

5

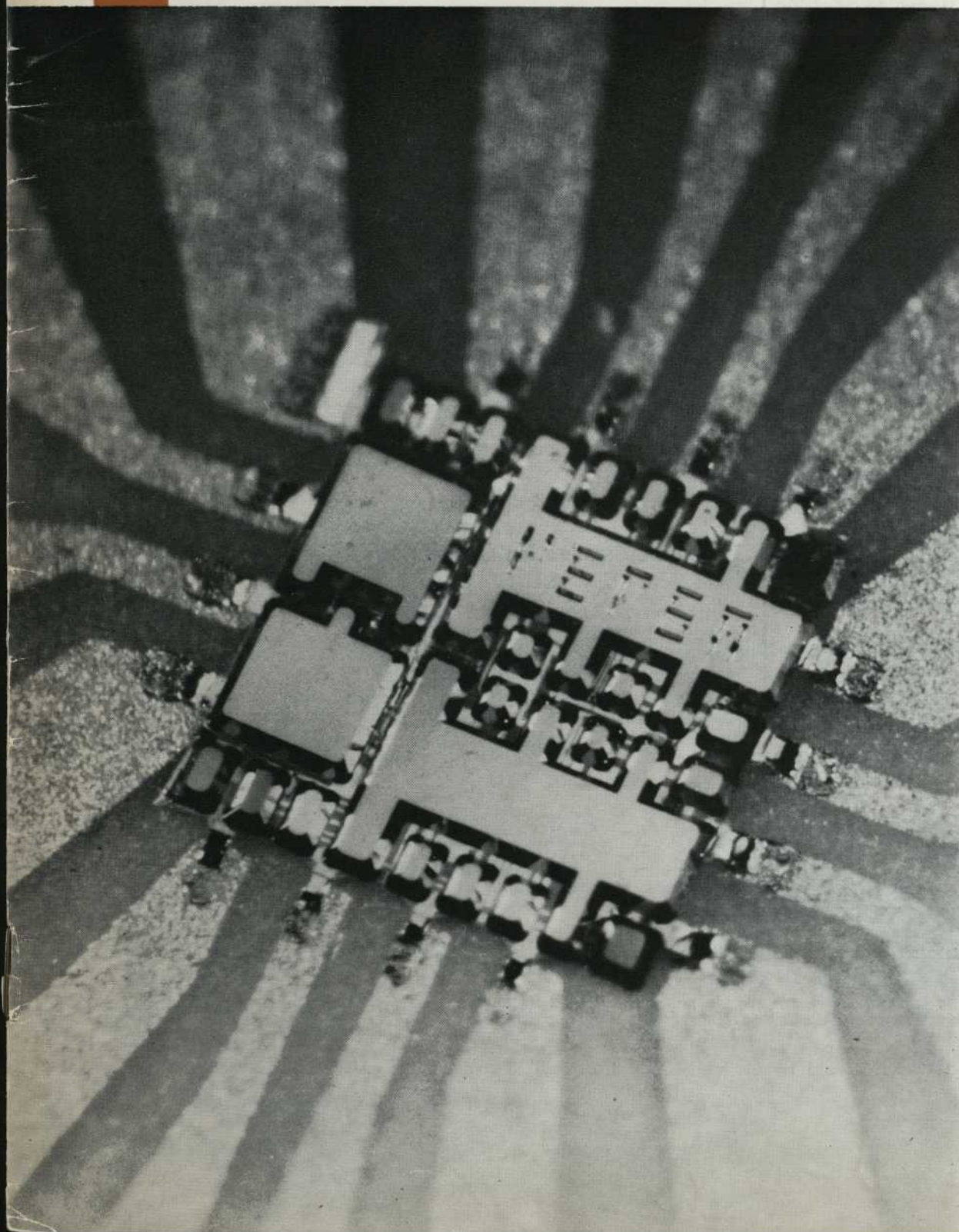
PER
J-69

69
ER



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 6
NUMÉRO 5
FÉVRIER 1968



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

Le Jeune Scientifique, revue de vulgarisation scientifique, est publié par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS) et est subventionné par le ministère de l'Éducation de la province de Québec.

RÉDACTION

Léo Brassard
directeur

Roger H. Martel
secrétaire de rédaction

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Léo Brassard
Pierre Couillard
Denis Jacob
Roger H. Martel
Roland Prévost
Marcel Sicotte
Jacques Vanier

COLLABORATEURS

Jean-A. Baudot
Alain Bonnier
Michel Ferland
Roger Fischler
J.-André Fortin
Jean-Guy Fréchette
Raymond-M. Gagnon
Guy Gavrel
Miroslav M. Grandtner
Edouard Kurstak
Gaston Moisan
Paul-H. Nadeau
Raymond Perrier
Bernard J.R. Philogène
Roland Prévost
Jean-René Roy
Jacques St-Pierre
Madan Lal Sharma
Raymond Van Coillie
Jacques Vanier
G.-Oscar Villeneuve

Volume VI, no 5

février 1968

SOMMAIRE

- 97 Darwin et la théorie de l'évolution (2e article)
- 102 Quelques aspects de la lutte biologique
- 105 Etude de la grêle : quelques caractéristiques
des grêlons de l'Alberta
- 108 Vénus, édition 1968
- 112 Le Gui, une plante parasite
- 115 Le progrès des sciences
- 117 La détermination de l'âge chez les animaux (3e article)

Photo-couverture: ce n'est pas la maquette d'une usine... mais un bloc de très petites dimensions, de quelques millimètres, qui forme l'un des nombreux types de « circuits intégrés » réalisés aux Laboratoires Bell, New Jersey. La technique du « transistor » mise au point il y a déjà vingt ans, a permis la réalisation de ces circuits électroniques miniatures où les éléments sont ordinairement moulés entre de minces feuilles de silicium (silicon). Photo gracieusement fournie par Bell Telephone Laboratories, New Jersey.

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 ou plus à une même adresse: \$2.00 chacun. Vente au numéro, 50 cents.

Adresse

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

Notes

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

PER
J-69
5

DARWIN

et la théorie de l'évolution

2e article

par Jean R. BEAUDRY

Relation de voyage et genèse d'une théorie

De retour en Angleterre, (Figures 10, 11, 12 et 13), Darwin commença à étudier ses collections, à écrire le récit de son voyage, et à publier ses observations, seul ou avec l'aide de spécialistes. En même temps, convaincu de la réalité de l'évolution, il se mit à l'étude de la littérature scientifique dans le but de connaître et de colliger tout ce qui pouvait contribuer à l'élaboration d'une théorie de l'évolution. Il semble qu'il ait étudié presque tout ce qui avait été publié avant lui, non seulement *pour* mais aussi *contre* cette théorie.

En 1838, soit deux ans après son retour, il lut le livre de Malthus intitulé « *Essay on Population* », qui lui suggéra probablement l'idée de la sélection naturelle comme facteur principal de l'évolution.

En 1842, il prépara une première version de ses idées sur l'origine des espèces et une seconde en 1844. Ni l'une ni l'autre ne furent publiées. Il continua à observer et à colliger des données jusqu'en 1856, soit durant les vingt années qui suivirent son retour de voyage. En cette année, le géologue Lyell le décida à entreprendre la rédaction de l'ouvrage tant attendu par ceux qui connaissaient les idées de Darwin, c'est-à-dire quelques-uns de ses amis. Darwin devait écrire un ouvrage en quatre tomes.

Cet ouvrage commencé, mais loin d'être achevé, il reçut un manuscrit d'un naturaliste anglais, Alfred Russell Wallace (Figure 14), qui travaillait et étudiait depuis de nombreuses années dans l'archipel de Malaisie. Wallace demandait à Darwin de lui faire connaître son opinion et celle de Lyell sur la théorie exposée dans ce manuscrit, et l'appui de ses recommandations pour publier ce manuscrit, s'il le jugeait digne d'être publié. Or ce manuscrit contenait un exposé complet et détaillé de la théorie de l'origine des espèces par sélection naturelle.

Darwin fut presque sidéré. Et qui ne l'eut pas été: la paternité de l'oeuvre à laquelle il avait consacré plus de trente années de travail acharné et de réflexions continuelles allait lui échapper; et justement au moment où il s'apprêtait à livrer le fruit de son immense labeur à la critique de ses pairs. Darwin cependant, toujours aussi honnête et généreux qu'il l'avait été durant toute sa vie, consulta ses amis, tel que le lui demandait Wallace, dit tout le bien qu'il pensait du manuscrit et en recommanda la publication. Mais ses amis, Lyell et Hooker, qui savaient avec d'autres que cette théorie était aussi celle de Darwin, que ce dernier lui avait consacré le meilleur de sa vie, insistèrent pour que l'article de Wallace et un résumé des idées

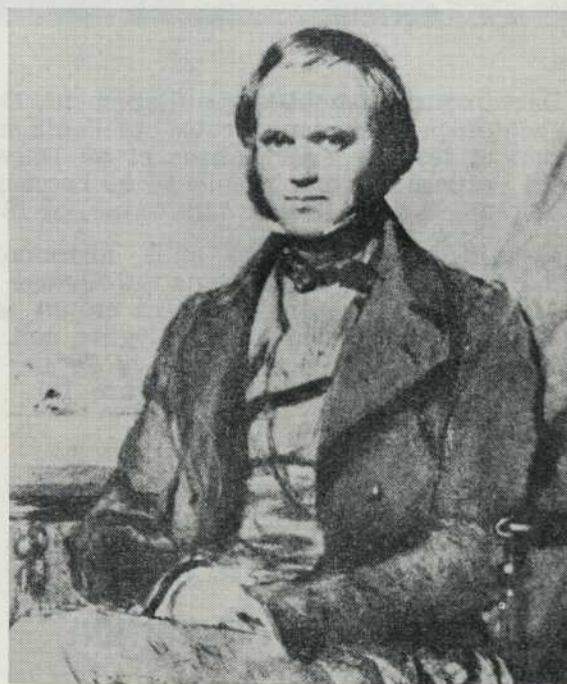


Figure 10

Charles Darwin en 1840.

