont son activité dépend.

On applique de la sorte à l'échelle des organites cellulaires (on dit aussi *organelles*) la méthode classique de la physiologie macroscopique. On sait quelle a été la fécondité de celle-ci. C'est en ôtant tel ou tel organe, thyroïde, pancréas, surrénales, par exemple, qu'on a pu découvrir quelles étaient leurs fonctions dans l'organisme. Le professeur Bessis espère pouvoir semblablement extirper à son gré centrioles, ribosomes, appareils de Golgi..., et parvenir à préciser leur rôle exact.

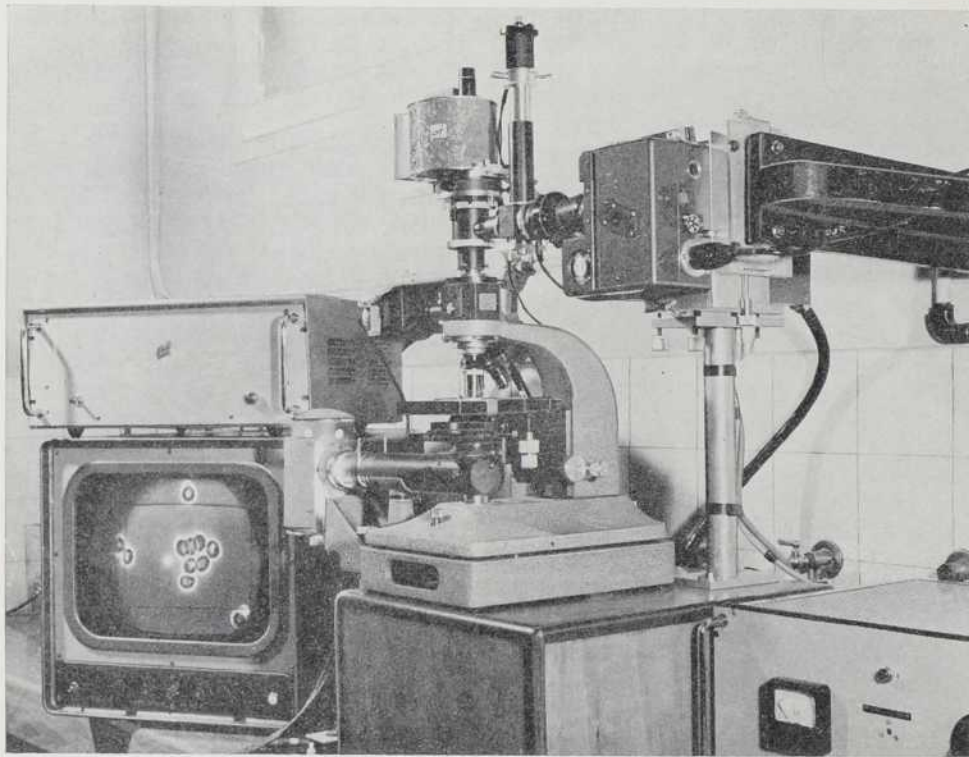
Il a d'abord utilisé, à partir de 1962, un laser à rubis de la C.S.F., simplement refroidi à l'air comprimé, disposé au-dessus d'un microscope à contraste de phase, les images étant à la fois transmises à un poste de télévision voisin et enregistrées par microcinématographie.

L'appareil fonctionne lorsqu'on fait décharger une batterie d'accumulateurs dans le tube-flash qui entoure le menu rubis synthétique central, coeur rayonnant du laser, producteur de lumière rouge.

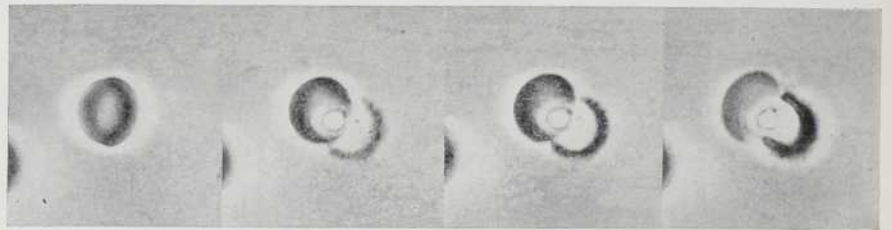
Le diamètre de la tache lumineuse peut aller, grâce à un système de lentilles, de 2,5 microns à 30 microns, tandis qu'un filtre dégradé permet de modifier l'intensité du faisceau: deux variables qui permettent de nuancer les conditions de l'expérimentation.

D'autres lasers ont enrichi l'arsenal instrumental du laboratoire — un de ces instruments donnant une longueur d'onde dans l'infrarouge, un autre dans le vert, un autre encore dans l'ultraviolet, et cela avec des temps d'exposition extrêmement courts, ce dont nous avons précédemment souligné l'intérêt à propos de l'étude des cils vibratiles.

Par ces méthodes, auxquelles s'ajoute l'emploi des molécules marquées, dont les itinéraires peuvent être suivis avec une très



Le dispositif utilisé par le docteur Marcel Bessis : à droite, un microscope surmonté d'un laser à rubis. A gauche, l'écran de télévision sur lequel on peut suivre l'évolution de globules rouges altérés par le pinceau de lumière cohérente. (Photo de la Cie générale de télégraphie Sans Fil, C.S.F., Paris).



Le film de l'attaque d'un globule rouge par laser. Les quatre images, de gauche à droite :

- 1— L'hématie intacte. Le halo clair qui l'entoure n'est qu'un effet de contraste sous le microscope.
- 2— Le spot du rayon laser a touché, vers le bas, à droite, la cellule. Celle-ci commence à perdre son hémoglobine, qui dessine un croissant sombre.
- 3 et 4— La perte d'hémoglobine s'accroît et la cellule se détruit davantage. (Photo Institut de Pathologie cellulaire de Bicêtre).

grande précision par autoradiographie (technique que l'on est parvenu à perfectionner encore, à Bicêtre, en recourant à de puissants champs magnétiques), on réussira à savoir quel est le rôle joué par les divers éléments qui occupent la gouttelette de cytoplasme et dont l'ensemble constitue cette merveilleuse usine qu'est la cellule, — usine si merveilleusement en rapports intimes avec les milliards d'autres de l'organisme, en faveur de l'équilibre, à maintenir constamment, de celui-ci...

« Ce contenu de la cellule, nous dit le professeur Bessis, était jadis, le noyau mis à part, considéré comme une gouttelette de gel optiquement vide. Nous savons à présent que ce gel comporte, en réalité, outre le noyau, une mul-

titude de granules qui ont une structure extrêmement complexe et qui remplissent tous des fonctions essentielles. Les organelles de la cellule, on commence à en connaître l'anatomie et la composition chimique, mais leur fonctionnement nous échappe encore presque complètement. Le microscope électronique nous montre des compartiments, des interfaces et des membranes : c'est là que peuvent se produire les mille et mille opérations chimiques que

les innombrables enzymes de la matière vivante doivent conduire, cela dans un ordre déterminé. Mais il ne faut pas oublier que nous ne sommes encore qu'au début de l'exploration de la cellule. Les premiers anatomistes dessinaient l'aorte, l'estomac, le foie, le cœur et les poumons sans connaître leurs connections ni leurs fonctions. Nous leur ressemblons lorsque nous dessinons un modèle de cellule avec ses multiples organelles. Mais nous ne pouvons

que nous réjouir de la multiplicité des structures ainsi révélées. Plus les structures sont nombreuses et variées, plus le problème se simplifie. Que peut-on imaginer, en effet, de plus difficile à saisir que le fonctionnement du protoplasme considéré comme un milieu transparent, sans différenciations aucunes, optiquement vide? On peut plus rapidement comprendre le fonctionnement d'une automobile si l'on ouvre le capot, bien qu'au premier abord les rapports entre les tubes, le carburateur, la dynamo et le ventilateur, la circulation des liquides divers, puissent sembler difficiles à saisir. Le mérite du microscope électronique est de nous montrer qu'il existe une *machinerie* dans la cellule vivante et, par là, de simplifier et de diriger les études biochimiques ».

Pour la cellule, voilà donc le « capot » levé, et c'est d'un outil singulièrement ténu et puissant que le chercheur s'est armé pour voir ce qui se passe dans les rouages subtilissimes du moteur...

Autres expérimentations et observations sur la cellule

Nous n'avons parlé que de destructions au sein de la cellule. Mais on a aussi pour objectif d'effectuer des manoeuvres inverses; c'est-à-dire de réaliser, au lieu d'ablations, des greffes: par exemple, de transplanter les ribosomes d'une cellule d'un type donné dans une cellule d'un autre type, ce qui ouvre un nouveau champ pour l'investigation clinique à l'échelle cellulaire.

Et puis il faut considérer que, dans l'organisme, les cellules vivent en communauté. Chacune est entourée d'autres cellules. Elles agissent sans cesse les unes sur les autres, de manière coordonnée, selon les lois d'une minutieuse régulation générale. Il y a là toute une *microsociologie* à étudier.

Voyons ce qui se passe, par exemple, autour d'un globule rouge qui vient d'être tué.

Sur l'écran de télévision où l'on peut suivre les phases de l'inter-

vention pratiquée au moyen du laser (l'image n'est jamais observée directement dans l'oculaire du microscope mais par l'intermédiaire d'un téléviseur, le rayonnement laser étant dangereux pour la rétine), va éclater un fulgurant microdrame...

Un point brillant étoile le milieu de l'écran. Ce spot marque l'endroit correspondant à celui où le pinceau d'intense lumière cohérente frappera sa cible. Voici maintenant l'image d'un globule rouge, que l'opérateur peut déplacer et qu'il fait coïncider avec le spot. Déclenchement du dispositif. Le temps d'un éclair, l'hématie, brûlée, son hémoglobine toute coagulée, est complètement détruite. Alors on assiste à une véritable ruée des globules blancs présents dans le voisinage: alertés sur-le-champ, ils se précipitent pour phagocyter le cadavre de l'hématie. Ils ont l'air de « savoir », et ils remplissent leur mission, qui est d'éliminer au plus vite les cellules vieilles, malades ou mortes.

Le phénomène opposé peut d'ailleurs se produire: quand on a affaire à des infusoires comme les Euglènes, des flagellés, ceux-ci fuient, au contraire, la dépouille mortelle d'un Euglène tué...

Qu'est-ce qui attire ainsi les uns, repousse les autres? Il s'agit, sans aucun doute, de chimiotactisme, d'une sorte de nérotactisme, dans le cas des cellules mortes, c'est-à-dire de comportements commandés par certains signaux chimiques, attirants dans le cas des globules blancs en présence des hématies, répulsifs dans le cas des Euglènes et de leurs congénères. Il va sans dire qu'il importe de préciser la nature de ces signaux, de même que celle des messages échangés entre elles par les cellules et qui déterminent, notamment, leur différenciation.

Au chapitre des maladies particulières de la cellule, les chercheurs de l'Institut de pathologie cellulaire et de cancérologie expérimentale s'intéressent tout particulièrement à la leucémie. Pour qu'une cellule cancéreuse prolifère, il lui faut un environnement

favorable. L'étude de cet environnement est donc, ici encore, d'une importance capitale.

Le professeur Bessis ne cache pas sa satisfaction de pouvoir désormais oeuvrer à l'aise (il est passé, quant aux locaux, de 300 mètres carrés à 1 800), avec des possibilités instrumentales constamment accrues, des ingénieurs spécialisés qui améliorent les appareillages existants ou en créent d'originaux, au sein d'une équipe ancienne et fidèle augmentée de chercheurs nouveaux, parmi lesquels des étrangers.

Il a aussi des invités. Parmi ceux-ci, citons deux savants américains qui, récemment, ont mis ici à profit leur « année sabbatique », le biologiste Eric Ponder et le physicochimiste Howard C. Meel. Ce dernier, qui était venu de Berkeley, a expérimenté à l'Institut de Bicêtre un analyseur de cellules, capable de les séparer en tenant compte de leurs diverses propriétés physiques (densité, charge électrique, etc.), ce qui permet d'opérer un tri dans un mélange complexe comme celui, par exemple, que représente la moelle osseuse totale.

Le directeur de l'Institut se montre aussi particulièrement heureux de l'ordonnance du deuxième étage, où se trouvent la bibliothèque ainsi qu'une belle salle, équipée pour la traduction simultanée, et dévolue aux colloques internationaux. « Ces réunions périodiques, dit-il, sont extrêmement fructueuses. Les chercheurs ont, comme les cellules, un impérieux besoin d'échanger des informations! ».

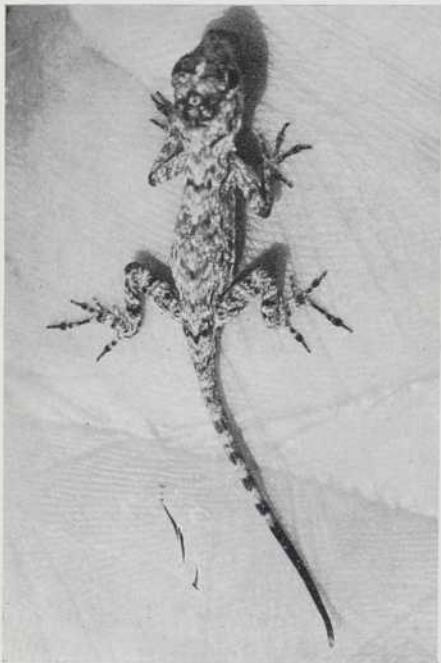


Fig. 1

Sur le terrain il est souvent difficile de trouver un arrière-plan approprié. Il importe de placer le sujet sur un fond bien choisi pour qu'il se détache de son environnement. Deux essais ont été tentés ici : ce bébé lézard de 35 mm de longueur, a été photographié dans la main de l'auteur, et, au second essai, sur une feuille d'arbre. Aucun éclairage d'appoint.

Référence : jeune lézard, Nassau, îles Bahamas, le 8 juillet 1964; appareil Leica avec visoflex, banc à soufflet et lentille à monture courte 65 mm, vitesse 1/100, f. 11.

Initiation à la photographie d'histoire naturelle

4 - La chasse photographique

(2e partie)

par Louis-P. Coiteux

Introduction

Dans le précédent article — numéro de mars 1969 —, nous avons traité de la « chasse photographique » dans la nature et au jardin zoologique. Il avait alors été entendu que notre sujet se limitait à la photographie des animaux de taille supérieure ou égale à celle d'un petit oiseau.

Notre présent article pourrait s'intituler « safari au fond du jardin » ou encore la *macrophotographie*, ou photographie rapprochée (1). Ce type de chasse exige de nouvelles explications car la présence d'un insecte devant l'objectif ne requiert pas les mêmes précautions ni le même équipement que celle d'une oie blanche ou d'un caribou.

Avant d'entrer dans le sujet, il est bon de se rappeler que la photographie des petits êtres vivants peut demander une bonne part d'imagination, de patience et d'esprit d'observation. De plus, certaines connaissances sur la vie et les moeurs du sujet à étudier ne peuvent que favoriser le travail.

(1). Jean Pilorgé intitule son ouvrage « Photo-macrographie » (voir bibliographie à la fin de cet article). Cependant, dans son introduction, p. 7, il accepte le terme « macrophotographie », de même que proximage, proxiphotographie, pour désigner des prises de vues rapprochées.

Il est très important de s'attacher à un seul sujet à la fois et d'en prendre de nombreux clichés. En analysant ensuite la série d'images, on peut réussir à faire ressortir les caractères spécifiques du sujet. Ici plus qu'ailleurs, la dispersion ou l'éparpillement d'un sujet à l'autre n'apportera qu'une moisson sans grande valeur documentaire ou artistique.

Appareillage

En utilisant toujours l'appareil de type reflex mono-objectif interchangeable, nous l'équiperons cette fois d'une lentille à double tirage, si le sujet est immobile ou fixé. Un banc à soufflet coiffé d'une lentille à monture courte 105 ou 135 mm sera plus efficace pour des sujets vivants et mobiles et nous permettra de travailler à une distance plus grande.

Si l'on désire un fort grossissement, on utilisera la lentille normale de 50 mm fixée au banc à soufflet. Un tel montage permet des grossissements allant jusqu'à 12 x et plus. Si l'on ne possède pas de banc à soufflet, on pourra le

L'auteur du texte et des illustrations, Louis-Philippe Coiteux, Lic. Ens. Sec. (Biologie), est administrateur du Centre audio-visuel et chargé de cours au Département des Sciences pédagogiques de l'Université de Montréal.

remplacer par des bagues-allonge et des bonnettes. De plus forts grossissements peuvent être obtenus en combinant des bagues-allonge au banc à soufflet. Lorsqu'on est en présence d'un animal difficile à approcher, on peut placer un téléobjectif plus long (250 ou 300 mm) sur le banc à soufflet.

En plus de l'équipement de base il faut ajouter un petit trépied. On peut en fabriquer un en utilisant des accessoires communs. Avec un tel outil on peut s'approcher très près du sol. La firme Linhof fabrique également un petit trépied très robuste qui présente de nombreux avantages.

Ce petit trépied doit surtout être très solide et résister aux vibrations. Nous vous recommandons d'acheter une bonne tête à

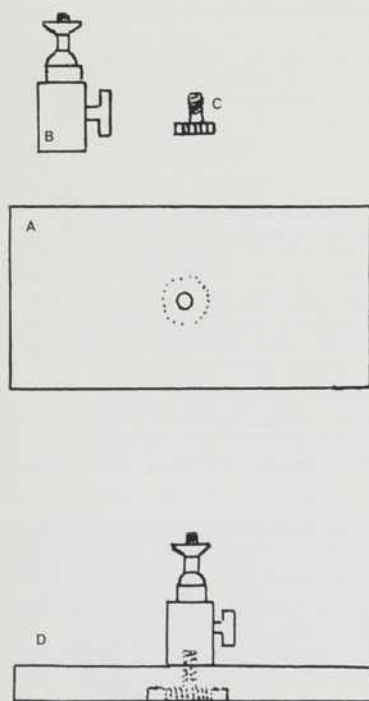


Fig. 2

- A. Planchette de bois à ces dimensions: 6 pouces de longueur, sur 3 pouces de largeur, et 1 pouce d'épaisseur. Percer un trou au centre pour y introduire la vis de fixation C.
- B. Tête à rotule de fabrication Linhof, Schiansky ou Leitz.
- C. Vis de fixation.
- D. Montage de A, B, C.

rotule si vous le fabriquez vous-même. Les vendeurs Linhof, Leitz et Schiansky en disposent de très solides à des prix allant de \$8. à \$16.