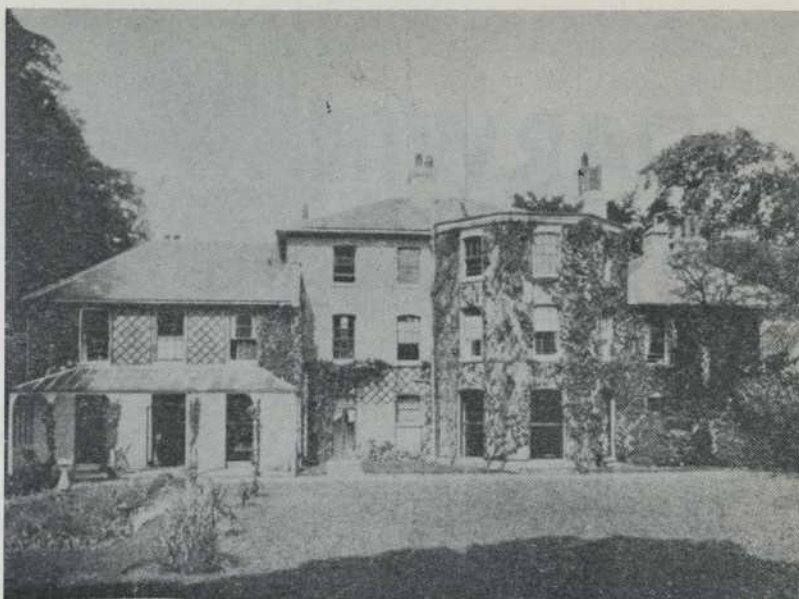


Figure 11

Emma Darwin, née Wedgwood, l'épouse de Charles Darwin.

Figure 12

La maison de Darwin à Downe, dans le Kent, où il vécut de 1842 jusqu'à sa mort en 1882 et où il rédigea toutes ses grandes oeuvres.

Figure 13

Le cabinet de travail de Darwin dans sa maison de Downe.

de Darwin fussent publiés simultanément. Darwin acquiesça finalement à cette excellente suggestion et les idées de Wallace et de Darwin furent exposées conjointement à l'occasion d'une réunion de la Société Linnéenne, en 1858.

Darwin, pressé par ses amis, abandonna l'idée de publier sa théorie dans un ouvrage en quatre tomes, concentra ses idées en un seul volume, qui fut publié l'année suivante, soit en 1859, sous le titre « *On the Origin of Species by means of natural Selection* » (Figure 15).

Résumé de la "théorie de l'évolution"

Cet ouvrage présente deux thèmes principaux: un premier présente les données et les arguments qui suggèrent la réalité de l'évolu-

tion, c'est-à-dire qu'il y a eu évolution biologique; un second expose une théorie sur le mécanisme de l'évolution, c'est-à-dire une théorie expliquant comment cette évolution a pu être réalisée. C'est la théorie de l'origine des espèces par sélection naturelle.

Dans l'exposé de son premier thème, Darwin affirme le fait de l'évolution, que les espèces actuelles sont les descendantes d'espèces semblables, mais généralement plus primitives, qui ont vécu dans le passé. Ces données, et ses arguments, il les tire de ses études et de ses observations sur la variation des animaux domestiques et sauvages, de la taxonomie, de l'anatomie comparée, de l'embryologie, de la distribution géographique des espèces et de la géologie.

Dans son deuxième thème, celui qui concerne le mécanisme de l'évolution, Darwin présente les idées suivantes: (1) le potentiel reproducteur des espèces dépasse de beaucoup les nombres requis pour assurer la persistance des espèces puisque la multiplication des individus de chaque espèce se fait par progression géométrique. Toutes les espèces, même celles qui ne se re-

produisent que lentement, produisent des nombres considérables, et parfois fantastiques, de descendants. Ainsi l'éléphant, la moins prolifique des espèces animales, nous dit Darwin, pourrait, en 750 ans, produire 19 000 000 de descendants à partir d'un couple originel; (2) de ces progénitures, il ne reste qu'une fraction infime à l'âge de la reproduction, parce que la majorité des constituants de ces descendance sont éliminés par la lutte pour la vie, qui est brutale, impitoyable et continuelle; (3) la variation est universelle et il n'existe pas deux individus identiques; (4) une partie de cette variation est héréditaire et donc transmissible des parents à leurs descendants; (5) l'élimination mentionnée précédemment ne se fait pas au hasard, mais elle est sélective, c'est-à-dire qu'elle affecte surtout les mésadaptés, ceux qui à cause de leur hérédité perdent les combats qui constituent la lutte pour la vie, c'est-à-dire contre le froid, la sécheresse, la maladie, la famine, les prédateurs, etc.; ceux-là ne parviennent pas à l'âge de la reproduction, ou s'ils se reproduisent, laissent relativement moins de descendants que les forts, c'est-à-dire les bien ou mieux adaptés; conséquemment, les générations successives sont constituées par des majorités de descendants issus des mieux adaptés; avec le temps, cette sélection ou ce choix par la nature des progéniteurs réalise l'augmentation graduelle de la proportion des individus porteurs de meilleurs caractères héréditaires, change les propriétés des espèces, donc produit de l'évolution.

Telle est, en résumé, la théorie de Darwin, et aussi celle de Wallace, sur l'origine des espèces par sélection naturelle.

Les données essentielles de sa théorie étant posées, Darwin consacre le reste de son livre à les expliciter, à convaincre que tout indique que la sélection naturelle peut permettre la réalisation de l'évolution.

L'effet d'une bombe : adversaires et défenseurs s'affrontent !

Le livre de Darwin produisit l'effet d'une bombe, en Angleterre et dans tout le monde occidental. Pourquoi? Le grand-père de Darwin, Erasmus Darwin, et ensuite Lamarck et quelques autres auteurs, avaient énoncé clairement l'idée de l'évolution des êtres vivants, mais sans créer pareille commotion. Aucun de ceux-là, cependant, pas même Lamarck, n'avait présenté un dossier aussi formidablement complet et échafaudé que celui de Darwin. Le livre de Dar-

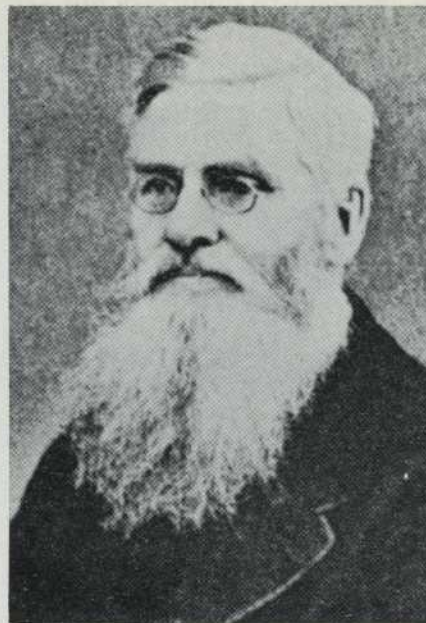


Figure 14

A. R. Wallace en 1878 qui, en même temps que Darwin, formula la théorie de l'origine des espèces par sélection naturelle.

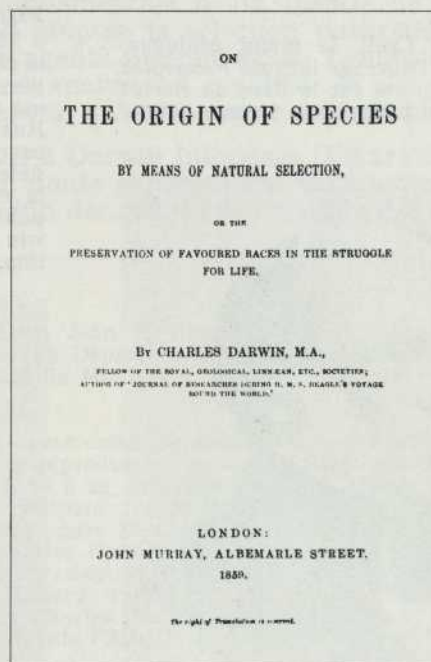


Figure 15

Page-titre de la première édition du livre immortel de Darwin sur l'origine des espèces par sélection naturelle.

win était une oeuvre maîtresse qui exigeait une réponse, une réplique de la part de ceux qui répudiaient la thèse exposée. De plus, et peut-être surtout, bien que Darwin eut systématiquement, et autant que possible, évité de parler de l'origine de l'homme, et qu'il ne disait pas un seul mot des affinités de ce dernier avec les singes anthropoïdes (cela, il ne devait le faire que douze ans plus tard en publiant « *La Descendance de l'Homme* »), il n'excluait pas l'homme du processus d'évolution qu'il proposait pour expliquer l'origine de toutes les espèces d'êtres vivants, et contredisait ainsi clairement l'enseignement créationniste des religions du monde occidental, les religions catholique, protestante, orthodoxe et juive. Ce sont donc des systèmes de pensée et de conduite qui étaient attaqués, systèmes qu'on jugeait avec raison, extrêmement importants, qu'on avait élaborés avec beaucoup de difficultés durant des siècles, et sur lesquels reposaient en grande partie l'ordre et la stabilité des nations occidentales.

Des hommes éminents se prononcèrent pour ou contre la théorie, par l'intermédiaire d'écrits ou de débats publics. Les principaux adversaires de Darwin furent Wilberforce, évêque anglican d'Oxford; Owen, un anatomiste alors président de la British Association for the Advancement of Science; Sedgwick, le géologue avec qui Darwin avait étudié et travaillé au Pays de Galles; et, aux Etats-Unis, Agassiz, professeur de

zoologie à Harvard. Les principaux défenseurs de Darwin furent Lyell, géologue (Figure 16), Huxley, Thomas Henry, zoologiste (Figure 17), Hooker, botaniste (Figure 18), Gray, Asa, botaniste à Harvard (Figure 19), et Haeckel (embryologiste allemand).

Après avoir administré bien des coups d'épingle, les adversaires de Darwin décidèrent de frapper un grand coup et de tenter de détruire la théorie en cause au cours d'un débat public. Ils profitèrent d'une réunion de la British Association for the Advancement of Science pour tenir ce débat historique. Du côté des adversaires de Darwin, le principal orateur fut Samuel Wilberforce, orateur habile et si onctueux qu'il était désigné par le sobriquet « Soapy Sam ». Comme Wilberforce ne pouvait démolir la théorie de Darwin par des arguments scientifiques, puisqu'il ne possédait pas la formation nécessaire pour la comprendre, les armes qu'il avait choisies étaient le ridicule et l'exploitation de la tendance populaire à considérer toute nouveauté comme une absurdité. Il maltraita le darwinisme avec tant d'esprit et de sarcasme qu'il était même en voie de gagner de sobres scientifiques à son point de vue. Finalement, grisé par le succès, il se tourna vers Huxley, le principal défenseur de Darwin, et lui dit, avec une politesse feinte: « Est-ce du côté de votre grand-père ou de votre grand-mère que vous vous réclamez d'un singe comme ancêtre? »

Figure 16

Charles Lyell, le grand géologue, auteur de l'ouvrage intitulé *Principles of Geology* qui fut le livre de chevet de Darwin durant son voyage autour du globe.



Figure 17

Thomas Henry Huxley, en 1857, le célèbre zoologiste anglais, grand-père de Sir Julian Huxley, lui-même zoologiste réputé et de Aldous Huxley, romancier, philosophe et essayiste, et qui fut le plus ardent défenseur de Darwin à l'époque de la controverse déclenchée par la publication de la théorie de Darwin sur le mécanisme de l'évolution.

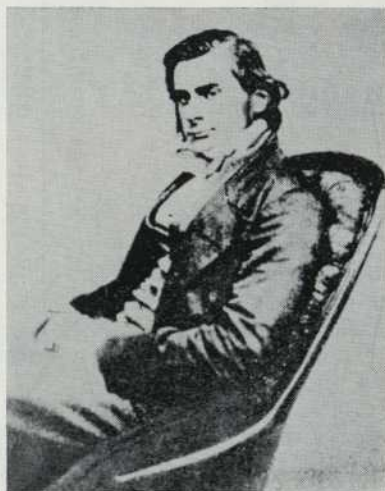


Figure 18

J. D. Hooker vers 1870, le grand botaniste anglais, qui fut l'un des amis et des défenseurs de Darwin.



L'un des biographes de Darwin nous dit que l'orateur se rassit au milieu d'un tonnerre d'applaudissements et d'une mer de mouchoirs agités. Mais, aussitôt, des cris réclamèrent la réplique de Huxley. Celui-ci répondit calmement, mit en évidence l'ignorance de l'orateur précédent quant au sujet débattu et exposa clairement et succinctement les principales idées de Darwin; puis, encore plus calme et plus sérieux, il termina en disant, « Si j'avais honte de l'un de mes ancêtres, cet ancêtre serait un homme brillant, qui, non satisfait des succès obtenus dans sa propre sphère d'activité, se lance dans les questions scientifiques qu'il ne connaît vraiment pas, qu'il embrouille par une vaine rhétorique, qui fait d'éloquents digressions et un usage habile de préjugés religieux pour détourner l'attention de ses auditeurs du sujet controversé ». Cette réplique fut accueillie par une salve d'applaudissements et la tension devint tellement grande qu'une dame s'évanouit.

La plupart des biographes de Darwin nous disent que le défenseur de Darwin avait gagné le débat.

D'autres débats eurent lieu, non seulement en Angleterre, mais aussi aux États-Unis (entre Asa Gray et Louis Agassiz).

Darwin fut fortement bouleversé par cette opposition, mais, avec le temps, les discussions devinrent moins vives et Darwin put enfin travailler dans un calme relatif.

Figure 19

Asa Gray en 1867, professeur de botanique à l'Université Harvard et qui fut le principal défenseur de Darwin en Amérique.

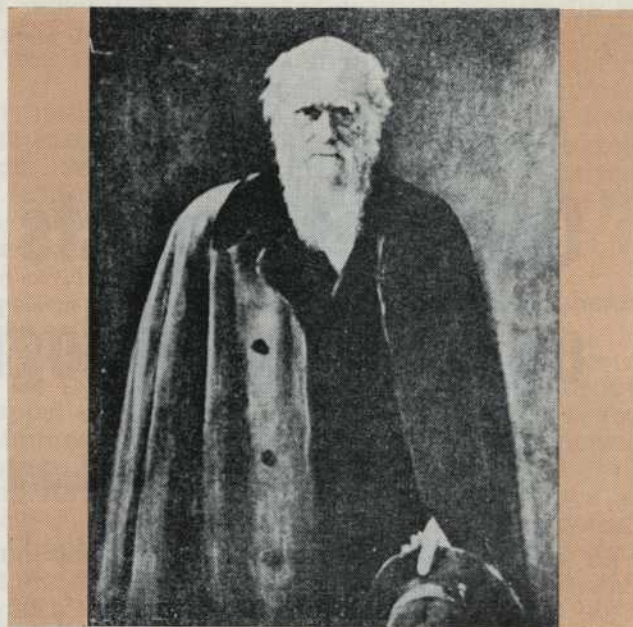


Figure 20

Darwin en 1881, portrait de John Collier.

Ce n'est cependant qu'après l'avènement de la génétique, au début du siècle actuel, que la théorie de Darwin fut soumise à des analyses et critiques impartiales, objectives et sereines. L'idée fondamentale de la théorie de Darwin, celle qui propose la sélection naturelle comme l'un des agents principaux de l'évolution a résisté à ces analyses et constitue la clef de voûte de la théorie qu'on enseigne aujourd'hui.

Quant à Darwin lui-même (Figure 20), c'est sans nul doute à juste titre, qu'il est considéré comme l'un des géants de l'histoire des sciences.

L'auteur

L'auteur, Jean R. Beaudry, Ph. D., généticien, est professeur au Département des Sciences biologiques de l'Université de Montréal.

Illustrations

Nous remercions les éditeurs qui ont gracieusement autorisé la reproduction de ces illustrations: figures 10, 11, 12, 14, 16 à 20, extraites de *Apes, Angels and Victorians* by William Irvine, McGraw-Hill Book Co., New York, 1955; figure 13, du volume *The Voyage of the Beagle* by Charles Darwin, Doubleday and Co., New York published in co-operation with the American Museum of Natural History; figure 15, du volume *The Origin of Species* by Charles Darwin, ed. by M. Peckam, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1959.

Quelques aspects de la lutte biologique

par Bernard J. R. PHILOGÈNE

Le commun des mortels a tendance à qualifier tout insecte de créature nuisible ou détestable. Cette image s'associe facilement aux ravages causés par la classe d'animaux la plus nombreuse de cette planète: plus d'un million d'espèces. On pourrait facilement établir une longue liste de maladies causées directement ou indirectement par les insectes, ou encore de plantations ravagées par ces animaux à six pattes. Il nous suffira de citer la malaria, la fièvre jaune, la maladie du sommeil — où l'insecte n'est qu'un vecteur — et, dans un autre domaine, les ravages causés aux sapins par le puceron lanigère, aux pins par les mouches à scie, à la canne à sucre par les perceurs. On peut estimer à 10% la proportion annuelle des récoltes détruites par les insectes et à 622 millions de pieds cubes les produits forestiers perdus à cause de ces bestioles en Amérique du Nord. Le feu fait moins de ravages.

Le danger que représente la prolifération des insectes nuisibles est donc un fait réel contre lequel on se bat depuis plusieurs décades. La situation

s'est compliquée dès que l'homme s'est lancé dans les grands voyages d'exploration. Comme au 15^e siècle on ne connaissait pas grand-chose de l'importance ou du danger que représentent les insectes, les explorateurs ne se sont guère souciés de savoir s'ils avaient des passagers clandestins de cette catégorie. Résultat: environ 44% des insectes nuisibles que l'on trouve aux Etats-Unis viennent de l'étranger et sont souvent plus virulents que dans leur pays d'origine. Le Canada n'a pas échappé à cette invasion. Il suffira de donner comme exemple le puceron lanigère du sapin, insecte extrêmement nuisible venu d'Europe au début du siècle et que l'on retrouve maintenant à Terre-Neuve, en Gaspésie, dans les Provinces Maritimes et en Colombie-Britannique. Cet aphidien a également envahi le nord-ouest des Etats-Unis, la Caroline du Nord, le Tennessee et la Virginie. (Speers 1958).

Pour faire face à ces invasions, autant que pour lutter contre les insectes indigènes nuisibles, on dispose de plusieurs moyens: les insecticides,

les pathogènes microbiens et les insectes eux-mêmes, certains étant parasites, d'autres prédateurs. D'autre part, la nature se charge, heureusement, de maintenir un certain contrôle sur toute population animale, ce que l'on appelle couramment contrôle (ou lutte) naturel. Les insecticides, et à un degré moindre les pathogènes, représentent un certain danger dans leur utilisation: ils ne font pas que tuer les espèces dont on veut se débarrasser, ils peuvent affecter également d'autres organismes. Le DDT a suffisamment causé de ravages chez les poissons, les oiseaux et même les insectes bénéfiques pour qu'on ne s'étende pas davantage sur la question. Quant aux pathogènes, on utilise déjà avec un certain succès *Bacillus thuringiensis*, et également les virus polyhédres. Les travaux de Smirnoff au Québec et de Steinhaus en Californie sont bien connus des spécialistes et du public. Les problèmes qui se posent dans l'utilisation de ces micro-organismes sont surtout d'ordre économique.

Qu'est-ce que la « lutte biologique » ?

Reste l'utilisation des insectes bénéfiques et autres animaux ou, plus exactement, la *lutte biologique*. On peut la définir comme étant la suppression ordonnée ou dirigée des populations d'organismes nuisibles. Il faut bien comprendre ici que la lutte biologique implique l'utilisation de toute forme de vie animale dans le combat livré aux espèces nuisibles. Les oiseaux, les mammifères insectivores, les poissons aussi bien que les arthropodes (araignées, acariens, insectes parasites et prédateurs) entrent dans cette catégorie.

En général, on essaie d'utiliser les organismes que l'on a sur place pour contrecarrer les effets d'un insecte nuisible. Mais lorsqu'on a affaire à une espèce exotique et que les parasites et les prédateurs locaux

L'auteur, Bernard J. R. Philogène, M. Sc., est chargé de recherches au Laboratoire de Recherches forestières du ministère fédéral des Forêts, Sillery, Québec, et actuellement en congé d'étude au Département d'entomologie de l'Université du Wisconsin, E.-U.

Les photos ont été gracieusement fournies par le Dr H. Coppel, professeur d'entomologie à l'Université du Wisconsin, Madison, autrefois attaché au laboratoire de Belleville, Ontario.

sont incapables de lutter efficacement contre l'envahisseur, on doit faire appel aux ennemis naturels de l'espèce nuisible ou même introduire d'autres ennemis capables de combattre l'indésirable. C'est du reste l'aspect de la lutte biologique qui est le plus passionnant et en général donne des succès spectaculaires. Mais cela ne marche pas dans tous les cas et il arrive que certaines espèces, de bénéfiques qu'elles étaient dans leur pays d'origine, deviennent indésirables dans leur nouvel habitat. Ainsi, le premier cas connu d'introduction d'un ennemi naturel d'un pays à un autre se situe à l'île Maurice en 1762. On fit venir de l'Inde des Mynah ou Martins, oiseaux prédateurs d'une sauterelle qui s'attaque à la canne à sucre. Les Martins

firent leur travail, mais de nos jours, ils s'intéressent davantage aux fruits qu'aux insectes.

On peut situer l'utilisation systématique de la lutte biologique au début du 19^e siècle. Kollär publia en 1837 un livre consacré aux insectes entomophages (insectes mangeurs d'insectes) pour le bénéfice des fermiers, des forestiers et des jardiniers autrichiens (DeBach 1964). En Amérique du Nord, c'est au Canada, en 1882, que l'on fit d'abord appel à un insecte étranger notamment *Trichogramma minutum*, importé des Etats-Unis pour lutter contre la mouche à scie du groseiller (Turnbull et Chant 1961). Vient ensuite la suppression spectaculaire de la Cochenille des orangers et des citronniers

par la Coccinelle d'Australie, en Californie. On pourrait citer ainsi de multiples autres exemples d'importation et d'exportation d'insectes bénéfiques. Nous nous contenterons dans le reste du présent article d'analyser quelques aspects de la lutte biologique au Canada.