Technique générale

Dans la photographie rapprochée, une première difficulté se présente à l'amateur: la profondeur de champ est très réduite avec les objectifs montés comme nous l'avons expliqué plus haut. Pour obtenir une profondeur de champ maximum, il faut fermer le diaphragme le plus possible, à f. 16, f. 22 et poser à une vitesse plus lente. Il n'y a pas de problème lorsque le sujet est immobile (plantes, fossiles, animaux fixés) et lorsque le photographe a soin d'utiliser un trépied, mais tout se complique en présence d'un modèle vivant et mobile. On doit alors utiliser une pellicule très rapide ou encore un éclairage artificiel assez intense, afin d'allier une grande vitesse d'obturation à une petite ouverture de diaphragme.

Pour garder une certaine valeur documentaire (ou même

scientifique), il est préférable de travailler sur le terrain. Malheureusement la chose n'est pas toujours possible. On doit souvent recueillir les sujets dans la nature, ainsi que des éléments du micro-milieu où ils évoluent (plantes, pierres, vieux troncs, etc.) et transporter le tout en laboratoire. En utilisant un aquarium et un terrarium, on pourra installer les sujets dans un décor fidèlement reconstitué. Le photographe peut ensuite observer ses hôtes à loisir et préparer soigneusement les séances de pose sans être importuné par le vent, le temps gris, les moustiques...

Le problème de l'éclairage se pose constamment en studio; nous réservons un article à ce propos dans une autre édition pour en traiter les différents aspects. Disons seulement qu'il faut éviter de... cuire ses sujets sous les chauds rayons des lampes « flood ». Les petits flashes électroniques sont préférables avec des sujets vivants.

Fig. 3

La reconstitution du milieu naturel en laboratoire donne souvent de bons résultats. L'animal se familiarise et le photographe peut étudier son sujet à loisir.

Référence: Crapaud américain, Sherbrooke, le 10 août 1967; appareil Hasselblad, tube allonge de 22 mm et lentille de 80 mm; éclairage par deux lampes électroniques; vitesse 1/100, ouverture f. 16.



Comme vous pouvez le constater à la lecture des commentaires accompagnant les illustrations, chaque macrophotographie requiert une technique particulière. Elle est commandée tantôt par la mobilité du sujet, tantôt par sa dimension ou par le type de lentille utilisée. Pour ma part, dès qu'il est possible, je préfère travailler en studio avec mes petits sujets. Il est alors plus facile de soigner la préparation de la photographie et, de plus, on évite les courbatures: ces petits êtres exigent du photographe une position peu confortable. Tous les inconvénients du « travail sur le terrain » sont évités si l'on peut transporter les sujets en laboratoire tout en respectant le milieu naturel.

En résumé

- Prévoir une profondeur de champ maximum en choisissant son objectif et son éclairage.
- Transporter ses sujets en studio et les installer dans un décor fidèlement reconstitué.
- Prendre le temps d'utiliser un trépied, à moins qu'un instantané soit nécessaire, « shoot now or never »...
- Eviter de rôtir les sujets vivants en utilisant un éclairage au « photoflood ».
- Tranquilliser les sujets trop nerveux en les faisant séjourner un moment dans le réfrigérateur.
- Noter les données techniques et les circonstances de capture : date, endroit, etc.

Bibliographie

- BLAKER, A.A. *Photography for scientific publication*. W. H. Freeman, San Francisco et Londres, 1965, 158 p. ill.
- BRANDOW, J. F. *Photography of insects*. Ex. de « The Sixth Here's How », pp. 1-10, Pub. Kodak AE-88, Eastman Kodak, Rochester, N.Y., 1968.
- MARCERON, L. *La photographie des insectes*. Coll. Photo-Guide Prisma no 35, Paris, 1952, 48 p. ill.
- PERELLI, V. *Macro, Microphotographie*. Progresso Fotografico, Milan, 1964, 526 p. ill.
- PIKE, O. G. *La nature et la photographie*. Prisma et Focal Press, Paris et Londres, 1947, 226 p. ill.
- PILORGE, J. *Photo-macrophotographie et photographie rapprochée*. Pub. Photo-Revue, Paris, 1963, 180 p. ill.

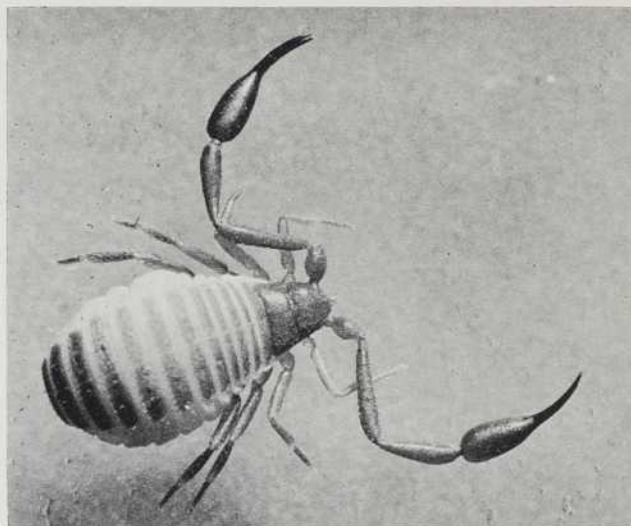


Fig. 4

A cause de la petite taille du sujet il était quasi impossible de reconstituer un habitat. Le spécimen a été placé sur un verre dépoli éclairé par en-dessous. Au-dessus, l'éclairage était assuré par deux lampes « flood » placées à environ 12 pouces du sujet.

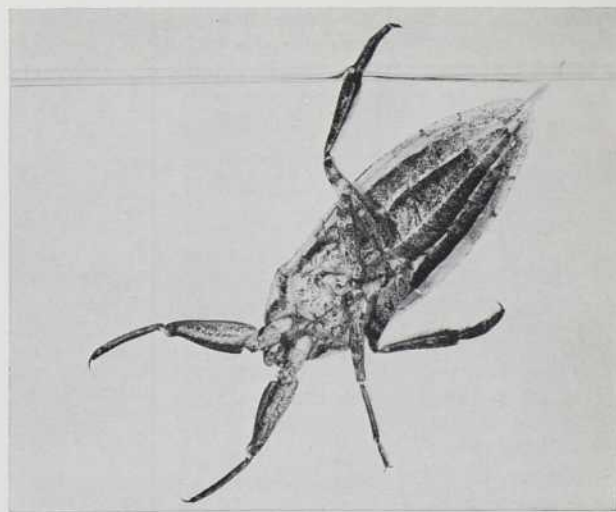
Le « pseudo-scorpion » se trouve souvent dans les vieux tapis ou les journaux humides. Sa taille : environ 1/8 de pouce ou 3 mm.

Référence : Pseudo-scorpion, Sherbrooke, le 20 mai 1965; appareil Nikon, banc à soufflet et lentille à double tirage à laquelle on a ajouté une bonnette de 3x; vitesse 1/5 de sec, ouverture f. 11.

Fig. 5 (en bas)

Pour obtenir les détails recherchés, il faut souvent s'ingénier à trouver une technique particulière. Cet insecte aquatique a été légèrement coincé entre deux vitres dans un petit aquarium afin de l'empêcher de se retourner... Après quelques efforts, l'insecte s'est calmé et est venu respirer à la surface au moyen de son tube respiratoire à l'extrémité de son abdomen. C'était le moment choisi pour une bonne photographie.

Référence : Léthocère américain (face ventrale), Sherbrooke, le 13 août 1965; appareil Leica, visoflex, banc à soufflet et lentille à monture courte de 65 mm; éclairage au flash électronique; vitesse 1/100, ouverture f. 16.



Les sources de chaleur agissant sur la température de l'atmosphère

Si l'ensemble Terre-Atmosphère était isolé dans l'espace, la température du sol et des basses couches de l'atmosphère serait de l'ordre de -240°C .

Mais la présence du soleil, dont la température est de 6.200°C , se traduit par un rayonnement qui entraîne finalement, pour l'atmosphère inférieure, un gain de 250°C ; la température moyenne des basses couches étant en effet d'environ 10°C .

Cependant, le bilan thermique des diverses sources de chaleur n'est pas simple à établir.

Si le Soleil par son rayonnement direct, constitue de loin la source essentielle d'énergie calorifique, la Terre et l'atmosphère elles-mêmes, par leur rayonnement propre, leur absorption et leur rayonnement incident interviennent largement dans les conditions d'équilibre thermique.

Les effets du rayonnement solaire subissent des variations incessantes dans le temps et dans l'espace, par suite:

- de la forme sphérique de la terre et de sa rotation sur elle-même,
- de la trajectoire elliptique du globe autour du soleil,
- de l'inégale répartition des océans et des continents,
- de la couverture du sol,

et enfin des mouvements atmosphériques et de leurs conséquences: entre autres, les nuages qui font varier les quantités de chaleur parvenant à chaque instant et en chaque point de l'ensemble Terre-Atmosphère.

Parmi ces nombreux paramètres qui interviennent dans les problèmes de l'atmosphère, certains sont des constantes ou des facteurs dont les variations sont simples et bien connues.

Aux confins de l'atmosphère, la quantité d'énergie reçue est peu variable: on appelle « Constante Solaire » la quantité reçue par cm^2 et par minute.

La CHALEUR et le FROID sur la terre

par Roger Clausse

Pour la distance moyenne de la Terre au Soleil, la valeur admise jusqu'ici était de 1,94 calorie par minute et par cm^2 , soit une puissance de 0,135 watt par cm^2 . Mais pour tenir compte des rayonnements de longueur d'onde inférieurs à 2.900Å absorbés par l'ozone et négligés dans les calculs antérieurs, il faut admettre que la valeur de la constante solaire est de 1,98 Cal/mn/cm², soit 0,138 watt/cm².

La traversée de l'atmosphère modifie très sensiblement, et de façon variable, la quantité d'énergie qui arrive jusqu'au sol.

Ainsi, elle est au maximum de 1,77 Cal/mn/cm² au Mont-Rose à 4 500 m d'altitude, tandis que la plus grande valeur enregistrée à MONTPELLIER (voisinage du niveau de la mer) est de 1,47 Cal/mn/cm².

A PARIS (Parc Saint-Maur), elle varie de 1,25 Cal/mn/cm² à midi au mois de mai, à 0,05

Cal/mn/cm², en décembre, au lever et au coucher du soleil.

Mais, dans tous les cas, l'énergie rayonnante disponible au sol est encore perturbée par le rayonnement propre de l'atmosphère et par son rayonnement incident.

Le rayonnement propre de l'atmosphère constitue, en effet, une partie importante (40 à 50%) du rayonnement global parvenant au sol.

La moitié de la part qui provient de l'atmosphère (soit près de 25% de la totalité du rayonnement) est imputable aux nuages; il est vrai que l'énergie diffusée par l'atmosphère provient à la fois du rayonnement solaire

L'auteur, Roger Clausse, est Ingénieur en chef à la Météorologie Nationale de France et membre du conseil de l'Association des Ecrivains scientifiques de France. Les illustrations, fournies par l'auteur, proviennent de la Météorologie Nationale de France.

direct et du rayonnement réfléchi par le sol; ce qui complique singulièrement la question.

Le rayonnement du sol joue, en effet, un rôle important dans le bilan thermique de l'ensemble Terre-Atmosphère.

Bien entendu, le sol rayonne pour son compte une certaine quantité d'énergie, correspondant à sa propre température et qui peut être évaluée à l'aide de la loi de STEFAN, l'intensité du rayonnement étant proportionnelle à la quatrième puissance de sa température absolue.

Par ailleurs, une certaine partie de l'énergie reçue par le sol est diffusée et renvoyée vers l'espace. Cette partie appelée « albedo » est variable suivant la couverture du sol; faible pour les surfaces recouvertes de végétaux, de terre ou de roche (0,12 à 0,25) elle atteint 0,80 à 0,90 pour les champs de neige. Autrement dit, la neige renvoie vers l'espace 80 à 90% de l'énergie reçue ce qui explique, entre autre, la rapidité du hâle sur les champs de neige et la nécessité de se protéger les yeux contre un rayonnement presque doublé par rapport à ce qu'il est au-dessus d'une terre cultivée.

Finalement, le bilan radiatif de l'ensemble Terre-Atmosphère est la résultante des rayonnements absorbés ou émis par chacune des sources Soleil-Atmosphère-Sol que nous venons de passer rapidement en revue. Ce bilan est simplement la somme algébrique de ces divers facteurs. Mais on conçoit combien il est malaisé de faire la part de chacun d'eux dans les quantités d'énergie intéressant une masse d'air déterminée.

Un résultat primordial a cependant pu être acquis: pour les régions comprises entre l'équateur et 35°N (et S) environ, l'énergie gagnée par l'ensemble Terre-Atmosphère est supérieure à l'énergie perdue tandis que c'est l'inverse au-delà de cette latitude de 35°.

SIMPSON, auquel on doit ce résultat, précise qu'à nos latitudes (40 à 50°), le gain est positif en été et négatif en hiver. Au-delà de 70°N, la perte l'emporte tou-

jours sur le gain. Ainsi, les régions polaires perdent en permanence de l'énergie calorifique, tandis que les régions tropicales et équatoriales en gagnent sans cesse. Comme les températures moyennes de ces régions n'ont pas varié sensiblement au cours des temps, il faut conclure qu'un échange permanent de chaleur a lieu entre l'Equateur et les Pôles. Toute théorie sur la circulation générale de l'atmosphère doit tenir compte de ce résultat.

Malgré la complexité des phénomènes thermiques qui interviennent au sein de l'atmosphère, il est donc possible de dégrossir les problèmes météorologiques en considérant des bilans très généraux, des moyennes portant sur d'assez vastes régions ou d'assez longues périodes, de façon à éliminer en première approximation les variations accidentelles et les interactions trop complexes des phénomènes les uns sur les autres.

C'est ainsi que l'étude des températures moyennes de l'air traduit les effets accumulés de tous les rayonnements directs ou incidents et de tous les phénomènes absorbant ou libérant de la chaleur. Complétée par les considéra-

tions qui précèdent sur les modifications de l'énergie solaire, cette étude permet de tirer des conclusions valables sur le comportement et les lois de l'atmosphère.

Les mesures en infrarouge effectuées par les satellites météorologiques permettent aujourd'hui d'étudier, de façon planétaire et sans lacunes, la température du globe et des nuages et c'est là, peut-être, l'intérêt primordial de ces satellites.

Cependant, le météorologiste reste attaché à la connaissance de la structure thermique de l'atmosphère car d'elle dépendent en grande partie les mouvements verticaux de l'atmosphère et, par suite, les formations de nuages.

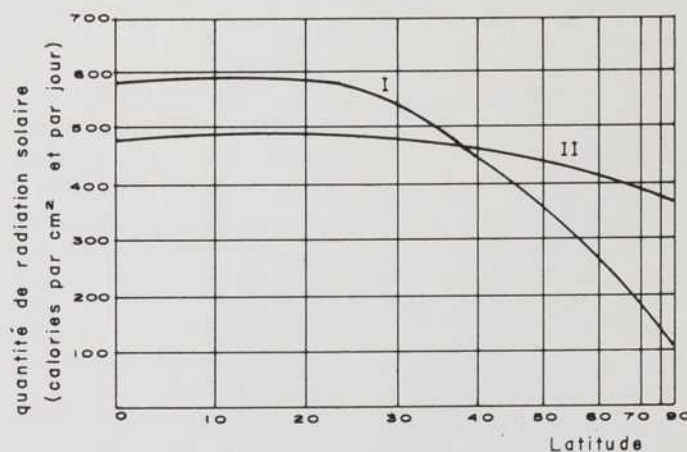
Ainsi, on sait que la température décroît avec l'altitude et que cette décroissance, irrégulière dans les basses couches, plus régulière entre 2 kilomètres et la tropopause, cesse dans la Stratosphère.

On conçoit que le rayonnement du sol soit la cause initiale de la décroissance de la température. Les irrégularités des basses couches en sont une preuve tangible; mais le rayonnement n'intervient pas seul, ou plutôt il déclenche

Fig. 1

Moyennes annuelles de la radiation solaire absorbée et de la radiation terrestre. (D'après H. G. Houghton, *Journal of Meteorology*, U. S. 1954).

- I — Moyenne annuelle de radiation solaire absorbée par l'ensemble TERRE-ATMOSPHERE.
- II — Moyenne annuelle de radiation terrestre quittant notre atmosphère.





automatiquement des mouvements de convection, qui ont pour effet de diminuer cette décroissance, car l'air chaud, plus léger, tend en permanence à remplacer l'air froid supérieur qui, lui, au contraire, tend à redescendre.

A partir d'une certaine altitude, la quantité d'énergie reçue par convection peut être considérée comme nulle: la quantité d'énergie rayonnante absorbée par une particule d'air est alors égale à l'énergie que cette particule rayonne elle-même. Ce niveau est celui de la tropopause, à partir duquel la température cesse de décroître.

On conçoit que les mouvements de convection atteignent des altitudes plus élevées au-dessus des régions où l'énergie calorifique reçue (et, par suite, rayonnée) est la plus grande, c'est-à-dire au-dessus de l'Equateur. Mais, plus le niveau de la tropopause est élevé, plus sa température est basse puisque, dans la tropopause, la température cesse de décroître. Le pôle atmosphérique du froid est donc constitué par la tropopause au-dessus de l'équateur, à environ 17 km d'altitude.

Fig. 2 (ci-contre)

Tourbillons de nuages. Image reçue de Nimbus par le Centre d'Etudes météorologiques spatiales de Lannion, France.

En s'élevant au-dessus des pôles, au contraire, on atteindra plus rapidement l'équilibre thermique, c'est-à-dire la tropopause qui se situe entre 8 et 10 km d'altitude avec une température de -50° environ, minimum qu'on ne pourra d'ailleurs pas dépasser, même si l'on s'élève davantage.

Dans les régions tempérées, la tropopause est à une dizaine de kilomètres d'altitude, avec une température de -56° en moyenne. On voit donc qu'en s'élevant à la verticale à MONTREAL ou à PARIS, on n'atteindra pas la température la plus basse possible. Pour y parvenir, il faudra gagner la tropopause au-dessus de l'équateur; c'est-à-dire parcourir au minimum 5 500 km pour arriver finalement à trouver -85° à la verticale de DOUALA ou de BOGOTA.

Hautes et basses températures sur le globe

Si les considérations générales sur l'énergie calorifique aux divers niveaux de l'atmosphère permettent de situer, par le raisonnement, la zone des températures les plus basses, ou, pour le moins, d'expliquer les résultats des mesures directes, il en est de même pour l'étude de la température de l'air au voisinage du sol, c'est-à-dire dans les couches directement influencées par l'énergie, restituée ou diffusée par le globe.

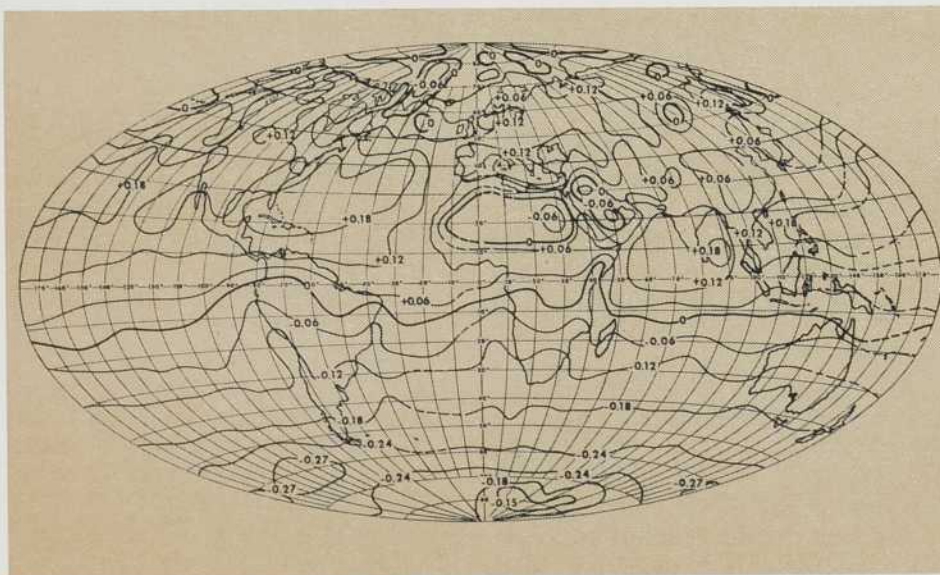


Fig. 3 (à gauche)

Flux de rayonnement résultant en cal/min/cm² entre le 1er et le 15 juillet 1966, tel qu'a permis de le tracer le système de mesures infrarouges de NIMBUS.

On remarque que ce flux est nul dans les régions polaires arctiques (été boréal) et au sud d'environ 10° S (hiver austral). A noter également un flux négatif dans les déserts d'Arabie et d'Afrique (Sahara). Ceci tient à ce que la terre y est très chaude et que l'albedo du sable est grand: de ce fait, la Terre rayonne (ou renvoie plus de chaleur) qu'elle n'en absorbe. (D'après Rascke et Pasternak, cité par le Bulletin de l'O.M.M.)

Sans doute, il faut s'attendre à enregistrer les froids les plus intenses au moment des longues nuits polaires, au-delà des cercles arctiques (ou antarctiques) c'est-à-dire dans la zone où les pertes d'énergie l'emportent sur les gains.

Cependant, il est nécessaire, dans les raisonnements, de tenir compte des grandes migrations de masses d'air polaire qui, par des chemins plus ou moins détournés, gagnent les régions tropicales où elles vont se réchauffer.

Au début de ce long voyage, les masses d'air polaire non encore dégénérées gardent une température très basse qui peut encore diminuer du fait de la nature du sol et de sa couverture (neige, forêts, eau) et de l'orographie, pour peu que la circulation générale et la turbulence atmosphériques n'accélérent pas le brassage et le déplacement rapide des masses d'air mises en jeu.

La partie orientale des zones anticycloniques établies à proximité du cercle polaire (dans l'hémisphère nord) présente, à ces différents points de vue, des caractères remarquables. La circulation générale permet l'arrivée, sur ces régions, de masses d'air venant de l'antarctique. Cependant le faible gradient barométrique correspond à des vents également faibles que le moindre obstacle arrête.

Par ailleurs, c'est une situation que l'on trouve surtout en hiver, lorsque les nuits sont très longues et la déperdition de chaleur, énorme.

Dans ces conditions, la Sibérie Orientale, située en bordure Est de l'anticyclone d'hiver russo-sibérien, retiendra l'attention. Le sol couvert de neige qui diffuse et rayonne de grandes quantités d'énergie calorifique y est responsable de pertes importantes de chaleur qui se traduisent par un abaissement de la température, déjà basse, des couches d'air en contact avec le sol.

Enfin, les monts élevés entourant les vallées déversent dans celles-ci l'air froid des sommets

Fig. 4

Le Groenland et les régions glacées du grand Nord renvoient vers le satellite météo (et vers l'espace), autant de rayonnement solaire reçu que les nuages. (Essa 2, 30 juin 1966).



qui descend par gravité le long des pentes.

La région d'OIMEKON, dans la vallée de l'INDIKIRSKA, remplit toutes ces conditions favorables aux pertes de chaleur: proximité du cercle polaire, situation géographique (au pied des monts de la Kolima), sol couvert de neige, situation météorologique favorable de règle en hiver.

On n'est donc pas surpris d'y relever une température hivernale moyenne de -65° et l'on estime, d'après des recoupements sûrs, qu'à la fin du siècle dernier, le minimum absolu a dû dépasser -75° .

Le fait que ces températures, de l'ordre de -70° , soient nettement inférieures à celle de la Stratosphère dans cette région (-56° à -60°), implique que la température augmente avec l'altitude au moins jusqu'à un certain niveau.

Ce phénomène d'inversion est dû, précisément, aux pertes considérables d'énergie calorifique du sol, en l'absence de tout brassage de l'atmosphère.

Au-dessus d'un certain niveau (quelques dizaines à quelques centaines de mètres), l'influence du sol ne se fait plus sentir. La température y est plus élevée.

A noter que la Station centrale du GROENLAND installée plus

au Nord, à 3 000m d'altitude, n'a pas enregistré de température inférieure à $-64^{\circ}8$ (mission 1931) et que la température moyenne de l'hiver y a été de l'ordre de $-45^{\circ}C$.

Selon les dernières observations parvenues de l'Antarctique, les plus basses températures enregistrées au voisinage du sol ne sont pas, cependant, celles d'OIMEKON mais celles de la calotte polaire australe; on a relevé $-88^{\circ}3C$ à VOSTOK le 24 août 1960 et même, selon des informations officielles, $-94^{\circ}5C$ au pôle sud en 1965.

La température la plus basse observée en France, à basse altitude, a été -30° à COMMERCEY en 1895 (il y avait -45° au Mont-Blanc) et la plus basse température observée à PARIS a été de $-25^{\circ}6$ le 10 décembre 1879.

A EUREKA (Canada, T. N.-O., $80^{\circ}00$ N, $85^{\circ}56$ W), le minimum absolu a été de -50° ; $-29^{\circ}C$ à QUEBEC.

Les températures minimales dans les régions équatoriales sont de l'ordre de $15^{\circ}C$.

A BRAZZAVILLE, le thermomètre est descendu à $12^{\circ}3$ en 1907; ce qui constitue le minimum absolu de température de cette localité alors que le minimum n'atteint pas $39^{\circ}C$.

Car, si le pôle du froid n'est pas nécessairement confondu avec le pôle géographique, l'équateur thermique ne suit pas exactement l'équateur.

La température la plus élevée observée à DAKAR ($40^{\circ}5$) est sensiblement égale à celle relevée le 28 juillet 1947 à PARIS ($40^{\circ}4$): elle est nettement inférieure aux 44° observés à TOULOUSE le 8 août 1923. A titre de comparaison, on peut citer quelques maxima absolus de températures: $42^{\circ},8$ à HANOI, $40^{\circ},0$ à SAIGON, $37^{\circ},7$ à TAMATAVE, $36^{\circ},0$ à SAINT-DENIS (Réunion), 32° à MONTREAL et à QUEBEC (sauf omission).

Pour la chaleur, comme pour le froid, l'étude préalable des quantités d'énergie permet de situer a priori les zones les plus chaudes de l'atmosphère à l'intérieur des continents, au-dessus de sols surchauffés. La végétation, qui présente le minimum de rayonnement, absorbe une partie importante de l'énergie pour réaliser des métabolismes et pour permettre l'évaporation; celle-ci charge d'ailleurs l'atmosphère de vapeur d'eau qui nuit à la transparence de l'air et diminue le rayonnement solaire parvenant jusqu'au sol.

Finalement, ce sont les déserts qui semblent devoir détenir les records des températures élevées: IZIZIA, en Tripolitaine, et OUALLEN au Sahara ont enregistré des températures de l'ordre de 54°C .

Cependant, ces valeurs sont probablement influencées par les vents de sable qui transportent des particules solides surchauffées. Le rayonnement thermique de ces poussières n'est pas sans augmenter la température de l'air, mais le contact inévitable de certaines d'entre elles avec le réservoir des thermomètres, si protégés soient-ils, fausse plus ou moins les mesures.

Au demeurant, pour le pôle de la chaleur comme pour celui du froid, le doute subsiste tant que le réseau météorologique ne couvrira pas de façon continue la totalité du globe.

De cette recherche des points les plus chauds et des points les plus froids de l'air au voisinage du sol, on peut tirer deux remarques essentielles. D'abord il existe une certaine ressemblance entre les zones et les situations chaudes ou froides: espaces désertiques, sols à fort rayonnement, situation anticyclonique et généralement à faible gradient. Seules mais importantes différences: la saison et la latitude: nuit polaire, couverture neigeuse, et hautes latitudes pour le froid; désert des latitudes subtropicales pour la chaleur.

Une autre remarque, à laquelle on pouvait d'ailleurs s'attendre a priori, est que les océans dont la chaleur spécifique est plus grande que celle des terres, ne figurent pas dans les zones les plus chaudes ou les plus froides du globe.

Les températures les plus remarquables en mer, à notre connaissance, ont été relevées par l'expédition norvégienne arctique de la fin du siècle dernier, qui a prospecté les océans à bord du navire FRAM.

Il semble que le minimum de température noté au-dessus des océans ait été de -52° , le 12 mars 1894 par $79^{\circ}41'$ N et $134^{\circ}7'$ E.

La moyenne des températures de février (1894 — 1895 — 1896) dans cette région serait de $-47^{\circ},9\text{C}$.

Dans les températures élevées, citons la moyenne de juillet en mer Rouge, établie également à l'aide des observations assurées à bord du FRAM: $33^{\circ},3$. L'écart entre les moyennes des températures les plus chaudes et les plus froides, au-dessus des océans, est ainsi de l'ordre de 81° , alors que l'écart entre les moyennes des températures des mois les plus chauds et celles des mois les plus froids au-dessus des terres dépasse largement 100° .

En France, cette amplitude entre le maximum absolu et le minimum absolu (-30°C), n'est que de 74°C et l'amplitude moyenne, de l'ordre de 45°C seulement. Au Canada l'amplitude maximale est de l'ordre de 60°C .

Il est à noter que ces valeurs sont encore bien supérieures à celles des pays tropicaux où l'amplitude des variations de température est à peine de l'ordre de 25° .

En Guinée, par exemple, la température varie entre 23°C (minimum) et 35°C (maximum). Cette constance de la température est d'ailleurs loin d'être salutaire à l'organisme. A N'DJOLE, au Gabon, une baisse rapide de quelques degrés seulement a causé de nombreux décès dans la population indigène.

Il semble bien que l'acclimatation des êtres vivants ne doive pas compter avec la seule notion de température. En fait, à chaque température correspondent une humidité et une agitation de l'air qui donnent à eux trois un confort physiologique optimum, et ceci pour un type d'homme donné. L'acclimatation réside précisément dans l'acceptation par l'organisme des correspondances les plus fréquentes de ces divers facteurs.

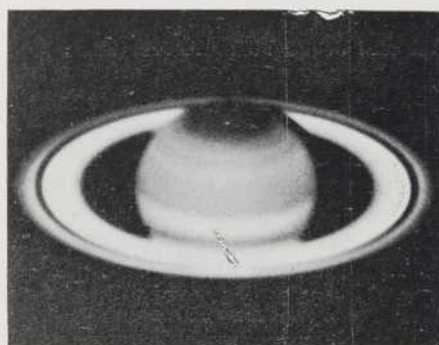
Ce qui rend insupportable, à l'Européen fraîchement débarqué, le climat de l'Afrique Equatoriale, c'est moins la température, souvent inférieure à celle des chaudes journées de la métropole, que l'humidité excessive qui l'accompagne.

Dans une atmosphère à 26°C , par exemple, le corps se sentira à l'aise avec une humidité de 20%, mais au-delà de 70% d'humidité, le travail commence à être pénible. L'évaporation qui tend à établir l'équilibre entre la production et les pertes de chaleur de l'organisme est, en effet, d'autant plus difficile que l'air est plus humide.

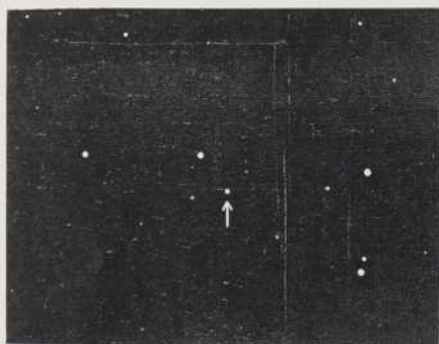
Ainsi s'expliquent, du moins en partie, l'aptitude au travail et le caractère des hommes des régions tempérées pour lesquels l'atmosphère réunit le plus souvent l'harmonie des facteurs essentiels du climat, tout en lui réservant à la fois assez de rayonnement solaire pour le rendre optimiste, et assez de variation thermique pour le contraindre à la lutte indispensable à un bon équilibre physique et moral.



JUPITER

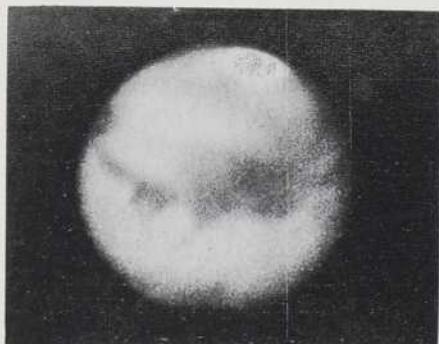


SATURNE



PLUTON

MARS



Les planètes JOVIENNES

par Jean-René Roy

Nous éprouvons beaucoup de peine à imaginer les distances qu'il faudrait franchir pour parcourir l'univers des étoiles et des galaxies. Même le système solaire, îlot infime perdu au sein du grand tourbillon galactique, s'étale sur un espace gigantesque pour l'imagination humaine. Pluton gravite à 14 heures-lumière du Soleil! Alors qu'il faut 7 mois à un satellite pour atteindre Mars, un voyage vers Neptune nécessiterait 35 ans!

La longue évolution cosmique du système solaire depuis plus de

5 milliards d'années a conduit à deux branches planétaires distinctes:

a) Les *planètes terrestres* possèdent des caractéristiques de la planète que nous habitons; les membres en sont Mercure, Vénus, Terre et Mars. Elles sont relativement petites, ayant des diamètres allant de 3 000 à 8 000 milles, et s'entourent d'atmosphères très minces. Leurs globes ont des densités moyennes allant de 4.1 à 5.5 fois celles de l'eau. Elles jouissent d'une rotation diurne assez lente de 24 heures à 244 jours et manifestent un aplatissement des pôles très minime.

b) A l'opposé, les *planètes joviennes*, dont Jupiter est le type par excellence, sont des géantes dont le diamètre va de 29 000 à 86 000 milles; en plus de Jupiter, cette catégorie groupe Saturne, Uranus et Neptune. Ces gigantesques masses qui gravitent aux limites du système solaire s'enrobent d'atmosphères très épaisses. La densité moyenne de ces astres est faible n'étant que 0.68 à 1.6

A gauche, quatre photographies montrant l'apparence des disques de 4 des 9 planètes du système solaire. Mars est la seule de type terrestre. Les disques de Jupiter et de Saturne sont parcourus d'un réseau de bandes atmosphériques parallèles à l'équateur; cette structure est due à la rotation rapide (une dizaine d'heures) de ces globes géants à faible densité. La rotation diurne vertigineuse est aussi responsable de l'aplatissement prononcé de ces mondes. Pluton qu'on ne peut distinguer du fond étoilé, peut être mis en évidence à l'aide de plusieurs photos prises à intervalles de temps pouvant manifester le déplacement de la planète par rapport aux étoiles. (Photos Mount Wilson and Palomar Observatories).