La lutte biologique au Canada

Disons tout de suite que les Canadiens ont entrepris depuis 1910 la lutte systématique par l'utilisation des insectes parasites ou prédateurs. Aujourd'hui, le Canada est un des pays les mieux organisés dans ce domaine, le centre d'activité se trouvant au laboratoire du ministère fédéral de l'agriculture à Belleville, Ontario. Le Canada est

Fig. 1. Punaises Pentatomides (Hémiptères prédateurs) s'attaquant à une éonymphe de mouche à scie.

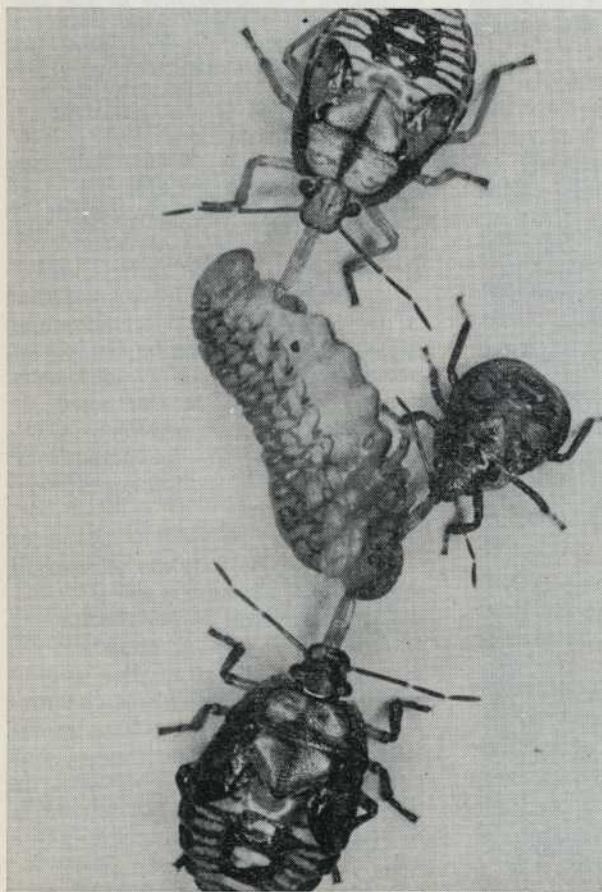
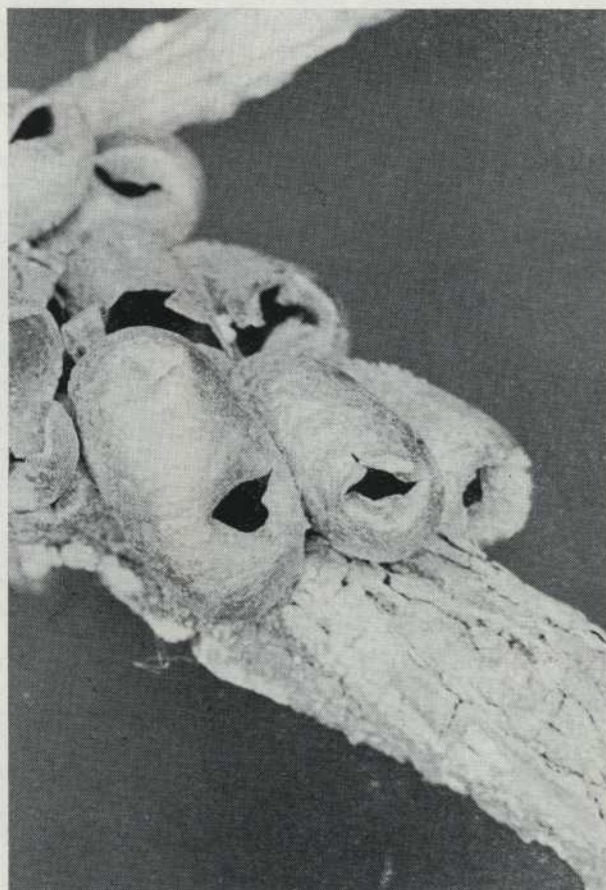


Fig. 2. Cocons de mouches à scie mangés par les oiseaux.



aussi un membre important du C.I.B.C. (*Commonwealth Institute of Biological Control*) dont le centre administratif se trouve à Trinidad après avoir été de 1940 à 1961 à Ottawa. L'O.I.L.B. (*Organisation Internationale de Lutte Biologique*) fondée en 1956 et qui groupe une vingtaine de pays européens et nord-africains fait aussi appel au Canada pour les problèmes de sa compétence.

Les insectes nuisibles ne manquent pas dans cette partie de l'Hémisphère Nord, malgré les rigueurs du climat. Nous avons déjà cité le puceron lanigère du sapin. On peut ensuite mentionner la tordeuse des bourgeons de l'épinette, les mouches à scie du pin gris, du pin rouge, du mélèze, la livrée des forêts. Leurs dégâts sont considérables. Brown (1967) rapporte que la superficie ravagée par la livrée des forêts peut atteindre plusieurs milliers d'acres de forêt de peuplier. Le faux-tremble, le bouleau, le chêne, le frêne, l'érable à sucre n'échappent pas aux infestations de ce Lépidoptère vorace. Plus de quarante espèces de parasites s'attaquent à cette chenille et à son papillon et pourtant, seules les rigueurs du climat semblent avoir un effet appréciable.

Le Canada et le « Programme Biologique International »

Le Canada, avec quatorze sous-programmes en cours d'exécution, va jouer un rôle important dans ce programme de recherche international, qui a été établi pour offrir à l'humanité des perspectives nouvelles sur les problèmes de sa pérennité dans un univers en bouleversement continu.

I.B.P. est le sigle pour « International Biological Programme », programme international de recherches biologiques, qui comporte sept domaines de recherche fondamentale où travaillent les biologistes de cinquante pays différents.

Son but est d'approfondir notre compréhension de l'équilibre biologique et de préciser les moyens dont

Le puceron lanigère du sapin est un autre exemple frappant où la lutte biologique n'a pas encore réussi à produire tous ses effets. En 1959, 1600 milles carrés de sapins étaient envahis par cet insecte à Terre-Neuve (Carroll et Bryant 1960). En 1964, Greenbank rapportait que la plupart des peuplements d'âge mûr de la Nouvelle-Ecosse avaient succombé aux attaques du puceron. La Gaspésie n'a pas échappé à l'invasion: 400 milles carrés recensés en 1966 par Martineau et Ouellette. Pour faire la lutte à ce ravageur difficilement accessible aux insecticides, on a introduit jusqu'ici 20 espèces d'insectes prédateurs. Seulement cinq de ces derniers, tous européens, ont réussi à s'adapter aux rigueurs du climat canadien, mais ils ne suffisent pas à la tâche.

Ces deux exemples montrent jusqu'à quel point il est difficile de venir à bout d'un insecte nuisible par des moyens naturels. Mais là où l'expérience a réussi, les effets ont été pratiquement permanents. Et c'est là l'avantage de la lutte biologique. Sans effet toxique d'aucune sorte et par des moyens relativement peu coûteux on peut arriver à diminuer considérablement les effets d'un or-

ganisme destructeur. L'important, ce n'est pas de supprimer radicalement l'espèce que l'on combat, mais de réduire le nombre de ses individus à un niveau économiquement valable. On doit autant que possible ne pas bouleverser de façon drastique le milieu ou plus exactement l'habitat. Chaque organisme, qu'il soit bénéfique ou nuisible, fait partie d'une chaîne biologique bien établie. Dans ce domaine comme ailleurs, les solutions radicales sont le plus souvent les moins heureuses.

Références

- BROWN, C.E. 1967. *Moeurs et répressions de la livrée des forêts*. Ministère des Forêts et du Développement Rural, Ottawa.
- CARROLL, W.J. et D.G. BRYANT. 1960. *A review of the balsam woolly aphid in Newfoundland*. Forestry Chronicle 36: 278-290.
- DeBACH, P. 1964. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Reinhold Publ. Corp. New York.
- GREENBANK, D.O. 1964. *The distribution and abundance of the balsam woolly aphid*. Ann. Rep. Forest Ent. and Path. Br., Can. Dept. Forest., pp. 43-44.
- SPEERS, CH. F. 1958. *The balsam woolly aphid in the southeast*. J. Forest. 56: 515-516.
- TURNBULL, A.L. et CHANT, D.A. 1961. *The practice and theory of biological control of insects in Canada*. Can. J. Zool. 39: 697-753.

l'Homme dispose pour le préserver ou s'en servir sans risquer de le détruire. A cause de l'explosion démographique qui provoque d'un côté la disette et de l'autre pose des problèmes de pollution de l'environnement, on a jugé indispensable d'entreprendre un programme de recherches biologiques.

L'I.B.P. vise à donner à l'Homme une meilleure compréhension du processus biologique servant de base même à la production d'aliments: comment la nourriture est élaborée dans la nature, et quelles sortes d'aliments s'adaptent le mieux à la production artificielle. Son but est également d'ouvrir de nouvelles perspectives sur la gestion sensée des ressources humaines et sur l'adaptation de l'Homme aux changements du milieu.

Les recherches au niveau national ou international seront menées dans des domaines tels que le rendement nourricier des terres et des eaux douces ou salées, les méthodes de production, de la préservation du milieu terrestre, de l'adaptation de l'Homme et de la gestion des ressources biologiques.

Etabli sous les auspices du Conseil international des unions scientifiques, l'I.B.P. a débuté officiellement le 1er juillet dernier. Au Canada il est placé sous la direction d'un comité représentant des biologistes chevronnés des établissements publics et des universités. Ces scientifiques sont nommés par le Conseil national de recherches du Canada qui assume la responsabilité du programme national.

ÉTUDE DE LA GRÊLE:

caractéristiques des grêlons de l'Alberta

par Jean-Guy CANTIN

Saviez-vous qu'en Alberta, plus précisément dans cette petite localité de Medicine Hat, il est tombé des grêlons de la dimension d'une balle de golf? Un mercredi, le 7 juillet 1965, à la suite de l'une des pires tempêtes de grêle depuis vingt-cinq ans dans cette région, on y a ramassé un échantillon de grêle qui fut expédié au laboratoire du département de météorologie de l'Université de Toronto pour fins de recherches.