L'auteur, Jean-René Roy, B. Péd., est étudiant en physique, B. Sc. IV, à la Faculté des Sciences de l'Université de Montréal.

fois celle de l'eau. Malgré une obésité flagrante, ces colosses affichent des vitesses de rotation vertigineuses puisqu'elles s'échelonnent entre 10 heures et 16 heures. Cet excès se traduit par un renflement équatorial prononcé allant jusqu'à une différence de 11% entre les diamètres polaire et équatorial; pour la Terre, cette différence n'est que de 0.3%. Pluton demeure une curiosité très mal connue cadrant difficilement avec ces deux catégories planétaires. Au cours de cet article nous nous intéresserons aux planètes joviennes.

JUPITER, un géant qui garde sa réputation mythologique

Jupiter gravitant à une distance moyenne de 483 millions de milles du Soleil est la planète la plus massive et la plus volumineuse du système solaire. Elle boucle son périple autour du Soleil en 11.86 années. Sa masse est égale à 2½ fois celle de toutes les autres planètes de l'empire solaire réunies. Jupiter détient aussi le record de rapidité pour la rotation diurne avec 9 h 50 m; l'aplatissement polaire de 6.2% qu'affiche cette planète n'est donc pas sans cause. En effet, l'axe polaire n'a que 82 800 milles comparativement à 88 700 pour le diamètre équatorial, soit un écart de 5 900 milles; ces mêmes axes pour la Terre, ne diffèrent que de 26.6 milles. Pourtant, les hommes de science s'étonnent qu'en raison de la rapidité de la rotation, le renflement équatorial de Jupiter soit si peu prononcé; ils sont conduits à admettre pour l'intérieur du globe jovien une matière beaucoup plus compacte qu'elle le serait dans les entrailles de notre monde. Sur la terre un

	diamètre	distance moyenne du Soleil
Soleil	59 pieds
Mercure	4.5 pouces	0.85 mille
Vénus	11.5 pouces	1.62 mille
Terre	12.0 pouces	2.25 milles
Lune	3.25 pouces	(30 pieds de la Terre)
Mars	6.4 pouces	5.8 milles
Jupiter	11.25 pieds	11.6 milles
Saturne	9.5 pieds	21.6 milles
Uranus	3.8 pieds	43.0 milles
Neptune	4.0 pieds	67.5 milles
Pluton	6 pouces	87.5 milles

Echelle : diamètre de la Terre = 12 pouces.

Ce tableau imagine le système solaire à une échelle de dimension plus concrète; la Terre est recroquevillée à la grosseur d'un simple globe géographique de 12 pouces de diamètre.

point situé à l'équateur tourne avec une vitesse de 1 050 milles à l'heure; or, sur Jupiter, c'est avec une vitesse de 28 000 milles à l'heure que dégringolent les couches équatoriales. Enfin, signalons qu'avec une densité de 1.34 fois celle de l'eau (Terre : 5.5), la planète est 314 fois plus massive que notre globe; son volume équivaut à 1 295 fois celui de notre planète.

Les hautes couches atmosphériques de Jupiter sont victimes de *rotation différentielle*; c'est-à-dire que l'équateur et les latitudes supérieures ne tournent pas à la même vitesse. Ainsi, la rotation de l'équateur se fait en 9 h 50 m et en 9 h 56 m environ vers les régions polaires. Ces périodes néanmoins, ne correspondent pas à celle de la surface solide. Ce n'est qu'en 1955, lorsque les puissantes émissions radio-électriques de Jupiter furent détectées, que la durée du « jour » fut fixée à 9 h 55.5 m. Il faut aussi noter que cette

période est victime de variations bizarres se manifestant par des glissements constants des sources d'émission à la surface (solide?) de la planète. Ces fluctuations atteignent 1.17 seconde, chiffre considérable en regard de celles de la Terre qui ne dépassent pas quelques millisecondes.

Le disque maximum qu'offre Jupiter représente 1/33 de celui de la Pleine Lune. La planète géante attire l'attention par les nombreuses bandes atmosphériques plus ou moins foncées qui strient le globe parallèlement à l'équateur; elles sont dues à la rotation rapide de Jupiter. Le brun et le rouge prédominent dans les régions sombres tandis que le jaune et le vert colorent les zones plus claires. La forme des bandes atmosphériques varie lentement mais de façon continue; les couleurs sont dues à l'absorption lumineuse causée par les multiples métaux dissous dans les gaz de l'atmosphère jovienne.

TABLEAU II

Nom	Distance moyenne du Soleil (millions de milles)	Vitesse orbitale moyenne (mi/sec)	Diamètre équatorial (milles)	Gravité	Volume	Masse	Densité	Rotation diurne	Période de révolution (années)	Nombre de satellites
					Terre = 1					
JUPITER	483.32	8.1	88,700	2.54	1295	318.3	1.34	9h50m	11.8	12
SATURNE	889.88	6.0	75,100	1.06	745	95.2	0.68	10h14m	29.6	10
URANUS	1,775.6	4.2	29,000	1.09	63	14.6	1.56	10h41m	83.6	4
NEPTUNE	2,797.2	3.4	(32,000)	—	78	17.6	1.58	15h8m	165	2
PLUTON	3,651.0	3.0	(4,000)	—	—	0.18	7.7	6j9h	246.5	(0)

* Les valeurs () sont incertaines.

L'atmosphère, où règne une température extrêmement basse d'environ -220°F (-140°C), se compose de nuages d'ammoniac et de cristaux de ce même élément; les autres constituants majeurs sont l'hydrogène, l'hélium, le méthane et l'eau; la faible densité de Jupiter (1.34 celle de l'eau) suggère une forte teneur en éléments légers comme l'hydrogène et l'hélium.

Si l'atmosphère jovienne représente un champ d'investigation illimité, il n'en est nullement ainsi pour la surface solide de la planète dont on ne connaît pas les dimensions. Toutefois, en 1951, le savant britannique W. A. Ramsey proposait une hypothèse attrayante au sujet du globe solide de Jupiter: les pressions phénoménales exercées sur les couches de plus en plus profondes de la gigantesque planète provoqueraient la conversion de l'hydrogène liquide ou solide en une forme métallique et conductrice d'électricité. Plusieurs modèles échafaudés à partir de cette suggestion expliquent une foule de choses; mais bien d'autres phénomènes demeurent inexplicables.

Jupiter, s'entoure d'un imposant cortège de 12 satellites; les 4 plus brillants, découverts par Galilée en 1610, sont facilement visibles à l'aide d'une bonne paire de jumelles: ce sont *Io* (diam.: 2 310 milles), *Europa* (1 750), *Ganymède* (3 200) et *Callisto* le plus gros (3 220).

L'une des caractéristiques exclusives de Jupiter est sans contredit la Grande Tache Rouge; cet îlot gigantesque flottant paresseusement dans l'atmosphère jovienne, a une forme ovale longue de 30 000 milles et large de 7 000 milles. Les dimensions, la couleur et l'évidence de ce phénomène varient lentement selon les siècles. De plus, la Tache ne tourne pas à une vitesse constante: sa latitude oscille de 2 ou 3 degrés de même que sa longitude. Considérée longtemps comme une masse flottante d'hélium ou d'autre élément cristallisé dans l'atmosphère de Jupiter, le phénomène a été récemment attaqué de façon originale par le géophysicien anglais Raymond Hide.

Partant des données de l'hydrodynamique, le Docteur Hide propose que la Grande Tache Rouge serait le sommet de ce que les physiciens appellent une colonne de Taylor. Une colonne de Taylor naît dans un fluide en rotation et constitue une région stagnante de gran-

de stabilité; ce cylindre est causé soit par une protubérance ou une dépression à la base du fluide. Etant donné les dimensions gigantesques et la rotation rapide de Jupiter, une grande dépression à la surface de cette planète favoriserait la naissance d'une colonne de Taylor comme la Grande Tache Rouge.

L'autre originalité intrigante de Jupiter est son puissant émetteur radio sur une fréquence de 22 mégahertz; cette fréquence est du même ordre de grandeur que la bande FM de votre récepteur. Ces émissions nous parviennent sous forme d'orages radioélectriques par impulsions soudaines. Les crises électromagnétiques de Jupiter peuvent cracher des impulsions d'une puissance de 10 000 millions de watts; les stations commerciales de radiodiffusion ont une puissance 100 000 fois plus petite. Les foudres du maître de l'Olympe claquent encore.

Détectée dès 1950, il fallut néanmoins attendre jusqu'en 1955 pour que cette radio fantôme soit identifiée avec la planète géante. Ces émissions proviendraient du processus de *radiation synchrotron*, — émission générée par des électrons à très hautes vitesses accélérés dans un champ magnétique. Tout comme la Terre, Jupiter aurait de colossales ceintures de radiation Van Allen, qui s'étendraient jusqu'à 250 000 milles de la planète. Les émissions joviennes se font sur des longueurs d'ondes décimétriques. Plusieurs amateurs se sont construits des radiotélescopes pour observer les crises de Jupiter.

SATURNE, l'élégante du système solaire

Poursuivons notre course interplanétaire et venons-en à l'élégante du système solaire, Saturne. Comme on le sait, celle-ci tient son prestige au merveilleux système d'anneaux dont elle s'entoure. La 6^e planète gravite à une distance moyenne de 889 millions de milles du Soleil, et met 29.6 années pour compléter une révolution. Avec une rotation très rapide (équateur: 10 h 14 m; 60°N: 10 h 40 m), Saturne est la planète la plus aplatie du système solaire; le diamètre équatorial mesure 75 100 milles soit 11% de plus que le diamètre polaire. Son volume est 763 fois celui de la Terre. Si Archimède pouvait se vanter d'avoir pu soulever la Terre à l'aide d'un levier et d'un point d'appui appro-

priés, vous pouvez prétendre faire flotter Saturne si on vous fournit un bassin rempli d'eau assez énorme. En effet, avec une masse de 95.2 fois celle de la Terre, Saturne n'a qu'une densité égale à 0.68 fois celle de l'eau, étant ainsi la moins dense du système solaire.

Saturne avec ses -250°F jouit d'un climat jovien typique. Tout comme Jupiter, la planète est parcourue d'un réseau de bandes colorées parallèles; les contrastes, les couleurs et l'intensité y sont toutefois moins prononcés que sur la première. Des taches blanches superficielles révèlent les éruptions et les tempêtes formidables qui doivent se déchaîner aux niveaux inférieurs. Encore là, le méthane, l'ammoniac, l'hydrogène et l'hélium sont les principaux constituants de ce monde où règne un froid inimaginable.

Saturne s'entoure d'un système de 3 principaux anneaux situés sur des orbites équatoriales qui donnent à la planète une envergure impressionnante de 171 000 milles. L'anneau central large de 17 000 milles est le plus brillant et le plus dense; le plus interne large de 11 000 milles et orbitant à 7 000 milles au-dessus de la planète, avec une période moyenne de 4 heures, est si ténu qu'il est possible d'apercevoir des étoiles brillantes au travers.

C'est très récemment qu'on montra que les anneaux avaient à peine une épaisseur de 4 à 8 pouces au lieu de l'estimation traditionnelle de 10 milles. De plus, le spectre des anneaux à la suite de considérations théoriques, indique qu'ils seraient composés de glace ordinaire, ou tout au moins recouverts de glace. Cependant, n'allez pas croire que vous pourrez un jour chausser vos patins, et vous lancer dans une fulgurante course sur les anneaux de Saturne puisqu'ils n'offrent aucune surface solide. Ce sont plutôt des milliards de fragments orbitant autour de Saturne à des distances et vitesses obéissant aux lois les plus strictes de la mécanique. Ces fragments sont les vestiges possibles de l'éclatement d'un satellite qui autrefois orbitait à proximité de Saturne. Soumis aux fortes tensions imposées par l'attraction, il éclata en milliards de morceaux et enroba la planète durubane que nous pouvons admirer présentement. Les anneaux seraient donc faits de boules de neige.

Il est possible de distinguer trois anneaux majeurs marqués par des vides

évidents. Ces vides, dont le plus considérable atteint 3 000 milles, sont produits par un effet de résonance avec un satellite rapproché de Saturne, Mimas. Cet effet est semblable à celui des vides de Kirkwood, expliqués dans un article récent de Paul H. LeBlond (cf. *Le Jeune Scientifique*, mars 69, p. 161). En plus de Mimas, Saturne possède 9 autres satellites gravitant à des distances variant entre 115 000 milles et 8 millions de milles avec des périodes allant de 23 heures à 550 jours. Titan est le plus énorme avec 3 000 milles de diamètre; il possède d'ailleurs une atmosphère typique de celle de Saturne.

URANUS, planète à tête basse

Beaucoup plus petite que ses consœurs de la famille jovienne, Uranus demeure néanmoins l'une des géantes du système solaire avec un volume égal à 64 fois celui de la Terre; son diamètre vaut moins de 4 fois le nôtre. Pour faire un tour complet du Soleil, Uranus prend

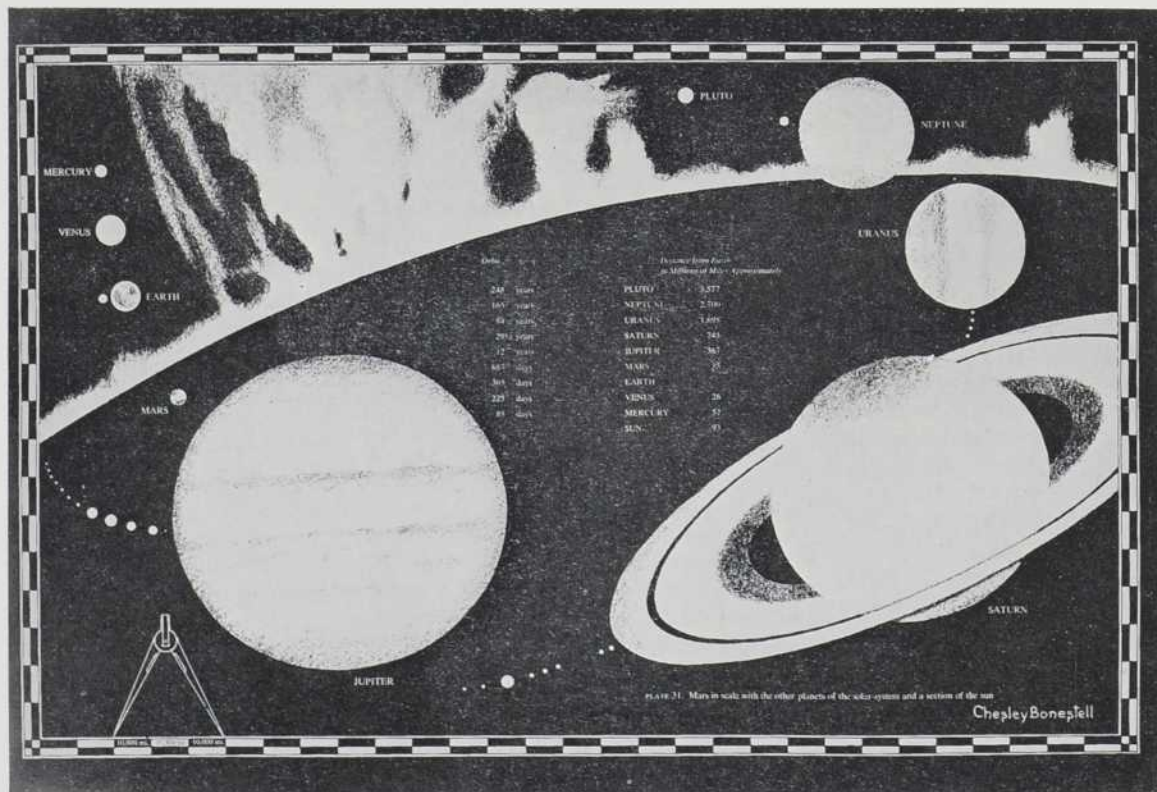
84 ans à une distance moyenne de 1.78 milliard de milles. Le diamètre d'Uranus est de 29 300 milles, l'axe polaire étant environ 7% plus court que l'équateur. Avec 14.5 masses terrestres, elle affiche une densité de 1.56. Enfin, sa période de rotation est de 10 h 41 m.

La température du monde uranien oscille aux environs de -330°F (-200°C). Le méthane et l'hydrogène ont été identifiés dans l'atmosphère; l'ammoniac solide constitue les flocons des tempêtes de « neige » qui y font rage. Avec un disque très petit, Uranus nécessite pour son observation de puissants instruments; encore là, la distance nous permet peu de remarques à l'égard de ce monde lointain où tout semble figé dans un froid très hostile. Uranus présente un aspect coloré vert avec un réseau atténué de bandes parallèles. Même si le froid est extrême, cela ne signifie aucunement qu'il ne règne sur la planète aucune perturbation ou tempête. La vie y est sûrement absente dans ses formes familières; soulignons que des cher-

cheurs de la NASA ont soulevé récemment la possibilité que l'atmosphère de Jupiter recèle des formes inusitées d'organismes vivants. Néanmoins, il demeure difficile d'imaginer une forme d'êtres intelligents, formule « Jacques le matamore », respirant un mélange de méthane et d'hélium tout en s'ébattant sur leurs colossales patinoires d'ammoniac solide.

L'axe de rotation d'Uranus a la propriété remarquable d'être incliné à 98° par rapport au plan de l'orbite (ou 82° , si nous considérons qu'Uranus tourne de façon rétrograde); la planète est comme couchée sur sa trajectoire orbitale. Rappelons que l'axe de la Terre, incliné de 23° est exclusivement responsable des saisons qui nous sont familières depuis des temps immémoriaux. Sur Uranus, les effets saisonniers sont sûrement très prononcés; chaque saison dure d'ailleurs $21\frac{1}{2}$ ans. Les tropiques uraniennes s'étendent jusqu'à 82° de latitude pour recouvrir les régions arctiques et antarctiques qui atteignent une lati-

Avec le Soleil comme fond, ce schéma compare entre elles les planètes du système solaire. Remarquer la différence entre les volumes des planètes terrestres (Mercure, Vénus, Terre et Mars) et ceux des planètes joviennes (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune). On peut apercevoir une protubérance solaire de grandeur moyenne auprès de laquelle les planètes terrestres ne sont que des naines. Les planètes sont accompagnées de leurs satellites connus. (Photo U. States Information Service, USIS).



tude de 8°. Le soleil des « mers du sud » y est pour tout le monde; chaque point peut à un moment ou l'autre de l'année uranienne avoir le Soleil au zénith.