Régulièrement dans l'Ouest, des volontaires ramassent des grêlons tombés des cumulonimbus, c'est-à-dire des nuages formés par convection durant les chaleurs de l'été. Ces météores font l'objet d'intenses recherches en vue de déceler tous les aspects de la formation de la grêle et de pouvoir un jour enrayer son effet dévastateur.

Nous vous présentons ici quelques aspects qualitatifs de ces grêlons de l'ouest du Canada. Un grêlon pris dans sa forme globale comporte des caractéristiques fascinantes et une coupe du même grêlon à travers son centre apporte des éléments nouveaux.

L'auteur du texte et des illustrations, Jean-Guy Cantin, B. Sc., M.A., météorologiste, est employé à la prévision du temps à l'Aéroport de Montréal, Dorval, pour le ministère des Transports du Canada.

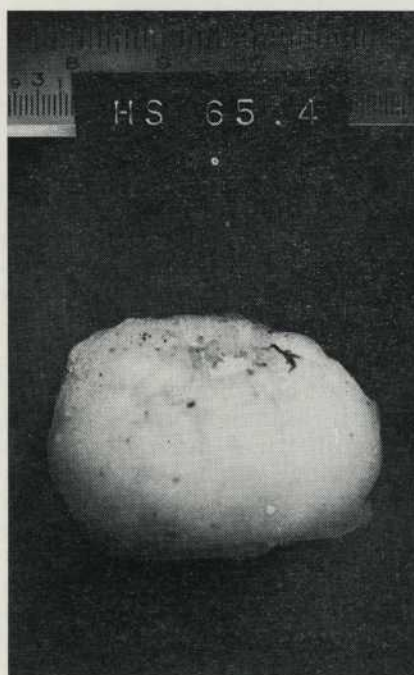
Aspect externe

Les physiciens spécialisés dans l'étude des nuages s'accordent à dire que les grêlons présentent, dans la plupart des cas, des formes conique, sphérique, sphéroïdale, ellipsoïdale ou souvent une forme irrégulière. Leurs diamètres varient généralement de 2 à 10 centimètres et les plus gros trouvés

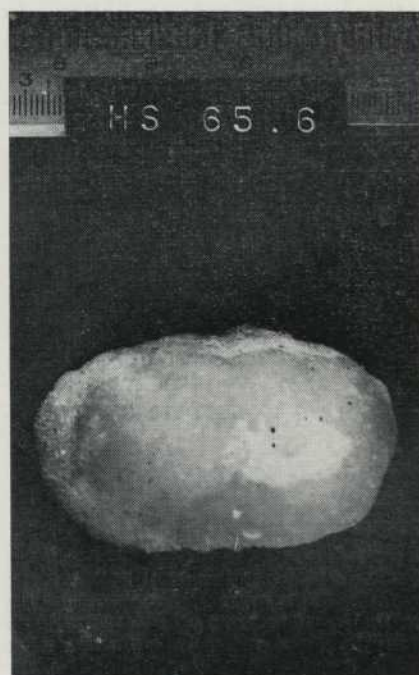
jusqu'à présent ont atteint les diamètres d'une balle de tennis ou d'un demi-pamplemousse.

Dans un échantillon de 25 grêlons examinés dans une chambre froide (12 pieds de longueur sur 6 pieds de largeur et 6 pieds de hauteur), gardée à une température de -13°C , nous retrouvons les formes déjà mentionnées. Plusieurs montrent soit des

Figures 1 et 2. Deux grêlons dans leur forme globale. Celui de la figure 1, à gauche, mesure 3.76 cm



de longueur et peut donc avoir un effet dévastateur appréciable.



cavités ou des protubérances, d'autres ont comme principale caractéristique des faces aplaties (figures 1 et 2).

Le grêlon de la figure 1 est de forme ellipsoïdale montrant de petites bosses sur un côté tandis que sa face opposée est une surface plus ou moins plane. Il pèse 13.653 g et a une densité de 0.891 g/cm³. Le simple principe d'Archimède permet de trouver le volume de chaque grêlon et d'en déduire sa densité. Le plus petit grêlon de l'échantillon possède un poids de 6.24 g et un diamètre maximum de 2.54 cm, tandis que le plus gros atteint un poids de 25.11 g et un diamètre maximum de 4.82 cm. Leur densité moyenne est de 0.885 g/cm³. Le grêlon de la figure 1 mesure 3.76 cm de longueur et peut donc avoir un effet dévastateur fort appréciable.

Aspect interne

Le grêlon est ensuite fixé sur une petite table et, au moyen d'une fraiseuse, il est scié par tranches successives jusqu'en son centre. Vous savez peut-être que la structure interne de chaque grêlon présente généralement des anneaux circulaires, elliptiques ou coniques (figure 3).* Des couches de glace opaque renfermant de multiples bulles d'air alternent avec des couches de glace transparente. On peut ainsi se représenter le grêlon comme un oignon à multiples enveloppes.

Ces couches sont constituées de cristaux de formation différente. Pour détecter les cristaux, on passe au microtome la surface de la coupe obtenue par la fraiseuse, ce qui nous donne une représentation naturelle de la surface du grêlon

* Nous rappelons aux lecteurs intéressés qu'une étude semblable était publiée dans notre 5e volume : « La grêle, sa structure et ses propriétés » publiée dans notre 5e volume : » La 1967, pp. 169-171. La Rédaction.

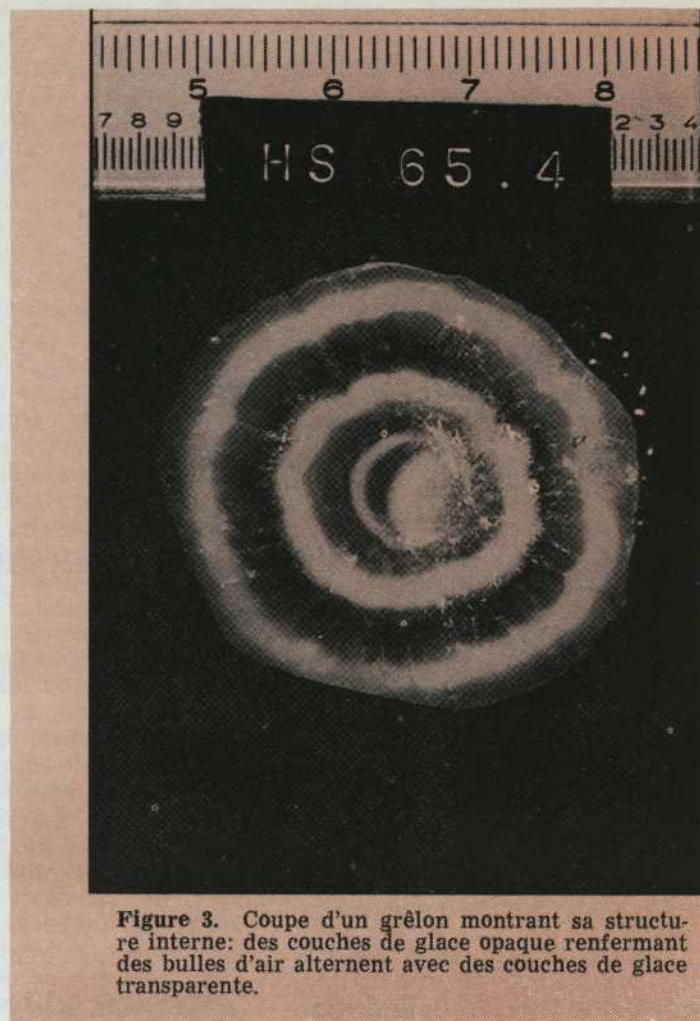


Figure 3. Coupe d'un grêlon montrant sa structure interne: des couches de glace opaque renfermant des bulles d'air alternent avec des couches de glace transparente.

sans en déranger la distribution cristallographique. Par la suite, une réplique en plastique obtenue par la technique Formvar de Schaefer (1956), nous permet l'examen au microscope hors de la chambre froide.

Qu'est-ce qu'on y voit? Si on prend comme exemple le grêlon numéro 4, on notera l'arrangement radical des cristaux allongés venant d'un centre de convergence ou de croissance dans les couches transparentes et l'arrangement désordonné des plus petits cristaux dans les couches à bulles d'air (ou glace opaque).

Piqûres de corrosion

Le microscope révèle en outre, que chaque cristal contient une grande quantité de piqûres de corrosion qui sont de très petits trous gravés dans la glace (figure 4). En effet, on a trouvé qu'une surface de glace polie, tenue à une température en bas du point de congélation dans une enceinte non saturée de vapeur d'eau, est exposée à des effets de corrosion par suite de l'évaporation lente des molécules H₂O en de nombreux endroits de la surface de la glace.

Figure 4. (en haut). Piqûres de corrosion dans trois cristaux différents. Grossissement 100 X.

Figure 5 (en bas). Colonne hexagonale montrant l'axe-c et trois sections ou coupes: piqûres de corrosion avec l'axe-c'.

Comme dernière propriété interne des grêlons, il est intéressant de noter que ces petites piqûres sont les sections d'une colonne hexagonale orientées dans un sens bien défini. Les sections varient selon les cristaux; ainsi sur les répliques en plastique de l'échantillon de grêlons schématisées à la figure 5. Sur cette même figure, on a appelé « axe-c » celui qui est parallèle à la colonne. L'axe-c' est la projection de l'axe-c dans le plan de la coupe.