Uranus possède cinq satellites connus ayant un diamètre maximum de 1500 milles.

NEPTUNE se prépare à avaler Triton

Neptune, met 165 années pour boucler un périple autour du Soleil à une distance moyenne de 2.79 milliards de milles. La planète ne retournera à l'endroit où elle fut découverte qu'en l'an 2011! Cette planète jovienne lointaine a un diamètre légèrement supérieur à celui d'Uranus, soit 31 000 environ. Sa masse est 17.3 fois celle de la Terre, et sa densité 1.58 celle de l'eau. La période de rotation est de 15.8 heures et l'équateur est incliné à 29° par rapport au plan orbital.

A la distance où Neptune orbite, elle n'offre à ses investigateurs qu'un diamètre angulaire de 2.4 secondes d'arc; il y a donc très peu de possibilités d'y déceler des symptômes révélateurs de la constitution de ce monde. La température est aux alentours de -340°F (-210°C); une atmosphère à prédominance de méthane semble y régner quoique ce gaz ait de fortes chances d'être liquéfié.

Neptune possède deux satellites connus; l'un d'eux, Triton, avec un diamètre de 3 300 milles est le plus gros satellite du système solaire. Triton a de plus une révolution *rétrograde*; récemment, il tenait la manchette des journaux scientifiques en raison de son destin catastrophique.

En 1966, l'américain Thomas McCord, après deux ans de travail d'analyse des orbites de Triton et Néréide à l'aide de calculatrices électroniques, arriva à une conclusion assez spectaculaire quant à l'avenir de l'intrigant satellite neptunien: Triton, le sort en est jeté, doit bientôt s'écraser sur Neptune. La collision sera digne des grands cataclysmes prophétisés par nos charlatans qui nous annoncent périodiquement la fin du monde.

Triton orbite autour de Neptune à une distance comparable à celle de la Lune autour de la Terre. Mais son mouvement autour de Neptune est *rétrograde*: il tourne à l'envers — dans le sens

des aiguilles d'une montre; d'autre part, la rotation de Neptune s'effectue dans le sens direct, c'est-à-dire dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La très grande majorité des corps du système solaire ont une rotation et une révolution dans le sens direct.

L'orbite de Triton est en état de renfoulement continu; ce sont les forces dues à des effets complexes de la trajectoire rétrograde de Triton qui rétrécissent l'orbite. Ces mêmes forces qui ont amené Triton d'une altitude beaucoup plus élevée vont continuer d'affecter cette lune de façon de plus en plus marquée, jusqu'à précipiter l'astre sur Neptune. Les marées croissantes causées par l'interaction de l'attraction des deux astres dissipent sans cesse plus d'énergie en frottement; l'orbite de Triton va s'affaissant d'autant. Les forces de marées dans le système Neptune-Triton sont une vingtaine de fois plus intenses que celles du système Terre-Lune.

Dépendant de la nature plus ou moins liquide de la surface de Neptune, c'est dans 10 à 100 millions d'années que Triton entreprendra son plongeon final vers la surface de Neptune. Si Neptune est recouvert d'océans peu profonds de méthane liquide, les marées plus efficaces accéléreront le processus; 10 millions d'années, c'est très prochainement à l'égard d'un système solaire âgé de 5 milliards d'années.

Cependant, le plongeon catastrophique ne se terminera pas nécessairement en collision; il se pourrait plutôt que les marées fassent éclater Triton en milliards de fragments, créant alors un système d'anneaux, ravissant alors l'exclusivité de Saturne.

PLUTON, un cas énigmatique

Si Pluton est reconnu comme dieu des Enfers dans l'ancienne mythologie, la température de -370°F (-220°C) qui règne aux confins du système solaire, sur cette planète découverte en 1930, ne doit pas lui convenir à merveille. L'orbite de Pluton est la plus elliptique du système solaire — excentricité de 0.247; au périhélie, Pluton s'approche jusqu'à 2.76 milliards de milles du Soleil (plus près que Neptune), tandis qu'à l'aphélie, elle atteint 4.56 milliards de milles. Son orbite est aussi inclinée de façon inusitée par rapport au plan du système solaire avec une inclinaison de 17.1 degrés.

Les orbites de Pluton et de Neptune ne s'intersectent cependant pas quoiqu'elles aient pu le faire dans le passé. Ceci suggère que Pluton aurait pu autrefois être un satellite de Neptune, comparable à Triton; Pluton s'échappa de l'emprise neptunienne, et ce faisant renversa le mouvement de Triton pour mettre celui-ci sur la voie de la catastrophe à plus ou moins brève échéance.

L'estimation la plus récente (1969) de la masse de Pluton, est de 0.18 celle de la Terre. Comme des expériences d'occultation en 1965, avaient fixé un diamètre maximum de 4 000 milles pour Pluton, la densité de la lointaine planète serait d'environ 7.7 celle de l'eau. Pluton à peine plus gros que Mars, serait deux fois plus dense.

En bref, Pluton est très mal connu, mais il semble que cette planète s'intègre plutôt mal dans le schéma général des planètes joviennes; c'est l'enfant-problème de la grande famille solaire. Nous ne sommes pas près d'explorer les alentours de ce cas pathologique qui s'isole aux confins du monde.

Bibliographie

- BRUHAT, G. et E. SCHATZMAN. *Les planètes*. Paris, P.U.F., 1952.
- CALLATAY, Vincent de. *Atlas du ciel*. Paris, De Visscher, 1963.
- FRANKLIN, K. L. *Radio Waves from Jupiter*. Scientific American, juillet 1964.
- GAUZIT, J. *Images du ciel*. Paris, Dunod, 1960.
- HIDE, R. *Jupiter's Great Red Spot*. Scientific American, fév. 1968, pp. 74-82.
- LEBLOND, Paul H. *Trente mille planètes: les astéroïdes*. Le Jeune Scientifique, mars 1969, pp. 158-162.
- LEQUEUX, J. *Planètes et satellites*. Paris, P.U.F., 1964.
- MICHAUX, C. M. *Handbook of the Physical Properties of the Planet Jupiter*. NASA, SP-3031, 1967, 142 pages.
- MULLER, P. *Dictionnaire de l'Astronomie*. Larousse, Paris, 1966, 256 pages.
- NOURSE, A. E. *Rendez-vous avec les planètes*. Paris, Nouveaux Horizons, 1964.
- SAGAN, C. *Les Planètes*. Life, 1967, 200 pages.
- SMITH, A. G., and T. D. CARR. *Radio Exploration of the Planetary System*. Van Nostrand, 1964, 148 pages.



« On n'est pas vieux tant que l'on cherche et que l'on croit à demain ». Jean ROSTAND.

(Photo UNESCO, Paris).

« Le temps n'existe pas, c'est une question de perspective », nous répondit Jean Cocteau, lors d'une enquête, quand il se reposait en Suisse, sur les montagnes de l'Engadine. « La durée de la vie humaine est trop courte », écrivait le Professeur Homis Bhabha, le grand physicien atomiste de l'Inde.

D'autres savants, et ils sont nombreux, exprimaient des craintes ou des regrets de quitter trop tôt ce monde terrestre, car ils avaient encore tant à faire !...

Et c'est précisément sur la notion du temps que nous avons mené cette consultation, sous la forme suivante : *je n'ai pas le temps, je n'ai pas le temps, ou la notion du TEMPS chez les savants.* 1— Dans votre discipline scientifique, que représente pour vous le mot « demain » ? 2— Le préférez-vous à « aujourd'hui » ? 3— Contrairement au jeune mathématicien de génie Evariste Galois qui, dans la nuit précédant sa mort tragique, écrivait fiévreusement sur des grandes feuilles des notes sur les nombres imaginaires et sur les équations, et qui griffonna plusieurs fois, en marge, ces mots : « Je n'ai pas le temps, je n'ai pas le temps ! », pensez-vous avoir le temps de faire une dernière découverte ou de rédiger votre ultime mémoire ?

Au déclin de leur vie, les personnalités scientifiques interrogées nous ont transmis des textes assez significatifs, dont voici quelques-uns.

La notion du TEMPS chez les savants

par Henri Corbière

Jean ROSTAND
membre de l'Académie Française,
biologiste et moraliste.

1° Un chercheur a toujours quelque expérience en route, dont il attend la réussite, c'est-à-dire la confirmation d'une hypothèse, ou mieux encore la surprise d'un fait inattendu. Sur l'a-

venir aussi, il compte pour lui apporter ce merveilleux cadeau qu'est une idée neuve.

Le mot « demain », pour lui, est donc chargé —inépuisablement— d'espérance.

2° C'est aujourd'hui que demain est le plus beau.

3° Je pense qu'on doit garder, jusqu'au bout, l'espoir de découvrir un nouveau coin de vérité. Mais, à mesure qu'on avance en âge, on hésite à s'en-

L'auteur, Henri Corbière, homme de lettres, est journaliste scientifique et membre de l'Association des Ecrivains scientifiques de France.

gager sur des entreprises de longue haleine. Le grand généticien Richard Goldschmidt disait, quand il atteignait 70 ans : « A mon âge on ne travaille plus sur *Lymandria*, mais sur *Drosophila* »... (Car le papillon *Lymandria* se reproduit avec beaucoup plus de lenteur que la mouche *Drosophila*). Sur quelque matériel que ce soit, l'important est de continuer à chercher, donc à espérer.

On n'est pas vieux tant que l'on cherche et que l'on croit à demain.

Hans FREUDENTHAL

de l'Académie Néerlandaise des Sciences, professeur de mathématiques à l'Université d'Utrecht, Pays-Bas.

Je ne comprends pas vos première et deuxième questions, peut-être parce que ma réponse à la troisième est affirmative.

On a le temps, comme on a faim ou soif. J'ai toujours eu le temps, mais parfois je n'ai pas eu l'esprit.

Imaginez-vous un preux chevalier qui se plaint d'un jour perdu où il n'a tué aucun dragon, n'a délivré aucune vierge. Qu'est-ce que vous avez fait ce jour-là? J'ai traversé une grande forêt où il n'y avait rien que le silence. Quel silence? Celui qui présage la nouvelle aventure.

La Science est une aventure. Quiconque veut la tenter doit avoir le courage de perdre du temps. Je n'ai pas le temps — c'est le subterfuge des lâches qui n'osent risquer aucune minute, et des orgueilleux qui s'imaginent que leurs minutes soient plus précieuses que celles des autres. L'humanité ne perd pas beaucoup, si nous n'avons pas le temps. Les inventions que nous avons manquées seront faites par les autres.

Dr M. MINKOWSKI

professeur de neurologie à l'Université de Zurich, Suisse.

1° Dans ma discipline scientifique, la neurobiologie, le mot « demain » représente les altérations qui jusqu'alors se seront produites dans toutes les structures vivantes biologiques en général et neuro-biologiques en particulier. Il s'agira d'altérations morphologiques, fonctionnelles, structurales, mnésiques (du domaine de la mémoire organique)

et bio-psychiques, réalisant, dans l'ensemble ou en partie, un développement ou déploiement normal ou une déviation pathologique. Pour mon travail scientifique et médical (neuro-psychiatrique) « Demain » représente la possibilité probable de continuer un travail déjà en voie d'accomplissement ou d'en commencer un nouveau, et de recevoir et traiter quelques malades, anciens ou nouveaux.

2° Je ne peux pas dire que je préfère « demain » à « aujourd'hui » d'une manière globale. Pour mon travail, je le préfère si aujourd'hui je suis fatigué, souffrant, accablé ou inhibé, et si j'ai quelque raison de croire, ou simplement l'espoir que demain je pourrai reprendre mon activité dans des conditions plus favorables. Je préfère également demain à aujourd'hui si j'ai une décision à prendre qui n'est pas encore mûre, ou une pensée à développer et à formuler qui ne trouve pas encore de solution ou d'expression adéquate et pour laquelle j'ai peut-être des chances de profiter du travail inconscient de la nuit et de sa stimulation par la lumière et chaleur du nouveau matin, caractéristique de demain (du latin « de » et « mane », matin). Par contre, je préfère aujourd'hui à demain s'il m'a permis l'accomplissement d'une tâche importante, la solution d'un problème essentiel ou la réalisation d'un rêve, ou si je peux travailler sans entrave, donner un cours libre à mon « élan vital » et à mes aspirations personnelles, familiales, sociales, morales et humaines, que j'espère pouvoir continuer demain, sans en avoir pourtant la certitude.

Vis-à-vis de mes malades, ma préférence « d'aujourd'hui » ou de « demain », varie également d'après la nature de la maladie, soit son diagnostic et pronostic, son stade évolutif, le succès thérapeutique obtenu ou faisant défaut ou encore espéré.

Dans toutes ces considérations et réflexions, je fais abstraction d'une catastrophe inattendue et surtout de la mort, qui n'est pas survenue aujourd'hui, mais qui peut survenir demain, ne serait-ce que par un accident, extérieur, comme il s'en produit beaucoup tous les jours, ou intérieur (tel un infarctus du cœur, une hémorragie ou thrombose cérébrale). Tout ce qui touche à la mort devrait être traité à part et dépasserait sans doute de loin, le cadre de cette enquête.

3° A moins d'être déjà brisé par la souffrance ou atteint d'une maladie incurable à évolution rapide et fatale, je pense qu'un savant de mon âge (bientôt 80 ans) a encore assez de temps pour faire « une dernière découverte » ou rédiger un « ultime mémoire ». Je sais et retiens volontiers que pour un homme de 80 ans l'attente moyenne de survie, d'après les calculs basés sur l'ordre des décès en Suisse, au cours des dernières années, comporte environ 7 ans. C'est certainement assez pour une nouvelle découverte, qui n'a même pas besoin d'être la dernière, et pour encore un mémoire sinon davantage. Mon inconscient d'optimiste, incorrigible au fond, me souffle même doucement qu'avec un état général satisfaisant et une résistance qui s'est confirmée à maintes épreuves, j'ai peut-être plus de chances de dépasser l'attente moyenne de survie à mon âge, que de rester au-dessous de celle-ci, mais la conscience avec son scepticisme critique, ne manque pas d'ajouter qu'à cet âge, vivre ne veut pas nécessairement dire, pouvoir travailler, et qu'en tout cas j'aborde là un terrain très subjectif et hypothétique.

Paul WINTREBERT

de l'Académie des Sciences de Paris, professeur d'anatomie, et d'histologie comparées à la Faculté des Sciences de Paris.

1° En biologie, et surtout dans l'étude du développement, demain n'est souvent qu'un leurre, l'espoir de trouver ce qu'on n'a pas vu aujourd'hui. C'est le présent qui compte et, dans le déroulement d'une vie, d'une ontogenèse, où le passé ne revient pas, le présent compte encore davantage pour le vivant que pour celui qui l'observe. Le moment d'une détermination est en effet précis, limité; la nature de chacun des processus est exactement définie; leur déroulement s'effectue dans un ordre constant qui n'est pas renouvelé. Le chercheur travaille donc une actualité qui s'efface rapidement; mais il a la ressource de l'étudier en temps voulu sur un grand nombre d'individus; en ce sens pour lui; c'est un recommencement.

Cependant, demain est plus qu'une reprise. Après la récolte d'aujourd'hui, il est le jour de la réflexion, il établit le bilan de faits recueillis et en fait la synthèse; il en cherche la signification.

Le difficile, en effet, n'est pas tant de découvrir un fait isolé, que de le placer à son rang dans l'enchaînement physiologique des déterminations dont chacune est à la fois, le fruit de la précédente et la cause de la suivante.

2° En somme, quand on étudie l'évolution, le développement, demain est la répétition d'aujourd'hui, et la question d'une préférence ne se pose, en faveur, que parce qu'il bénéficie de ce qu'on a découvert la veille.

L'important est que l'on travaille dans le réel, qu'on écarte toute idée préconçue, qu'on soit sans parti pris, que les événements s'imprègnent en l'esprit, tels qu'ils sont, dans leur complète Vérité.

Aujourd'hui est positif. C'est quand on envisage demain, à partir de lui, en

évoquant par la pensée l'avenir qu'il peut représenter, qu'on se trouve amené à faire des hypothèses capables d'orienter le sens de l'exploration prochaine. Dès lors, suivant la tendance d'esprit dont on est coutumier, on demeure dans la perspective du réel, ou bien l'on vogue dans l'imaginaire; on tombe même dans le spirituel, on s'évade loin du naturel. Demain peut donc être le rêve, l'illusion, le bouquet d'artifice qui cache le dénuement du présent; mais c'est aussi pour le réaliste, à force de raison, la perspective d'une Vérité jusque-là insoupçonnée, l'illusion de l'inconnu par l'apparition dans l'esprit d'une cause nouvelle que l'expérience ultérieure jugera. Demain, vu d'aujourd'hui, c'est l'anticipation qui prépare et oriente l'exploration prochaine.

3° Le temps qui vous est imparti pour la réalisation d'une oeuvre ultime est inconnu. Le mieux est de suivre son petit bonhomme de chemin, sans s'inquiéter de l'heure fatidique. Personnellement, malgré mon âge avancé, j'ai entrepris de restituer au vivant, sur les traces de Lamarck, la place éminente que lui assigne, dans l'évolution et le développement, sa faculté créatrice d'adaptation.