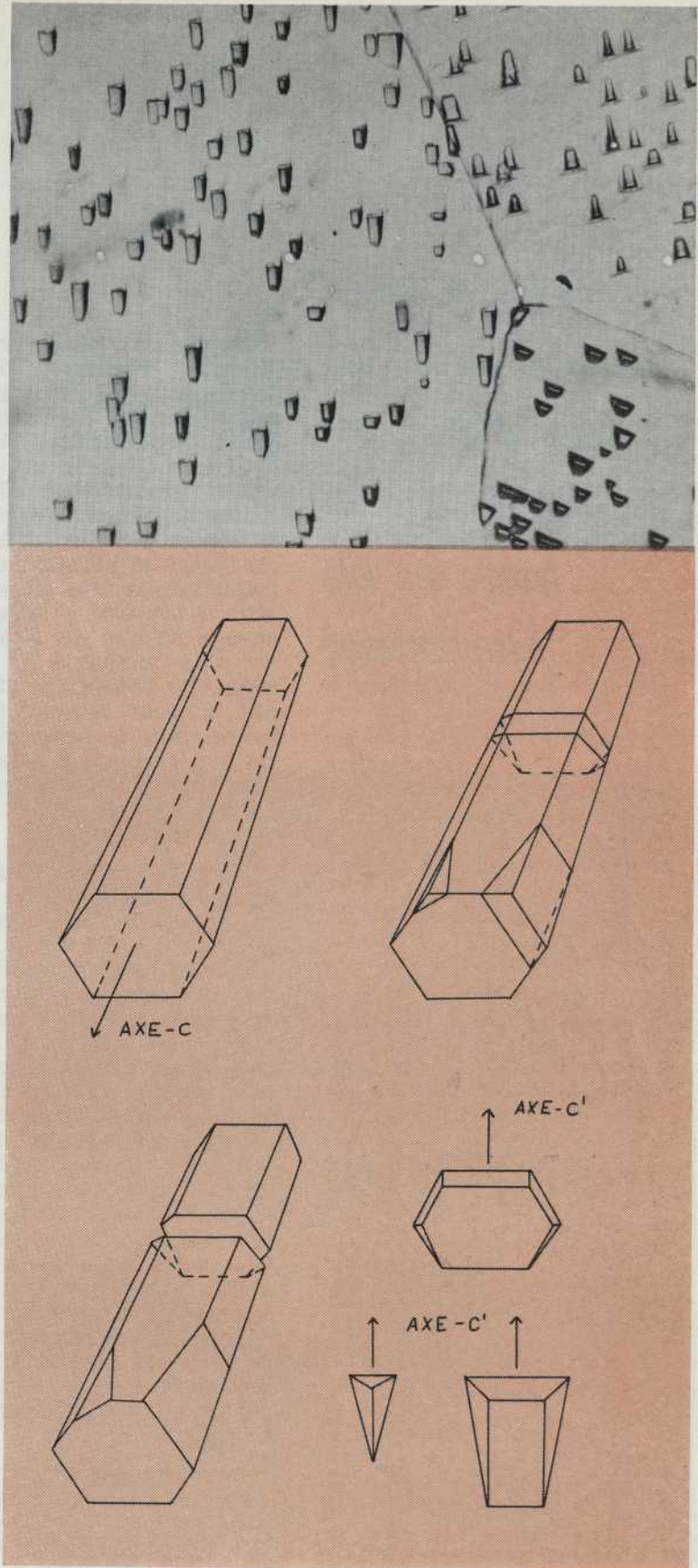
Les recherches théoriques et expérimentales sur la grêle doivent être poursuivies encore plus à fond, pour qu'on arrive à en connaître les mécanismes de formation.

Ces propriétés des grêlons de l'Alberta ont été quelques éléments de ma thèse de maîtrise dont le but m'amena à caractériser scientifiquement un échantillon de grêlon.

En terminant, je profite de l'occasion pour souligner que la science de la « physique des nuages », domaine de la météorologie, est trop peu connue chez nous et ceci est probablement dû à l'absence de dialogue entre les physiciens-météorologues et les jeunes avides de connaître ces intéressantes carrières.

Références

- LIST, R., 1960. *Growth and structure of graupels and hailstones*, Monograph 5, American Geophysical Union, 317-324.
- LIST, R., 1961. *On the growth of hailstones*, Nubila, 4, 29-38.
- SCHAEFER, V.J., 1956. *The preparation of snow crystal replicas*, Weatherwise, 9, 132-135.



*Graduellement la science
élabore un portrait des
planètes qu'elle corrige
et complète suivant le
rythme des vols
interplanétaires*

VÉNUS

ÉDITION

1968

par Jean-René ROY

Encore une fois, avec la conjonction d'octobre 1967, les deux grands de l'espace ont attaqué le no 1 de l'astronautique interplanétaire, Vénus, la deuxième planète du système solaire gravitant à 67 200 000 milles du Soleil. L'excentricité de son orbite étant très faible, soit 0.007, la planète dessine la trajectoire la plus circulaire de tout le système solaire. Vénus voyage autour du Soleil dans un plan incliné à 3° 24' par rapport à l'écliptique et accomplit un tour complet sur elle-même dans le sens rétrograde (le Soleil se lève à l'ouest pour se coucher à l'est) en 244.3 jours terrestres. (R. B. Dyce et G. Pettengill, 1967).

Non sans raison, Vénus a été surnommée « la planète soeur » : sa proximité, ses dimensions (diamètre de Vénus: 7 649 milles; celui de la Terre: 7 927 milles), et aussi le fait qu'au début du siècle on croyait trouver sur Vénus des conditions semblables à celles de la Terre primitive. Mais avec les découvertes récentes de *Mariner 2* (E.-U., 14 décembre 1962), *Vénus 4* (URSS, 17 octobre 1967) et *Mariner 5* (E.-U., 19 octobre 1967), il nous a fallu modifier le statut familial de notre soeur. Les données radioastronomiques avaient cependant permis aux spécialistes, durant les années 1950, de tracer un modèle de la planète assez près dans ses conclusions générales de celui qui est généralement admis actuellement.

L'auteur du texte et des dessins, Jean-René Roy, B. Péd., est étudiant en physique spécialisée à la Faculté des sciences, Université de Montréal.

Un portrait de Vénus

Pratiquement impossible à observer à cause de son épais manteau de nuages, la mystérieuse planète révèle graduellement ses charmes au moyen du radiotélescope, du radar et des satellites. Grâce aux recherches récentes, particulièrement aux observations de l'Américain John Strong à l'aide de ballons envoyés à 87 000 pieds d'altitude, il est maintenant prouvé que les nuages vénusiens sont constitués de cristaux de glace et de gouttelettes d'eau. Le bioxyde de carbone (CO₂) est le constituant majeur de l'atmosphère (90%); ce gaz avec la vapeur d'eau s'avèrent très efficaces pour produire un « effet de serre » qui est la cause des hautes températures de la surface: la lumière visible passe au travers l'atmosphère pour réchauffer le sol, mais l'infrarouge réémis est bloqué par le CO₂ et l'eau absorbant ces radiations. Le climat devient vite surchauffé, atteignant les 536°F révélés par la capsule soviétique. Malgré la rotation très lente de la planète, la face nocturne est tout de même réchauffée par les énormes masses de gaz brûlant circulant à l'échelle de la planète entière.

La quantité de CO₂ dans l'atmosphère vénusienne est 200 fois supérieure à tout le gaz de cette sorte contenu dans notre atmosphère; d'après certaines hypothèses, il serait injecté dans l'atmosphère grâce à une intense activité volcanique. Tandis que l'azote moléculaire constitue pas moins de 78% de l'atmosphère de la Terre, il est surprenant que les sondages de *Vénus 4* et *Mariner 5* n'aient rien détecté de cette molécule; cependant ceci est loin de signifier qu'elle y est inexistante car les détecteurs de *Vénus 4* ne pouvaient déceler des quantités inférieures à 7%.

Graduellement les hommes de science élaborent un portrait de Vénus qu'ils corrigent et complètent à chaque vol interplanétaire d'un laboratoire.

Le célèbre professeur J. A. Van Allen chargé d'une expérience visant à trouver des ceintures de radiation autour de la planète Vénus, a révélé que malgré un appareillage complexe et ultra-sensible placé à bord de *Mariner 5*, aucune ceinture de radiation n'a été découverte; si elles existent, leur intensité doit être un million de fois plus faible que celle de nos bandes Van Allen. La Terre demeure avec Jupiter l'unique planète du système solaire à être assié-gée de ceintures de radiation. Pas de champ magnétique, si-non un seul d'intensité infé-rieure à 0.03 celui de la Terre; les boussoles y sont donc inuti-les.

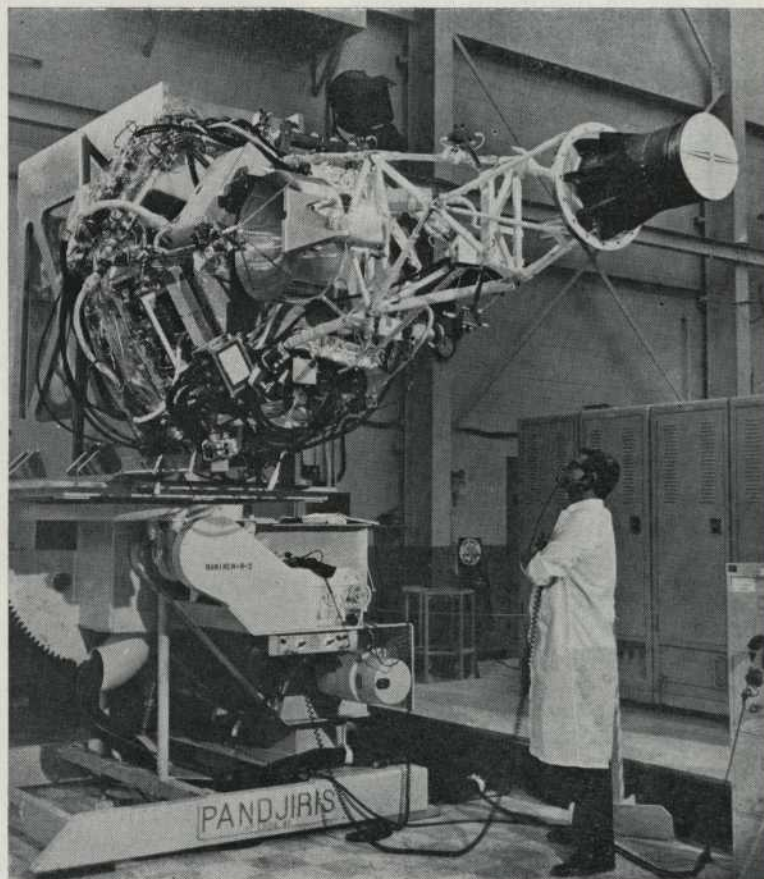
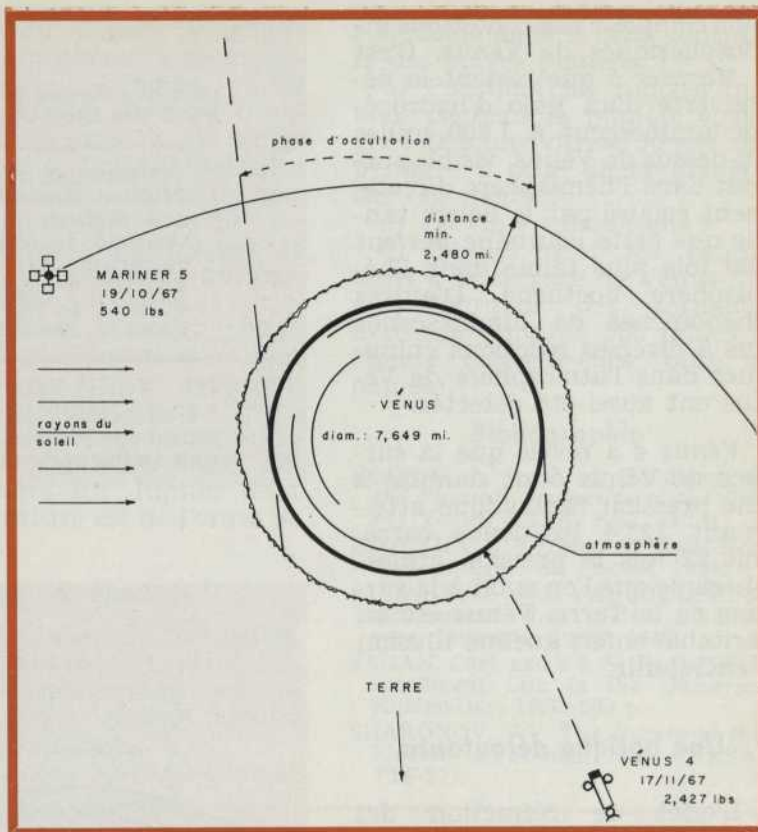
Un four infernal

Le chiffre de 536°F, quoique accepté par les hommes de science, n'est pas certain; on ignore si les mesures de *Vénus 4* se sont poursuivies jusqu'au sol, ou si elles se sont arrêtées à une altitude inconnue à cau-se de la destruction de l'appa-reillage ou du parachute par l'intense chaleur. Rappelons-nous qu'en 1962 *Mariner 2* me-surait 800°F comme températu-re de surface.