Je voudrais montrer que le « Lamarckisme chimique » dans l'évolution, « l'Épigénèse physiologique et génétique » dans l'ontogenèse, les seules voies fécondes du travail, à la recherche d'une explication causale des mécanismes vitaux.

Aurai-je le temps d'y parvenir?

COMMUNIQUÉS et NOUVELLES

Le Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec

par Henri Ouellet

En 1959, la société ornithologique *Province of Quebec Society for the Protection of Birds, Inc.* lançait dans la région de Montréal un programme destiné à recueillir des données sur la nidification des oiseaux en distribuant à ses membres intéressés des fiches qui devaient être complétées; ce programme, qui fut désigné sous le vocable « *P.Q.S.P.B. Nest Record Card Program* », s'adressait surtout aux observateurs de la région de Montréal. Il connut un bon succès, compte tenu de son envergure, plus de 700 fiches ayant été complétées jusqu'à présent.

Vu l'aspect régional d'un tel programme, le Musée Redpath de l'Université McGill, dans le cadre des recherches ornithologiques en cours, s'est proposé d'établir un programme similaire, mais à l'é-

chelle de la province, y compris le Labrador. Après entente avec le bureau de direction de la *P.Q.S.P.B.*, il a été convenu que la « *P.Q.S.P.B. Nest Record Card Program* » serait intégré au FICHIER DE NIDIFICATION DES OISEAUX DU QUÉBEC (F.N.O.Q.), qui a comme centre d'opération le Musée Redpath de l'Université McGill.

Le but d'intégrer en un seul programme d'envergure toutes les données disponibles concernant la nidification des oiseaux au Québec n'est pas de monopoliser ce champ d'activité, mais plutôt, *et surtout*, de rendre ces données plus faciles d'accès aux chercheurs, tant professionnels qu'amateurs, en réunissant les fiches en un seul lieu où leur préservation est assurée.

Le succès d'une telle entreprise dépend surtout de la participation de tous les observateurs de la province. Des fiches seront fournies gratuitement à tout observateur qui en fera la demande; celui-ci s'engage alors à retourner au Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec toutes les fiches qu'il aura complétées. Pour sa part, le Musée Redpath, de par la responsabilité qui lui incombe d'assurer la continuité du programme, s'engage

à conserver et à classer toutes les fiches de nidification qui lui seront soumises, et enfin, à en garantir la disponibilité.

Ce programme s'adresse à tous les observateurs du Québec (y compris ceux de l'extérieur qui font des observations au Québec) désireux de contribuer, par l'apport d'observations personnelles, à une meilleure connaissance de nos oiseaux et de notre milieu.

Le Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec (F.N.O.Q.) est déjà assuré de la participation de plusieurs observateurs qui contribueraient régulièrement au *P.Q.S.P.B. Nest Record Card Program*, ainsi que de celle de plusieurs autres qui sont intéressés au succès du projet.

Des pourparlers sont en cours concernant une collaboration possible avec le *Laboratory of Ornithology* de l'Université Cornell, Ithaca, New York (U.S.A.), qui est responsable de la continuité et de la bonne marche du « *North American Nest Record Card Program* ».

Quelques questions peuvent se poser concernant le Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec; les paragraphes qui suivent situent le projet et en décrivent les grandes lignes :

Un fichier de nidification

C'est un moyen d'assembler un nombre de fiches, sur lesquelles sont consignées des données sur la nidification des oiseaux, en particulier des détails importants sur les nids, les oeufs, les jeunes ou le succès de la ponte. Ces fiches constituent un dossier d'une valeur inestimable pour l'étude des populations d'oiseaux d'une région, puisqu'elles sont réunies en un seul lieu et disponibles à tout chercheur sérieux.

Le Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec

S'inspirant des principes énoncés dans la première réponse, le Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec (F.N.O.Q.) a été constitué à partir des fiches de la « *P.Q.S.P.B. Nest Record Card Program* » et des données de nidification sur les oiseaux du Québec conservées au Musée Redpath. L'ensemble constitue maintenant plus de 2 000 fiches, qui seront classifiées et disponibles au cours des prochains mois.

ses objectifs

Le but principal du F.N.O.Q. est de constituer un dossier, le plus complet possible, pour toutes les espèces d'oiseaux qui nichent au Québec. Les données recueillies pourront être utilisées par des chercheurs de maintes façons : analyse du nombre d'oeufs de chaque ponte, des dates de pontes, du succès des pontes; études sur l'écologie des espèces nicheuses; données sur la répartition des espèces nicheuses, etc. Des données importantes sont continuellement recueillies par de nombreux observateurs, mais ne sont jamais utilisées faute d'être connues. Ainsi, le F.N.O.Q. pourra contribuer dans une large mesure à une meilleure connaissance de nos oiseaux et de notre milieu.

Participation au F.N.O.Q.

Tout observateur sérieux peut obtenir des fiches officielles et les compléter. Puisque le succès du F.N.O.Q. dépend surtout de la participation d'observateurs vo-

lontaires, il faudrait que le plus grand nombre possible d'observateurs soit informé de l'existence d'un tel programme au Québec. L'utilité du F.N.O.Q. dépend surtout de la quantité et de la qualité des fiches que les observateurs retourneront pour classification et utilisation ultérieures.

Mode d'opération du F.N.O.Q.

Des fiches préparées à cette fin seront fournies à toute personne qui en fera la demande. Une fois qu'elles auront été retournées au F.N.O.Q. elles seront classifiées et ensuite mises à la disposition des chercheurs intéressés. Un rapport annuel sera envoyé à chaque participant au projet.

Les fiches contiennent les informations nécessaires sur le mode de consignation des données. Il est cependant important de noter ici que toutes données sur la nidification des oiseaux, même des espèces les plus communes, peuvent être très utiles; il s'agit d'être exact et certain de ce qui est consigné sur les fiches.

Fiches et renseignements additionnels peuvent être obtenus en communiquant à l'adresse suivante :

FICHER DE NIDIFICATION
DES OISEAUX DU QUÉBEC,
Musée Redpath,
Université McGill,
Montréal 110, Qué.

Les noms français des oiseaux

Nous rappelons à nos lecteurs l'existence de deux listes des noms français des oiseaux, l'une pour le Canada et l'Amérique du Nord et la seconde pour le Canada seulement.

Les noms français des oiseaux d'Amérique du Nord, avec les équivalents latins et anglais, par Henri Ouellet, Bulletin no 1 du Musée Redpath de l'Université McGill, Montréal 1968, 20 pages. En vente, à 50 cents l'exemplaire, à : La Secrétaire, Musée Redpath, Université McGill, Montréal, P.Q.

Noms des oiseaux du Canada, noms français, anglais et scientifiques. Service canadien de la Faune, Ottawa, 1964 (2e éd.), 24 pages. En vente, à 35 cents l'exemplaire : Imprimeur de la Reine, Ottawa, ou chez un libraire.

Deux publications de la NASA

Ceux qui désirent conserver un souvenir de l'extraordinaire aventure d'Apollo 8, en décembre 1968, seront certes heureux d'apprendre que la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) de Washington vient de publier une belle brochure à ce sujet. Sous une élégante couverture en couleur, le fascicule présente 24 pages d'illustrations brièvement commentées, soit une série de 74 photos dont 16 en couleur. Un reportage photographique complet qui montre les diverses étapes de l'envolée historique, depuis l'entraînement des cosmonautes, jusqu'au voyage autour de la Lune et au retour dans le Pacifique.

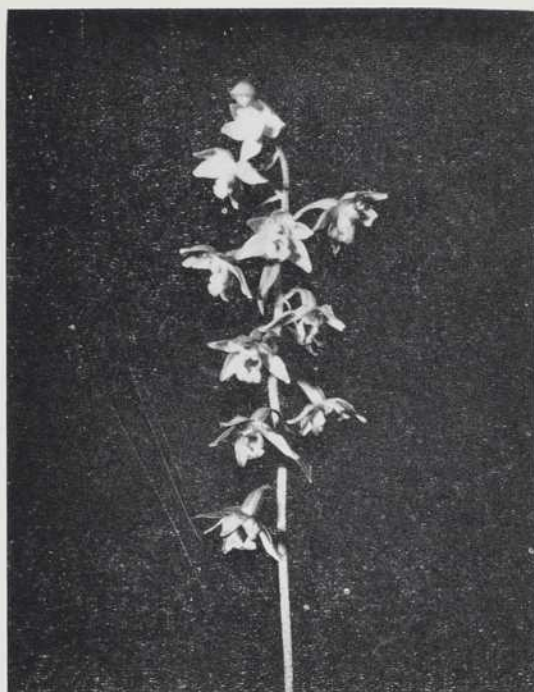
La brochure intitulée « *APOLLO 8, Man around the Moon* », est en vente, à 50 cents l'exemplaire, à cette adresse : Superintendent of Documents, U. S. Government Printing Office, Washington, D.C., 20402.

En mars dernier, la NASA publiait également un autre ouvrage digne d'intéresser nos lecteurs : « *The Book of Mars* », par le Dr Samuel Glasstone, un résumé des théories et des descriptions de la planète rouge depuis l'avènement de l'astronautique. Cet ouvrage de 314 pages reproduit les photographies prises par le Mariner IV lors de sa célèbre mission de 1964-65.

« *The Book of Mars* », par le Dr Samuel Glasstone, (NASA SP-179), est en vente à l'U. S. Government Printing Office (adresse ci-haut), au prix de \$5.25 l'exemplaire.

Fig. 1

Inflorescence de l'*Epipactis Helleborine* (L.) Crantz, Orchidacée qu'on trouve associée aux érablières du sud du Québec et qui, pour cette raison, pourrait être confondue avec une plante indigène. Introduite depuis longtemps en Amérique, elle s'est mêlée à la flore indigène de la forêt décidue. (Photo Horvath).



Les plantes introduites du Québec

3 - Historique

par Camille Rousseau et Lionel Cinq-Mars

Faire l'histoire des plantes introduites d'une région, c'est d'abord retrouver leur contrée d'origine, établir ensuite la date de leur arrivée et enfin découvrir l'endroit précis de leur introduction. Voilà donc indiqués les trois chapitres du sujet que nous nous proposons de traiter. Il n'est pas facile d'esquisser une image réelle de l'histoire des plantes introduites; en effet, nous avons dû étudier attentivement la littérature ancienne et les ouvrages des premiers botanistes; de plus, nous avons retrouvé et vérifié bon nombre de spécimens d'herbier dispersés dans différentes collections. Nous retraçons à vrai dire beaucoup plus l'histoire des botanistes que celle des plantes elles-mêmes. Les spécimens d'herbier demeurent la source d'information la plus certaine et la plus fiable; quant aux mentions de la littérature, particulièrement cel-

les qui précèdent l'établissement du système de nomenclature binaire de Linné en 1753, elles demeurent toujours sujettes à caution, car en plus de ne pas permettre de vérification, elles obligent à des interprétations qui peuvent être erronées. Nous nous en sommes servi pour quelques espèces communes à taxonomie nullement litigieuse; nous avons cependant préféré, dans la mesure du possible, nous en tenir à un spécimen d'herbier comme référence indubitable.

Nous ne présentons pas ici la revue des travaux de Botanique publiés depuis l'arrivée des blancs en Amérique du Nord et qui nous ont aidés à établir l'histoire des plantes introduites au Québec. Marie-Victorin (1935), au début de sa Flore laurentienne, en fait une excellente esquisse qui nous a servi de guide. L'auteur junior

a d'ailleurs traité du sujet en détail (Rousseau, C., 1968) et a donné une liste de références de plus de cent trente titres. De plus, nous avons trouvé une information de grande valeur dans trois travaux de Jacques Rousseau, l'un sur Pierre Boucher (Rousseau, J. 1964), le deuxième publié en collaboration avec B. Boivin sur la «Flore canadienne» de Provancher (Rousseau, J. et B. Boivin, 1968), le troisième, sous presse, écrit en collaboration avec G. Béthune et qui sera publié en 1969; ce dernier ouvrage raconte le voyage de Kalm au Canada en 1749. (Rousseau, J. et G. Béthune, 1969).

Les deux auteurs sont à la Faculté d'Agriculture de l'Université Laval, à Québec; Camille Rousseau, biologiste-agronome, est étudiant-gradué, et Lionel Cinq-Mars, agronome, est professeur de botanique et conservateur de l'Herbier Louis-Marie.

Dans notre premier article (Rousseau, C. et L. Cinq-Mars, 1969), nous avons publié la liste des herbiers consultés; nous ajoutons ici une énumération des principaux travaux où nous avons trouvé des renseignements utiles: Boucher (1664), Gronovius (1739), Charlevoix (1744), Linné (1753), Kalm (1753 à 1761), Michaux (1803), Pursh (1814), Eaton (1817 à 1841), Nuttall (1818 et 1842 à 1854), Barton (1820 à 1823), Haliburton (1829), Hooker (1829 à 1840), Torrey et Gray (1838 à 1843), Wood (1845 à 1873), Gray (1848), Bell (1857 à 1860), Billings (1858 à 1867), Barnston (1859), Provancher (1862), Brunet (1865), Hubbert (1867), Fletcher (1880 et 1884), Macoun (1883 à 1901), Campbell (1895), St-John (1922), Dalbis (1921), Louis-Marie (1931), Groh (1933 à 1949), Fernald (1950), Raymond (1950), Gleason (1952) et Boivin (1966). Notre lecteur pourra trouver la référence précise de ces divers ouvrages dans l'une ou l'autre des références citées à la fin du présent article.

Nous n'avons pas voulu faire l'histoire des 595 plantes introduites que nous rapportons pour le Québec. Nombre d'entre elles sont de rares échappées de culture ou des adventives récoltées seulement une ou deux fois et souvent disparues depuis. Nous nous en sommes tenus aux 220 plus importantes, indiquées par un numéro dans notre liste des espèces et détaillées par l'auteur junior dans un travail antérieur (Rousseau, C., 1968). Nous en présenterons une synthèse qui, nous l'espérons, brossera un tableau assez fidèle de l'histoire des plantes introduites québécoises.

Contrées d'origine

Des 220 plantes introduites au Québec et étudiées en détail, 195 (88.6%) viennent d'Europe ou d'Eurasie. Parmi les plus connues, citons le Chiendent, les Renouées, plusieurs Chénopodes, les Renoncules, Moutardes, Trèfles et Vesces, plusieurs Euphorbes, les Nerpruns, Mauves, Panais, toutes les Boraginacées, les Menthes, Linaires, Véroniques, plu-

sieurs Plantains et Armoises, les Chardons, Sénéçons, Epervières, Laiterons, Pissenlits et Salsifis. Treize (5.9%) espèces proviennent de l'ouest de l'Amérique; parmi celles-ci, mentionnons deux Amaranthes (*A. albus* et *A. graecizans*), *Solanum triflorum*, deux Armoises (*A. biennis* et *A. ludovicinana*, var. *gnaphalodes*), *Aster laurentianus*, *Iva xanthifolia* et *Matricaria matricarioides*. Par ailleurs, trois plantes seulement (1.4%) nous sont arrivées de l'est des Etats-Unis; le Plantain de Rugel et la Rudbeckie (*R. hirta*) sont de ce nombre. Sept autres (3.2%) provenaient de l'Amérique tropicale: un Chénopode (*C. ambrosioides*), deux Amaranthes (*A. lividus* et *A. retroflexus*), *Mollugo verticillata*, *Datura Stramonium*, *Solanum sarachoides* et *Galinsoga ciliata*. Deux plantes (0.9%) enfin sont originaires d'Asie: *Abutilon Theophrasti* et une Armoise (*A. Stelleriana*).

Il est intéressant de noter que si l'on considère l'ensemble des plantes introduites du Québec (595), les pourcentages s'établissent ainsi: 80% proviennent de l'Eurasie, 6.2% de l'est des Etats-Unis, 5.5% de l'ouest de l'Amérique, 4.7% de l'Asie, 2.7% de l'Amérique tropicale; le reste est d'origine inconnue. Il demeure qu'au moins les quatre-cinquièmes des plantes introduites dans la province viennent de l'Eurasie tandis que la plus grande partie des autres sont originaires de l'est des Etats-Unis et de l'Amérique occidentale ou tropicale.

Dates d'introduction

Le Pourpier est la plus ancienne des plantes introduites mentionnées dans la littérature, d'abord par Champlain (1632), puis par Boucher (1664); les deux Mélilots suivent avec une mention de ce dernier auteur en 1664. Il est sûr que plusieurs autres espèces étaient déjà introduites dès cette époque, mais les preuves nous manquent pour en donner des précisions. En 1749, Pehr Kalm parcourut le Canada depuis le lac Champlain jusqu'à Baie St-Paul, en passant par

Montréal, Trois-Rivières et Québec; le récit de voyage de ce naturaliste suédois, analysé par J. Rousseau et G. Béthune (1969), nous renseigne sur plusieurs plantes introduites déjà présentes dans Québec à cette date. Il faut naturellement faire la part de l'interprétation nécessaire des longues descriptions latines de Kalm qui écrivit son ouvrage avant la nomenclature binaire proposée par Linné en 1753.

Mais ses mentions sont plausibles, si l'on considère qu'il s'agit surtout de plantes abondamment répandues maintenant dans notre province, comme les Pied-de-coq, Persicaire, Petite Oseille, Rumex crépu, *Mollugo*, Silène enflée, Spargoute, Renoncule rampante, Moutardes noire et des champs, *Descurainia Sophia*, *Lepidium campestre*, Sisymbre officinale, Tabouret des champs, Luzerne lupuline, Vesce jargeau, Oxalide, Géranium des prés, Euphorbe réveille-matin, Millepertuis commun, Anis, Carotte sauvage, Panais, Cynoglosse, Grémil officinal, Galéopside, Agripaume, Chataire, Morelle Douce-amère, Molène vulgaire, Véronique *becabunga* et à feuilles de Serpolet, Plantain majeur, Camomille, Bardane, Armoise vulgaire, Marguerite, Chardon des champs, Rudbeckie, Chicorée, Lapsane, Laiterons des champs et potager et Pissenlit. Comme on le voit, ces espèces au nombre d'une quarantaine, sont presque toutes des mauvaises herbes très répandues et bien connues.

Quelques autres entités, sans mention sûre, ont dû être introduites aux premiers temps de la colonie; citons le Chiendent, la Mauve négligée, l'Egopode, la Consoude officinale, la Jusquiame et le Sénéçon vulgaire.

Pour les autres plantes qui vont suivre, nous nous en sommes tenus à des spécimens d'herbier comme preuve de leur introduction, obtenant par le fait même une année bien précise de première mention. Les nombreuses récoltes du XIXe siècle nous ont permis de découvrir près de cent espèces nouvelles.

Un premier groupe de trente-huit plantes fut trouvé entre 1820 et 1832, dont une trentaine en 1821, suite aux herborisations de Holmes dans la région de Montréal et rapportées par Barnston (1859). Plusieurs sont des mauvaises herbes bien connues comme: les Liseron des champs et Linaire (1820), Sétaire verte, deux Renouées, deux Amaranthes, Rumex à feuilles obtuses, Céraiste vulgaire, Stellaire moyenne, Chélidoine, Barbarée, Capselle, Cynoglosse, Bardanette, Lycopside, Plantain de Rugel, Charbon vulgaire et Laiteron épineux (1821), Chénopode blanc (1822), Renoncule âcre (1825), Trèfle des champs (1831) et Ciguë (1832).

Un deuxième groupe de trente plantes s'étale de 1850 à 1875, avec comme centre, la publication de la Flore canadienne de Provancher (1862). Alors apparaissent les Silène noctiflore, Rairfort, Inule, Tanaïs et deux Centaurées (1850), les Sétaire jaune, Grande-Oseille, Saponaire, Epinevinette, Julienne, Potentille argentée, Plantain lancéolé et Tus-silage (1862), Armoise bisannuelle (1864), Salicaire (1865), Eper-vière piloselle (1867), Lierre terrestre (1874) et Moutarde joncée (1875).

Près de trente autres entités font leur entrée dans Québec durant le dernier quart du XIXe siècle. Mentionnons les Vélar (1877), Anthriscue (1879), Matricaire maritime (1880), Liondent (1882), Radis sauvage et Trèfle agraire (1883), Véroniques des champs et officinale (1891), *Epipactis* et Epervière orangée (1892), *Galinsoga* (1893), *Alliaria* et *Dipsacus* (1895), Epervière des prés (1896), Butome et *Iva* (1897), Digitale sanguine et Bardane majeure (1899).

Vient enfin le XXe siècle où jusqu'à maintenant, un peu plus de soixante-quinze plantes introduites furent décelées. Près de la moitié de celles-ci ont été trouvées durant le premier quart du siècle; appartiennent à ce groupe les Laitue Scariole (1900), Lépidie champêtre, Neslie, Sisymbre élevée, *Chaenorrhinum*, *Carduus*

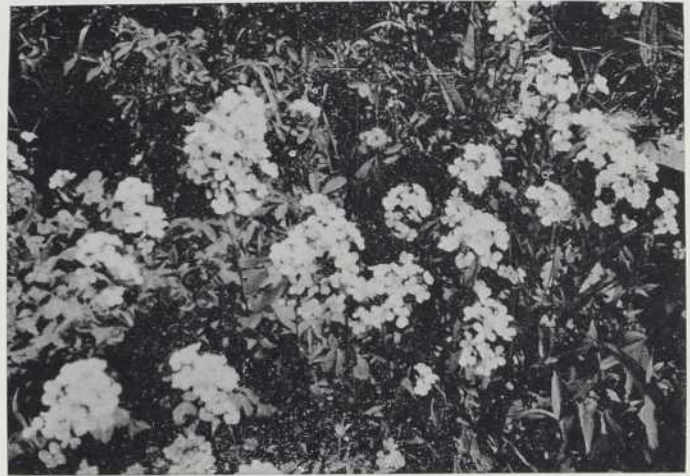


Fig. 2

Introduite comme plante ornementale, la Julienne des dames, *Hesperis matronalis* L., devient facilement rustique et s'échappe de culture pour envahir les abords des habitations et autres lieux non cultivés. (Photo L. Dubé, La Pocatière).

nutans (1903), Chénopode glauque, Soude roulante, Centaurée scabieuse et Sèneçon Jacobée (1904), Digitale astringente et Salsifis (1905), Gnaphale des bois (1907), Chou-rave (1908), *Axyris* (1909), Lychnis blanc et Matricaire odorante (1912), *Lychnis Flos-cuculi* et *Odontites* (1914), Epervière des florentins (1917), Potentille dressée (1918), *Eragrostis megastachya*, Rorippe sylvestre et Sèneçon visqueux (1922), *Grindelia* et *Silybum* (1925).

Plus de quarante autres entités sont d'introduction récente; citons: *Erucastrum* et *Madia* (1927), *Berteroa* et *Plantago Psyllium* (1929), Rorippe amphibie (1930), *Cycloloma* et *Plantago media* (1931), Centaurée maculée (1932), *Eragrostis poaeoides*, *Chenopodium polyspermum*, *Lepidum latifolium* et *Crepis* (1934), *Kochia* (1936), Euphorbe Esule et Epilobe hirsute (1940) *Heracleum Sphondylium* (1943), Onagre Piloselle et *Borago* (1951), deux *Geranium* et *Carduus acanthoides* (1952), *Paronychia* et *Scleranthus perennis* (1962) et *Lycopus europaeus* (1964).

Lieux d'arrivée

Il est aussi intéressant de savoir dans quelles localités du Québec ces mêmes plantes furent observées pour la première fois. Les villes de Montréal et Québec sont de loin celles où les botanistes en ont décelé le plus grand nombre, parce qu'habitées les premières et beaucoup mieux explorées. Plus de soixante-dix espèces introduites furent d'abord trouvées à Montréal; parmi celles-ci, mentionnons les Sétaire verte, Renoncule âcre, Chélidoine, Barbarée, Capselle, Tabouret, Panais, Lierre terrestre, Molène, Bardane, Marguerite, Chicorée et Pissenlit. D'autres ont été récoltées dans les alentours de Montréal, comme *Dipsacus* à Lachine, le Butome et *Eragrostis poaeoides* à Laprairie, *Cycloloma*, *Conringia*, *Erodium*, *Lysimachia punctata* et *Madia glomerata* à Longueuil, *Bunias* à Pointe-aux-Trembles, *Luzula luzuloides* à Senneville et *Paronychia* à Val Royal.

Le comté de Beauharnois, au sud de Montréal, contribua de deux espèces nouvelles: *Lysimachia Nummularia* à Beauharnois et *Lycopus europaeus* à Valleyfield. Vers l'ouest, plusieurs vil-

les et villages ont aussi apporté des additions à la flore introduite du Québec:

St-Jérôme (Terrebonne):
Neslia paniculata
 Oka (Deux-Montagnes):
Lychnis alba
 St-André (Argenteuil):
Sedum Telephium, Hibiscus Trionum, Campanula rapunculoides
 East Templeton (Hull):
Sisymbrium altissimum, Chaenorhinum minus, Eragrostis megastachya, Veronica arvensis, Artemisia biennis, Lactuca Scariola, Tragopogon dubius
 Kingsmere (Gatineau):
Rorippa sylvestris, Hieracium florentinum
 Wakefield (Gatineau):
Veronica officinalis, Artemisia ludoviciana, Carduus nutans

Au sud-est de Montréal, des entités introduites furent trouvées dans presque toutes les villes d'importance et les différentes localités que voici: St-Jean et environs (*Chenopodium polyspermum, Descurainia Sophia* et *Geranium molle*) Lacolle (*Oenothera Pilosella*), Iberville (*Centaurea maculosa*), Farnham (*Borago*), St-Armand (*Carduus acanthoides*), Granby (*Hieracium aurantiacum*), Waterloo (*Hieracium murorum*), Knowlton (*Lychnis Flos-cuculi*), Sutton (*Abutilon*), Brome Corner (*Arctium Lappa*), Magog (*Mentha piperita*), Sherbrooke (*Axyris, Salsola Kali* et *Brassica juncea*), Compton (*Inula Helenium*). Du comté de Rouville, mentionnons Rougemont (*Potentilla recta*) et St-Paul d'Abbotsford (*Echium, la Vipérine*). Le *Tragopogon porrifolius* fut d'abord récolté à Beloeil (Verchères).

En direction de Québec, quelques villes se réclament de premières introductions; il s'agit de Berthierville (*Chenopodium glaucum*), Trois-Rivières (*Scleranthus annuus*), Shawinigan (*Silene dichotoma*), Grand'Mère (*Hieracium floribundum*), Nicolet (*Plantago lanceolata*) et St-Ferdinand (Mégantic) (*Brassica campestris*).

Plus de trente plantes introduites furent rapportées pour la première fois de la ville de Québec (Pied de coq, Pourpier, Saponaire, Silène, Spargoute, Épinevinette, les Mélilots, Luzerne lu-

puline, Vesce jargeau, les Trèfles agraire et des champs, deux *Geranium*, Millepertuis, Ciguë, Liseron des champs, Consoude, deux *Véroniques*, Lapsane et Epervière Piloselle), quelques autres des environs de Québec et de la côte de Beupré: Lévis (Séneçon visqueux, etc.), Beauport (Digitaire), Ile d'Orléans (Stellaire graminioïde et Linaire), Montmorency (Salsifis), Château-Richer (Julienne), Ange-Gardien (Laiteron des champs) Ste-Anne-de-Beupré (Grande Oseille) et Baie St-Paul (Petite Oseille et *Scleranthus perennis*).

Le Bas Saint-Laurent et la Gaspésie ont révélé pour la première fois les espèces suivantes de ces diverses localités:

St-Vallier (Bellechasse):
Callitriche stagnalis
 Grosse-Ile (Montmagny):
Lythrum Salicaria, Galeopsis Ladanum
 Cap St-Ignace (Montmagny):
Euphorbia Cyparissias
 La Pocatière (Kamouraska):
Geranium pusillum
 Rivière-du-Loup:
Potentilla argentea, Lathyrus palustris
 Cacouna (Riv.-du-Loup):
Aster laurentianus
 Rimouski:
Solanum sarachoides
 Pointe-au-Père (Rimouski):
Artemisia Stelleriana
 St-Octave (Matane):
Berteroa, Alchemilla sp.
 Matapédia:
Hieracium pratense
 Carleton (Bonaventure):
Centaurea Scabiosa
 Gaspé:
Gnaphalium sylvaticum, Leontodon autumnale
 York (Gaspé):
Diploxys spp., senecio Jacobea
 Rivière Madeleine (Gaspé):
Radix sauvage
 Iles de la Madeleine:
Matricaria spp., Odontites
 Anticosti:
Avena pubescens

Pour terminer cet aperçu géographique de l'introduction de plantes au Québec, il reste à citer les localités suivantes: La Tabatière (Duplessis) où fut trouvé l'*Arenaria serpyllifolia*, Kénogami-Arvida où l'on récolta d'abord l'*Erucastrum gallicum*, Crucifère qui se répand rapidement dans le Québec, et l'Abitibi d'où furent rapportées pour la première fois le *Corispermum hyssopifolium* et le *Solanum triflorum*.

Nous venons d'esquisser à grands traits l'histoire de la flore introduite du Québec. Qu'il nous soit permis en terminant de rendre hommage à tous ces botanistes, à tous ces explorateurs, à tous ces hommes de science qui ont contribué à écrire cette histoire par leurs voyages, leurs observations et leurs publications. Ils ont ainsi souscrit à l'avancement de la Botanique en Améri- que du Nord.

Références

- BARNSTON, J. 1859. *Catalogue of Canadian plants in the Holmes Herbarium, in the cabinet of the University of McGill College*. Can. Nat., 4: 100-116.
- BOUCHER, P. 1664. Voir J. Rousseau, 1964.
- CHAMPLAIN, S. de. 1632. *Relation de voyage*. Cité par Dalbis, L. J. 1921.
- CINQ-MARS, L. et R. VAN DEN HENDE. 1969. *Kochia Scoparia* (L.) Roth (Chénopodiacées) envahit le Québec. *Agriculture* 26 (1). Sous presse.
- DALBIS, L. J. 1921. *L'immigration des espèces florales eurasiatiques dans l'Amérique du Nord*. J. de Gigord, Paris.
- DORE, W. G. 1968. *Progress of the European Frog-Bit in Canada*. Can. Field-Naturalist, 82: 76-84.
- MARIE-VICTORIN, F. 1935. *Flore laurentienne*. Les Presses Univ. Montréal, Montréal. (2e Ed. revue par Ernest Rouleau en 1964).
- ROUSSEAU, C. 1968. *Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec*. *Naturaliste can.* 95: 49-169.
- ROUSSEAU, C. et L. CINQ-MARS, 1969. *Les plantes introduites du Québec. 1— Liste des espèces*. *Le Jeune Scientifique* 7 (6): 163-168; 2— *Statistiques*. *Idem*, 7 (7): 192-195.
- ROUSSEAU, J. 1964. *Pierre Boucher, naturaliste et géographe, in Histoire véritable naturelle des moeurs et productions du pays de la Nouvelle-France vulgairement dite le Canada, par P. Boucher, 1664*. La Société Historique de Boucherville.
- ROUSSEAU, J. et B. BOIVIN, 1968. *La contribution à la science de la « Flore canadienne » de Provancher*. *Naturaliste can.* 95: 1499-1530.
- ROUSSEAU, J. et G. BETHUNE, 1969. *Voyage de Kalm au Canada*. *Cercle du Livre de France*. Montréal. Sous presse.

Sommaire du volume VII

I. Liste des articles

numéro 1, octobre 1968

- Présentation du 7e volume, par Léo Brassard, 1.
Le cerveau électronique, artisan d'une vie meilleure, par Micheline Stoër, 2.
Le rôle de la simulation en recherche spatiale, par Jean-René Roy, 6.
Le Biosatellite, un outil révolutionnaire en biologie, par Jean-René Roy, 10.
Communiqués et nouvelles, 11.
Parus en France, 13.
Vocation nucléaire du Canada, par Guy Gavrel, 14.
Les aspects nocifs du phytoplancton, par F. J. R. Taylor, 18.
L'origine des noms et des symboles des éléments, par Gustav P. Dinga, 24.
Sciences et techniques, 28.
Protéger la nature pour l'homme, 2e p. couv.

numéro 2, novembre 1968

- L'activité créatrice dans la science, 2e p. couv.
Le 50e numéro de la revue, par Léo Brassard, 29.
Le Coelacanth, un fossile vivant, par D. E. McAllister et Claude Delisle, 30.
Biologie des Ephémères, par M. L. Sharma, 32.
Les Quasars, cauchemar de l'astrophysique, par Jean-René Roy, 34.
Vénus, édition 1968 corrigée, par J.-R. Roy, 39.
Parus en France, 40.
Sciences et techniques, 40.
Pharaons et rayons cosmiques, par Th. de Galiana, 42.
Initiation à la photographie d'histoire naturelle, 1— Choix d'un appareil et accessoires, par L.-P. Coiteux, 46.
Projet de réinstallation du Caribou dans le parc des Laurentides, par Pierre DesMeules, 50.
Marche apparente de Jupiter en 1969, par Paul-H. Nadeau, 56.
Les sciences et les carrières scientifiques, 3e p. couv.

numéro 3, décembre 1968

- Réflexions sur la microbiologie, 2e p. couv.
Ecrivains scientifiques de France, par Léo Brassard, 57.
Tympan et vieux murs à l'ère du « bang », par Th. de Galiana, 58.
Les forces qui modifient les trajectoires des satellites, les « perturbations orbitales », par J.-René Roy, 61.
Le phénomène de métamorphose chez les insectes, par M. L. Sharma, 66.
Annuaire graphique 1969, par Paul-H. Nadeau, 69.
Le microscope électronique géant de Toulouse, par Fernand Lot, 73.
Le climat du Saguenay — Lac St-Jean, par Raymond-M. Gagnon, 78.
Médailles et bourses de l'ACFAS 1968, 84.

numéro 4, janvier 1969

- La recherche et la société canadienne-française, par Philippe Garigue, 2e p. couv.
A l'occasion, des thèmes nouveaux, par Léo Brassard, 85.
L'affaire des pulsars, un rebondissement spectaculaire en radioastronomie, par Jean-René Roy, 86.
La parthénogenèse ou la reproduction sans fécondation, par Bernard J. R. Philogène, 90.
La foudre et ses véritables dangers, par Jean-René Roy, 92.
2— La photographie des plantes, par L.-P. Coiteux, 94.
Les arcanes du cycle de l'eau dans l'atmosphère, par Roger Clausse, 98.
Sciences et techniques, 103.
De Laplace à Biot et de Biot à Pasteur, par Ernest Kahane, 104.
Un centenaire, Claude Bernard..., par E. Kahane, 107.
Un peuple énigmatique, les Mayas, par Boris S. Karpoff, 108.

numéro 5, février 1969

- Morphologie évolutive des Chordés*, par P. Pirlot, 2e p. couv.
En lisant ce numéro, par L. Brassard, 113.
L'heure qu'il est..., par Jacques Vanier, 114.
A l'écoute du ciel, par E. Aisberg, 118.
Les phéromones, une nouvelle porte ouverte dans la lutte contre les insectes, par Bernard J. R. Philogène, 122, (157).
Le confort dans les véhicules spatiaux, par J.-R. Roy, 125.
L'eau lourde au Canada, par Guy Gavrel, 126.
Lumière et couleur dans notre vie, par Maurice Dérivé, 130.
Préludes aux futures stations orbitales, par J.-René Roy, 135.
Statistiques et orientation professionnelle, par Alphonse Nadeau, 139.

numéro 6, mars 1969

- Faut-il perdre la Terre?, par L. Brassard, 141.
3— La chasse photographique (1ère partie), par L.-P. Coiteux, 142.
L'Atelier orbital Saturne I, par Jean-René Roy, 146.
L'histoire naturelle des nuages, par Roger Clausse, 151.
La voûte étoilée au printemps, par Paul-H. Nadeau, 156.
Trente mille planètes: les Astéroïdes, par Paul-H. LeBlond, 158.
Les plantes introduites du Québec, 1— liste des espèces, par Camille Rousseau et Lionel Cinq-Mars, 163.