L'atmosphère vénusienne paraît un peu semblable à celle de Mars en composition, quoi-que énormément plus dense que celle de la planète rouge. Aux 90% de CO₂, il faudrait ajouter quelques % d'azote pro-bablement aussi d'hydrogène et d'hélium pour avoir une idée

Le dessin, en haut, montre l'exploration de Vénus en 1967 par le « Mariner 5 » américain et le « Vénus 4 » soviétique.

La photo, à droite, montre le « Mariner 2 », premier succès interplanétaire de l'homme qui révélait quelques secrets de Vénus le 14 décembre 1962, alors que ce laboratoire volant de 537 livres frôlait la planète à 21 645 milles. On distingue bien — un peu plus haut que le centre gauche — le radiomètre à ondes courtes qui a permis la détermination de la température du sol de Vénus. Le « Mariner 5 » utilisé par les Américains en 1967 était une réplique modifiée du « Mariner 4 » qui avait exploré Mars en juillet 1965. (Photo de la National Aeronautics and Space Administration, NASA, Washington).



plus complète des conditions atmosphériques de Vénus. C'est à *Mariner 5* que revient la découverte d'un halo d'hydrogène luminescent à 1 800 milles au-dessus de Vénus, visible surtout dans l'hémisphère directement éclairé par le Soleil, tandis que cette couronne devient 100 fois plus faible dans l'hémisphère nocturne. D'autres phénomènes de luminescence dus à diverses réactions chimiques dans l'atmosphère de Vénus ont aussi été détectés.

Vénus 4 a révélé que la surface de Vénus était soumise à une pression fantastique atteignant 323.4 lbs/pouce carré, soit 22 fois la pression atmosphérique que l'on subit à la surface de la Terre. Vénus est un véritable enfer, aucune illusion à entretenir.

Une optique déroutante

L'effet de réfraction des rayons lumineux dans l'atmosphère est de beaucoup exagéré sur Vénus à cause de la très grande densité atmosphérique. On calcule qu'un rayon lumineux serait assez réfracté pour pouvoir contourner complètement le globe et revenir à son point de départ. Ce phénomène de réfraction, courant sur la Terre, (mirages), n'a rien à voir avec l'incurvation des rayons de lumière dans les champs gravitationnels intenses prévue par la théorie de la relativité. De cette façon, tout individu sur Vénus se verrait dans le fond d'un abîme car tout le paysage environnant lui semblerait comme surélevé dans le ciel. De plus, les couchers de Soleil, s'il était possible de les apercevoir à travers les épais nuages, auraient un aspect assez fantastique: le Soleil en descendant du zénith s'aplatirait rapidement pour même se sectionner en morceaux et se dissoudre au-dessus de l'horizon. Les nuits d'une durée de 122 jours terrestres demeureraient éclairées d'une faible lueur également due à cette réfraction extraordinaire.

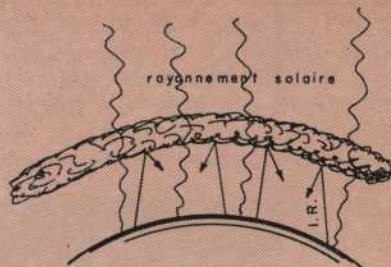
L'atmosphère de Vénus

telle que révélée par le satellite soviétique *Vénus 4* et le *Mariner 5* des Etats-Unis.

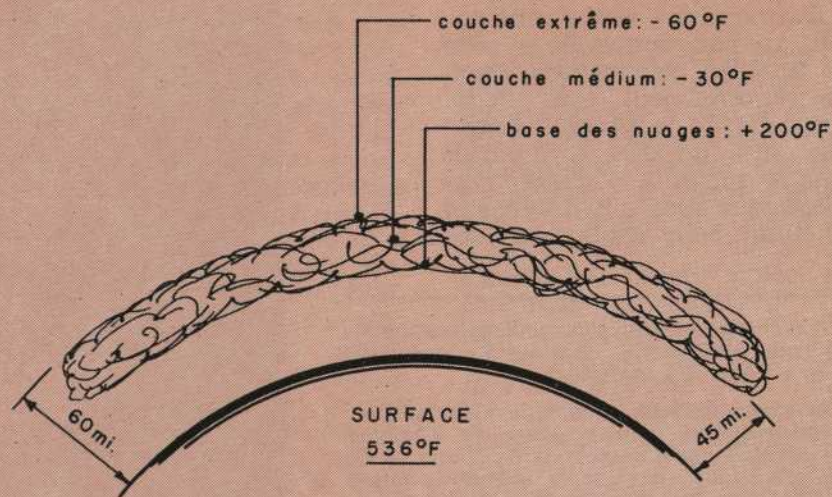
Température à la surface (?)	536°F
Pression atmosphérique à la surface	15 à 22 atmosphères*
Quantité de bioxyde de carbone, CO ₂	90%
Quantité d'oxygène	0.4%
Quantité de vapeur d'eau	1.6%
Quantité d'azote	moins de 7%

(?). Voir le texte.

* L'atmosphère est l'unité de pression atmosphérique et équivaut à une pression de 14.7 livres au pouce carré; c'est la pression que nous devons subir à la surface de la Terre.



A gauche: effet de serre sur Vénus où les radiations émises par le sol sont bloquées par les nuages. La lumière solaire atteint le sol qu'elle réchauffe mais l'infrarouge réémis est absorbé par le CO₂ et l'eau de l'atmosphère.



Répartition de la température à la surface et dans l'atmosphère de Vénus telle que déterminée par les trois satellites *Mariner 2*, *Vénus 4*, et *Mariner 5*.

Le vol frôlé de *Mariner 5* a permis d'ajouter un chiffre de plus à la valeur de la masse de Vénus; celle-ci est 0.815003 celle de la Terre; *Mariner 2* l'avait évaluée à 0.81485. La gravité y est donc 0.8 g, tout objet y pesant $1 \frac{1}{4}$ moins que sur la Terre. L'analyse de la trajectoire a aussi permis de préciser la masse de la Lune ($1/81.2999$ celle de la Terre) et d'évaluer avec une exactitude accrue l'unité astronomique (distance Terre-Soleil) à $92\,955\,659 \pm 62$ milles.

La vie sur Vénus ? On ne l'exclut pas

Quant à la vie, même si les conditions semblent extrêmement hostiles, certains audacieux comme le réputé astrophysicien Carl Sagan, auteur avec I. S. Shklovskii du volume *Intelligent Life in the Universe*, n'en excluent pas la possibilité. Les matériaux de base de la photosynthèse, H_2O , CO_2 et la

lumière du Soleil abondent dans l'atmosphère. Le même astrophysicien imagine qu'il pourrait exister certains organismes de la grosseur de balles de ping-pong flottant dans les nuages de Vénus, sorte de vésicules remplies d'hydrogène recueillant l'eau des nuages et captant les poussières minérales soulevées du sol. Les chercheurs actuels croient plutôt que la vie peut naître et évoluer dans des conditions beaucoup plus redoutables qu'on l'avait cru jusqu'ici. Ainsi on ne rejette pas la possibilité d'une microbiosphère sur Jupiter dont la température est de l'ordre de $-200^\circ F$.

Pas de réponses !

Malgré toutes ces recherches et observations, plusieurs importants phénomènes sur la planète Vénus restent encore sans explications:

a) Pourquoi tourne-t-elle sur

elle-même dans le sens contraire des autres planètes ?

b) Pourquoi les nuages qui nous cachent la planète voyagent-ils à une vitesse 50 fois supérieure à celle de la planète sur elle-même ?

c) La vie y existe-t-elle ?

d) Quelles sont les conditions à la surface de Vénus ?

e) Pourquoi des tornades avec des vents de 200 milles à l'heure balaient-elles toute la planète ?

Bibliographie

- KOENIG, L. R. et al. *Handbook of the Physical Properties of the Planet Venus*, NASA, 1967, 132 p.
LEQUEUX, J. *Planètes et Satellites*, Presses Univ. de France, 1964.
RUDAUX, L. et G. VAUCOULEURS. *Astronomie, Les Astres, L'Univers*; Larousse, Paris, 1948.
SAGAN, Carl, and I.S. SHKLOVSKII. *Intelligent Life in the Universe*, Holden-Day, 1966, 509 p.
SHARONOV, V.V. *The Nature of the Planets*, Jérusalem, 1964. (NASA, TTF-77).

Le 20e anniversaire du merveilleux « transistor »

Le minuscule transistor qui a pris des formes si diverses dans la physique et la technique contemporaines vient de célébrer son 20e anniversaire.

Le rôle du transistor a cependant considérablement évolué depuis son invention par trois savants des Bell Telephone Laboratories, John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley, le 23 décembre 1947. Ce célèbre trio de chercheurs se méritait le prix Nobel en 1956.

C'est de cet appareil tout petit, déjà décrit comme « trois jambes coiffées d'un chapeau miniature » qu'a surgi une industrie de plusieurs milliards de dollars, comptant à son service des centaines de milliers d'employés qui installent des transistors un peu partout, aussi bien dans les montres-bracelets que dans des satellites.

Chose curieuse, ceux pour qui les rudiments de la recherche physique sont inconnus et qui se satisfont de voir dans le cube de glace une application de la « physique des solides », sont capables de tenir avec entrain des propos probablement fort

justes sur leur radio à transistors ou leur téléviseur. Ils savent que leur appareil est plus petit, plus sûr et moins cher que n'importe quel autre modèle autrefois sur le marché.