- Un minéral portant un nom historique canadien-français, 2e p. couv.
 L'énergie atomique 1939-1969, par Léo Brassard, 169.
 Holographie et hologrammes, des images en trois dimensions, par Jean-René Roy, 170.
 L'énigme du rond carré ou la mathématique des transformations, par Raoul Duchesne, 175.
 Feuillaison et défoliation au Jardin Zoologique de Québec, par G.-Oscar Villeneuve, 178.
 Lumière et couleur dans les cabines d'avions supersoniques, par Maurice Dérivée, 182.
 La végétation du Venezuela, par Miroslav M. Grandtner, 186.
 Les plantes introduites du Québec, 2— Statistiques, par C. Rousseau et L. Cinq-Mars, 192.
 Le 5e congrès de l'Association des Jeunes Scientifiques, 196.
 L'astronomie supersonique, l'éclipse du 7 mars 1970, par Jean-René Roy, 196.

- Monstres des eaux terre-neuviennes, par Jacques Coulon, 2e p. couverture.
 Fin du 7e volume, par Léo Brassard, 197.
 L'étude de la cellule vivante au moyen du laser, par Fernand Lot, 198.
 La chasse photographique, 2e partie, par L.-P. Coiteux, 202.
 La chaleur et le froid sur la terre, par Roger Clause, 205.
 Les planètes joviennes, par Jean-René Roy, 210.
 La notion du temps chez les savants, par Henri Corbière, 215.
 Communiqués et nouvelles, 217.
 Les plantes introduites du Québec, 3— Historique, par C. Rousseau et L. Cinq-Mars, 219.
 Sommaire du VIIe volume, 1968-69, 223.

II. Sujets classifiés

Astronautique, astronomie

- Annuaire graphique 1969, événements astronomiques; 69.
 Astéroïdes (Les): trente mille planètes; 158.
 Astronomie (L') supersonique, éclipse solaire mars 1970; 196.
 Atelier orbital (L') Saturne I; 146.
 Biosatellite (Le), outil révolutionnaire en biologie; 10.
 Ciel (A l'écoute du); 118.
 Ciel du printemps; 156.
 Communication avec le monde extraterrestre; 118.
 Confort (Le) dans les véhicules spatiaux; 125.
 Eclipses solaire 1970 (Observation de l'); 196.
 Jupiter (Les planètes joviennes); 210.
 Jupiter en 1969 (Marche apparente de); 56.
 Perturbations orbitales (Les) en astronautique; 61.
 Planètes joviennes (Les); 210.
 Pulsars (L'affaire des); 86.
 Quasars (Les), cauchemar de l'astrophysique; 34.
 Radiogalaxies (Quasars); 34.
 Simulation (Le rôle de la) en recherche spatiale; 6.
 Stations orbitales (Préludes aux futures); 135.
 Vénus édition 1968 corrigée; 39.

Biologie, botanique, zoologie

- Algues (Phytoplancton); 18.
 Calmars géants (Monstres des eaux terre-neuviennes); 2e p. couv., no 8.
 Caribou (Réinstallation du) dans le parc des Laurentides; 50.
 Cellule vivante (L'étude de la) au moyen du laser; 198.

- Coelacanth (Le), un fossile vivant; 30.
 Ephémères (Biologie des); 32.
 Feuillaison et défoliation au Jar. Zool. de Québec; 178.
 Fichier de Nidification (Le) des Oiseaux du Québec; 217.
 Métamorphose (Le phénomène de la) chez les insectes; 66.
 Microbiologie (Réflexions sur la); 2e p. couv., no 3.
 Morphologie évolutive des chordés, par Paul Pirlot; 2e p. couv., no 5.
 Orchidée (L'), fleur aristocratique; 103.
 Parthénogenèse (L) ou la reproduction sans fécondation; 90.
 Phénologie (Calendrier phénologique du Jar. Zool. de Québec); 178.
 Phéromones (Les), moyen de lutte contre les insectes; 122, 157.
 Photographie d'histoire naturelle (Initiation à la); 46, 94, 142, 202.
 Plantes (Les) introduites du Québec; liste, 163; statistiques, 192; historique, 219.
 Phytoplancton (Les aspects nocifs du); 18.
 Végétation (La) du Venezuela; 186.

Chimie, physique, mathématiques

- Bang (Tympan et vieux murs à l'ère du); 58.
 Centrales électronucléaires (Canada); 14, 126.
 Cerveau électronique, artisan d'une vie meilleure; 2.
 Eau lourde (L') au Canada; 126.
 Eléments (L'origine des noms et des symboles des); 24.
 Énergie atomique 1939-69; 169.
 Foudre (La) et ses véritables dangers; 92.
 Heure (L') qu'il est; 114.
 Holographe et hologrammes, des images à trois dimensions; 170.

- Horloges (Mesures du temps); 114.
 Laser et holographie; 170.
 Laser (L'étude de la cellule vivante au moyen du); 198.
 Lumière et couleur dans les cabines d'avions supersoniques; 182.
 Lumière et couleur dans notre vie; 130.
 Microscope électronique géant de Toulouse (Le); 73.
 Ondes de choc ou « bang » des avions supersoniques; 58.
 Ordinateur (Cerveau électronique et ses applications); 2.
 Pharaons... et rayons cosmiques; 42.
 Rond carré (L'énigme du) ou la mathématique des transformations; 175.
 Téléphone (et ordinateur); 2.
 Vocation nucléaire du Canada; 14.

Géologie, océanographie, météorologie

- Chaleur (La) et le froid sur la terre; 205.
 Climat du Saguenay—Lac St-Jean (Le); 78.
 Cycle de l'eau dans l'atmosphère; 98.
 Feuillaison et défoliation au Jar. Zool. de Québec; 178.
 Minéral portant un nom historique canadien-français; 2e p. couv., no 7.
 Nuages (L'histoire naturelle des); 98, 151.
 Phytoplancton (Les aspects nocifs du); 18.

Divers

- Activité créatrice dans la science; 2e p. couv., no 2.
 Assoc. can.-franç. pour l'Avancement des Sciences, ACFAS (Médailles et bourse 1968); 84.

Assoc. des Ecrivains scientifiques de France; 57.
 Assoc. des Jeunes Scientifiques (5e congrès); 196.
 Carrières scientifiques (exigences, statistiques); 3e p. couv., no 2; 139.
 Cinquantième numéro du *Jeune Scientifique*; 29.
 Histoire des sciences (Claude Bernard); 107.
 Histoire des sciences (De Laplace à Biot et de Biot à Pasteur); 104.

Le Naturaliste Canadien, son centenaire; 11.
 Lumière et couleur dans notre vie, 130; dans les cabines d'avions supersoniques; 182.
 Mayas (Les), un peuple énigmatique; 108.
 Parus en France (chronique); 13, 40.
 Photographie d'histoire naturelle (Initiation à la); 46, 94, 142, 202.
 Présentation du 7e volume; 1.

Protection de la nature; 2e p. couv., no 1; 141.
 Recherche scientifique et soc. can. française; 2e p. couv., no 4.
 Sommeil (Effets du bruit sur le); 28.
 Statistiques et orientation professionnelles; 139.
 Temps (La notion du) chez les savants; 215.

Rédacteurs

Aisberg, E., dir. des Editions Radio, Paris; 118.
 Assoc. des Jeunes Scientifiques, Montréal; 196.
 Banfield, A.W.F., Ph. D., dir. Musée nat. des Sc. nat., Ottawa; 11.
 Brassard, Léo, dir. *Le Jeune Scientifique*; 1, 29, 57, 85, 113, 141, 169, 197, 218.
Bulletin du minis. du Tourisme, Chasse et Pêche, Québec (P. DesMeules); 50.
 Centre de Diffusion de la Doc. Sci. et Technique Française au Québec, Montréal (communiqués); 13, 40.
 Cinq-Mars, Lionel, agronome, Faculté d'Agriculture, Univ. Laval, Québec, (et C. Rousseau); 163, 192, 219.
 Clausse, Roger, Ing. en Chef, Météorologie Nationale de France, Paris; 98, 151, 205.
 Coiteux, Louis-P., Lic. Ens. Sec., adm. Centre audio-visuel, Univ. de Montréal; 46, 94, 142, 202.
 Corbière, Henri, écrivain scientifique, Paris; 215.
 Coulon, Jacques, revue *Perspectives*, Montréal; 2e p. couv., no 8.
 Delisle, Claude, biologiste, Aquarium de Montréal, (et D.E. McAllister); 30.
 Dérivé, Maurice, Ing., Cie des Lampes Mazda, Paris; 130, 182.
 DesMeules, Pierre, M. Sc., Serv. de la Faune, Québec; 50.
 Dinga, Gustav P., Ph. D., Concordia College, Moorhead, Minnesota; 24.
 Duchesne, Raoul, c.s.v., B. Sc., Collège de Joliette; 175.
 Gagnon, Raymond-M., M. Sc., Serv. de Météorologie, Québec; 78.
 Galiana, Thomas de, Ing., sec. général de Rédaction, Sciences, Librairie Larousse, Paris; 42, 58.
 Garigue, Prof. Philippe, extrait de *La recherche au Canada français*, Les Presses de l'Univ. de Mtl; 2e p. couv. no 4.
 Gavrel, Guy, L. ès L., rédacteur scientifique à l'Energie Atomique du Canada, Ltée, Ottawa; 14, 126.
 Grandtner, Miroslav, M., D. Sc. Faculté Foresterie et de Géodésie, Univ. Laval, Québec; 186.
 Hedén, Dr C. G., Institut Karolinska, Stockholm; 2e p. couv., no 3.

Institut belge d'Information et de Doc. de Bruxelles; 2e p. couv., no 1; 103.
Impact, science et société, Unesco, Paris; (C. G. Hedén); 2e p. couv., no 3.
 Kahane, Prof. Ernest, Faculté des Sciences de Montpellier, France; 104, 107.
 Karpoff, Boris S., Ing. et géol., Sullico Mines Ltd, Mtl; 108.
 Kesteloot, E., Institut Royal des Sc. nat., Belgique; 2e p. couv., no 1.
La Tribune d'Allemagne; 2e p. couv. no 2.
 Leblond, Dr C. P., Université McGill, Montréal; 84.
 LeBlond, Paul H., Ph. D., Institut d'Océanographie, Université de Vancouver; 18 (traduction); 158.
 Letarte, Marcel, Centre canadien de Recherches et de Perf. des Armes; 84.
 Lot, Fernand, écrivain scientifique, Paris; 73, 198.
 Marchand, Monique, B. Sc., Ecole Thérèse-Martin, Joliette; (traduction) 24.
Morphologie évolutive des Chordés, par P. Pirlot, D. Sc.; 2e p. couv., no 5.
 McAllister, D. E., Ph. D., Musée nat. des Sc. nat., Ottawa, (et Claude Delisle); 30.
 Nadeau, Alphée, B. Sc., Collège de La Pocatière; 139.
 Nadeau, Paul H., dir. de l'Observatoire de Québec; 56, 69, 156.
 Ouellet, Henri, biologiste, Musée Redpath, Université McGill, Montréal; 217.
 Philogène, Bernard J. R., M. Sc., Dép. d'Entomologie, Univ. du Wisconsin; 90, 122, 157.
 Rousseau, Camille, biologiste-agronome, Faculté d'Agri., Univ. Laval, Québec, (et L. Cinq-Mars); 163, 192, 219.
 Roy, Jean-René, B. Péd., étudiant B. Sc. IV, Univ. de Montréal; 6, 10, 34, 39, 61, 86, 92, 125, 135, 146, 170, 196, 210.
 Sharma, Madan Lal, D. Sc., Dép. de Biologie, Univ. de Sherbrooke; 32, 66.
 Stoër, Micheline, Téléphone Bell du Canada, Montréal; 2.
 Taylor, F. J. R., Ph. D., Dép. de Botanique et Ins. d'Océanographie, Univ. de Vancouver; 18.
 Vanier, Jacques, Ph. D., Dép. de Génie électrique, Univ. Laval, Québec; 114.
 Villeneuve, G.-Oscar, Ph. D., directeur du Service de Météorologie, Québec; 178.

Vu par les Belges, Bruxelles, (E. Keseloot); 2e p. couv., no 1.

Photographes

Andrian-Samivel, M., Paris; 42.
 Bell Telephone Laboratoires, New-Jersey; couv. no 7, 170, 173, 174.
 Burkholder, Dr W. A., Dép. d'Entomologie, Univ. du Wisconsin; 124.
 Coiteux, L.-P., Lic. Ens. Sec., adm. Centre audio-visuel, Univ. de Montréal; couv. no 2, 46-49, 94-97, couv. no 6, 142, 144, 145, 202, 204, couv. no 8.
 Compagnie des Lampes Mazda, Paris; 131, 133, 183.
 Compagnie gén. de télégraphie Sans Fil, C.S.F., Paris; 200.
 Cornell University; 119.
 Dubé, L., La Pocatière; 163, 164, 192, 221.
 Energie Atomique du Canada, Ltée, Ottawa; 15, 17, 127-129.
 Flammarion, éd., Paris; 105.
 Grandtner, Miroslav M., D. Sc., Facul. de Foresterie et de Géodésie, Univ. Laval, Québec; 187-189.
 Grant, Ted, voir O.N.F., Ottawa.
 Horvath; 219.
 Hunting Aerosurveys; 44.
 Institut de Pathologie cellulaire, hôpital de Bicêtre, France; 198, 200.
 Karpoff, Boris S., Ing., Sullico Mines, Montréal; 110-112.
 Laboratoire d'Optique Electronique du C.N.R.S. de Toulouse, France; couv. no 3, 73-77.
 Météorologie Nationale de France, Paris; 99-192, 151, 153-155, 207, 208.
 Mount Wilson and Palomar Observatories; 34, 210.
 National Aeronautics and Space Administration, NASA, Washington; couv. no 1, 7, 8, 147, 149.
 National Science Foundation, E.-U.; 37, 38.
 Office du Film du Québec; 51-54.
 Office national du Film, O.N.F., Ottawa; couv. no 1, no 2, no 4, no 5.
 Science Horizons, Paris; 59.
 Shell Aviation; 58.
 Sud-Aviation, Paris; 182.
 Taylor, F.J.R., Ph. D., Université de Vancouver; 21.
 Téléphone Bell du Canada, Montréal; 2, 4, 5.

Unesco, Paris; 215.
U. S. Information Service, USIS; 213.
U. S. Navy, Washington; couv. no 8.
Viollet, H. Roger, Paris; 105, 106.

Dessinateurs

Alain, Marcel, Québec; (et B. Miville-Deschênes) 56; 157.
Boucher, Max., c.s.v., direc. du Studio d'Arts, Collège de Joliette; 175.
Chagnon, Mariette, Montréal; 62, 63, 87, 88, 93, 137.
Coiteux, L.-P., adm. Centre audio-Visuel, Univ. de Montréal; 143, 203.
Compagnie des Lampes Mazda, Paris; 183.
Douglas, C. H., Musée nat. des Sc. Naturelles, Ottawa; 30, 31.

Energie Atomique du Canada, Ottawa; 127.
Forest, Claude, dessinateur, Joliette; 62, 63, 87, 88, 93, 101, 154, 159, 171, 172, 176, 206.
Grandtner, M. M., D. Sc., Univ. Laval, Québec; 187, 190.
Karpoff, Boris S., Ing., Sullico Mines, Montréal; 109.
Larousse, Librairie, éd., Paris; 43, 60.
LeBlond, Paul H., Ph. D., Ins. d'Océanographie, Univ. de Vancouver; 159-161.
Météorologie Nationale de France, Paris; 99, 101, 102, 154, 206, 207.
Miville-Deschênes, Bertrand (et M. Alain), Québec; 56.
National Aeronautics and Space Administration, NASA, Washington; 11, 64, 147.

Observatoire Astronomique de Québec; (div. du dessin, Industrie et Commerce, Québec) 70-71.
Philogène, Bernard J. R., M. Sc., Univ. du Wisconsin; 123.
Plante, Edgar, c.s.v., Joliette; 166.
Pravda (La), Moscou; 137.
Roy, Jean-René, B. Péd., étudiant, Facul. des Sc., Univ. de Montréal; 171, 172, 3e p. couv. no 7.
Service de Météorologie, minis. des Richesses naturelles du Québec; 80, 82, 83, 180.
Sharma, M. L., D. Sc., Univ. de Sherbrooke; 33, 66-68.
Taylor, F.J.R., Ph. D., Univ. de Vancouver; 19.
Vanier, Jacques, Ph. D., Univ. Laval, Québec; 114-116.

Le 7e volume de votre revue
se ferme avec le huitième numéro de l'année scolaire 1968-69.

Nos éditions vous ont apporté un album de 224 pages illustrées
contenant une source variée d'information scientifique.

Le 8e volume, celui de l'année 1969-70,
est déjà en préparation et nous espérons de nouveau
vous compter parmi nos fidèles lecteurs et propagandistes.

Nous vous remercions de votre amical intérêt,
et, en votre nom, nous disons notre reconnaissance
à tous nos dévoués et savants collaborateurs.

LE JEUNE SCIENTIFIQUE
case postale 391
JOLIETTE, P.Q., Canada.