Pour l'industrie du téléphone, le transistor était synonyme d'améliorations importantes dans l'équipement et le service; il introduisait en outre des mécanoïdes toujours plus nouveaux et plus compliqués qui autrement n'auraient pu voir le jour. Le transistor active le téléphone, mais il active aussi des ordinateurs géants, dont chacun peut contenir jusqu'à 100 000 transistors, attachés les uns aux autres et permettant à la calculatrice d'effectuer ainsi des millions d'opérations à la seconde.

Les transistors ne sont pas seulement utilisables sur terre, puisqu'ils font partie intégrante des satellites qui explorent l'espace; on les trouve aussi dans les câbles sous-marins et sur les navires qui sondent les profondeurs océaniques.

La découverte du transistor en a appelé une foule d'autres. L'affinage de zone, par exemple, procédé mis au point dans les Bell Laboratories pour purifier les matières à la base des transistors, a donné des substances servant à des fins techniques variées. L'intérêt croissant pour les

propriétés des solides a conduit à des inventions de dispositifs activés par des quanta électroniques, comme les lasers, les amplificateurs et modulateurs de lumière.

La plus récente découverte cependant a été celle du circuit intégré, application de la science du transistor consistant en circuits électroniques complets fabriqués à partir d'une feuille de matière aussi mince que du papier. Un circuit intégré, composé de 50 à 100 transistors, ainsi que plusieurs autres éléments de circuit, repose très aisément sur la tête d'une épingle.

La miniaturisation de l'équipement rendue possible grâce aux circuits intégrés est particulièrement importante pour l'industrie du téléphone, non seulement parce que le volume est réduit, mais aussi parce que les prix sont réduits et que la vitesse de fonctionnement est augmentée. Présentement, les éléments d'un circuit intégré peuvent accomplir des tâches qui, comparativement aux tubes à vide, coûtent cent fois moins cher et qui sont mille fois plus sûres. Et l'histoire n'est pas finie, puisque des chercheurs scientifiques et des techniciens s'emploient sans relâche à trouver de nouveaux et plus vastes champs d'application aux transistors.

Le GUI

une plante parasite



par Louis-P. COITEUX

« Au Gui l'an neuf ». L'évocation de cet adage ne suscitait rien de particulier dans mon esprit, si ce n'étaient certains souvenirs de lectures empruntés à la mythologie antique. Voilà que dernièrement, au cours d'un séjour en France, je fus amené à m'intéresser au phénomène botanique qu'est le Gui. Lors de la chute des feuilles, j'ai été fort intrigué par des amas ou boules de verdure qui persistaient dans certains arbres. Un examen a vite fait de me révéler que j'étais en présence d'une plante semi-

parasite inconnue dans la flore du Québec, le Gui ou *Viscum album* L. dans la langue scientifique.

La renommée du Gui remonte aux temps les plus reculés. Enée ne se fraya-t-il pas un chemin vers les enfers en brandissant un rameau de Gui invulnérable? Pline de son côté ne raconte-t-il pas que les Druides des Gaules et de la Bretagne considéraient le Gui comme un don des dieux? Ils le recueillaient le sixième jour de la lune, vêtus de blanc et au moyen de faucilles d'or. Ils lui attribuaient le pouvoir de chasser les démons et d'apporter la chance. Les peuples asiatiques et africains considéraient le Gui comme une plante magique ayant le pouvoir de

favoriser la fécondité. De nos jours, les vertus de cette plante persistent encore, à preuve cette coutume toujours vivante du Gui de Noël qui fait l'objet d'un important commerce dans certains pays.

Il n'est pas étonnant qu'on ait attaché tant d'importance à cette plante. Par sa composition chimique compliquée¹, elle possède des propriétés médicinales. On l'utilise pour soigner l'hypertension, on l'emploie également contre l'épilepsie et les convulsions. Certains paysans

L'auteur du texte et des illustrations, Louis-Philippe Coiteux, Lic. Ens. Sec. (Biologie), est actuellement en stage d'étude au Centre Audio-Visuel de l'École Normale Secondaire de Saint-Cloud, à Paris.

1. Les feuilles renferment de l'inosite et les fruits un glucoside, la viscite et un acide dit viscique. Les cendres de Gui donnent: de 17 à 50% de chaux, 14% de magnésie, de 1 à 8% de silice et jusqu'à 22% d'acide phosphorique.

la donnent en fourrage aux vaches et aux chèvres afin d'en augmenter la sécrétion lactée. De plus, il est possible d'extraire de la glu à partir de la tige et des fruits.

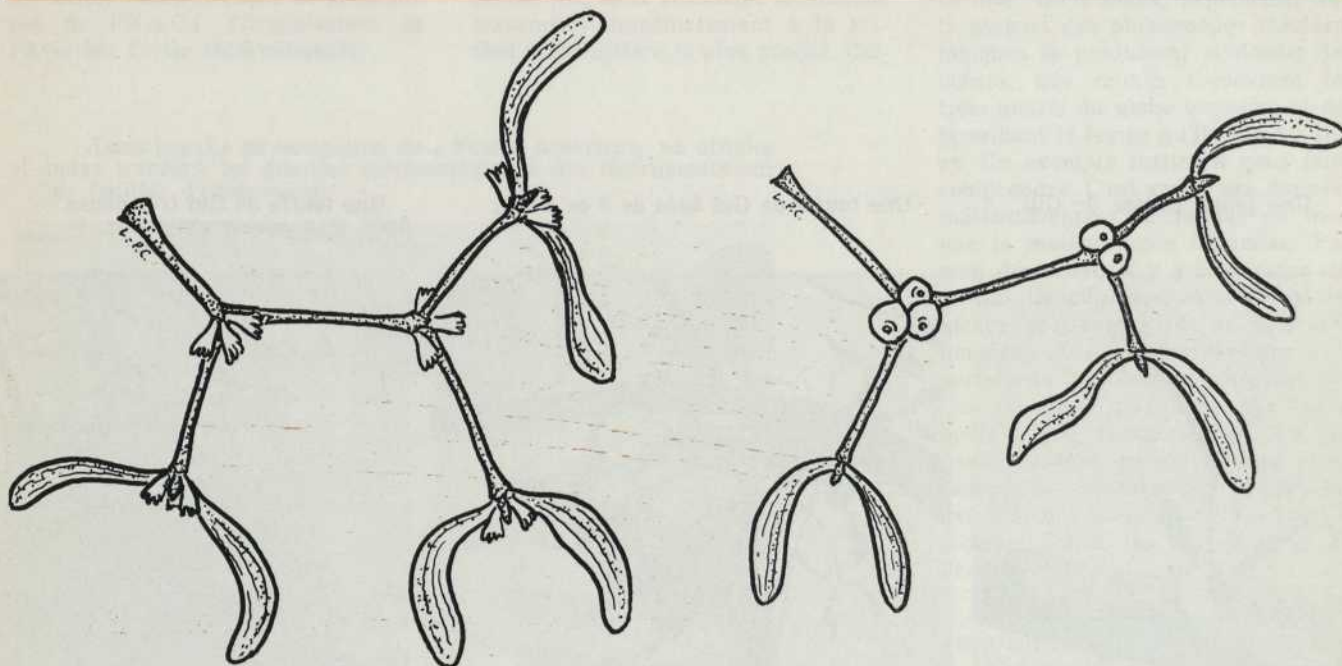
Le « Gui blanc » porte le nom scientifique *Viscum album* L., du latin *viscus*, glu, faisant allusion à la glu que l'on extrait de la tige et des fruits. C'est un végétal assez curieux, souvent confondu avec *Loranthus europaeus*, une autre plante de la famille des Loranthacées. Le Gui blanc croît en semi-parasite sur les branches d'un grand nombre d'arbres et d'arbustes. La longueur de la plante varie de 20 cm à un mètre (8 à 40 pouces) environ. Les feuilles et les tiges sont d'un vert clair ou jaunâtre; elles contiennent de la chlorophylle et nous permettent de croire que la plante n'est pas un parasite complet. Lorsque le Gui s'installe sur un arbre à feuilles caduques, il peut, après la chute des feuilles, se nourrir par assimilation chlorophyllienne et même céder une partie de ses substances à la plante hôte.



Au point de contact entre le Gui et la plante hôte, la branche s'épaissit à cause des suçoirs de plus en plus nombreux qui se multiplient. Les tiges ligneuses du Gui se développent en ramifications, le plus souvent par bifurcations binaires.

Il est intéressant de connaître le phénomène de propagation du Gui d'un arbre à l'autre. Les oiseaux, surtout les grives, sont friands de ses fruits.

Comme les graines sont visqueuses, elles adhèrent facilement au bec et aux pattes des volatiles. Ces derniers, pour s'en débarrasser, se frottent le



Les fleurs du Gui sont insérées à l'aisselle des feuilles ou entre les fourches des rameaux ou encore sur la partie terminale de la tige.

Le fruit du Gui est une baie blanchâtre, charnue et visqueuse.

bec et les pattes aux branches de l'arbre et fixent ainsi plusieurs graines au support. Nous sommes en présence d'un bel exemple de dissémination « zoochore », c'est-à-dire par l'intermédiaire des animaux.

La graine ainsi fixée germera. Si l'arbre qui la porte est de la bonne essence, une nouvelle touffe pourra se développer. Comme la graine ne porte pas de radicule, la partie se trouvant sous les deux cotylédons se recourbe et sa base s'élargit en un disque d'où vont naître des suçoirs qui iront s'implanter dans la tige de l'arbre, entre le bois et l'écorce. Au point de contact, on verra la branche s'épaissir à cause de la présence des suçoirs de plus en plus nombreux qui s'y multiplient. Le Gui ne manifeste ni géotropisme ni héliotropisme et pousse perpendiculairement à l'endroit où la graine a germé. Du côté opposé aux suçoirs, des tiges ligneuses ramifiées se développent, le plus souvent par bifurcations binaires. L'extrémité des pousses est garnie de

feuilles opposées, épaissies, obovales et à nervures parallèles. Comme on peut le voir sur les illustrations, hôte et parasite sont étroitement unis comme par une greffe.

Le Gui blanc est une plante dioïque, c'est-à-dire possédant un seul sexe sur la même touffe. On peut trouver une touffe mâle se développant sur le même arbre où des touffes femelles sont déjà fixées. Les fleurs jaunes ou jaunâtres unisexuées apparaissent en mars ou avril, avant l'apparition des feuilles chez la plante hôte. Elles sont insérées à l'aisselle des feuilles ou entre les fourches des rameaux, ou encore placées sur la partie terminale de la tige. Comme ces fleurs sont nectarifères, le problème de la fécondation ne se pose pas. Le fruit est une baie blanchâtre, rarement jaunâtre, charnue et visqueuse.

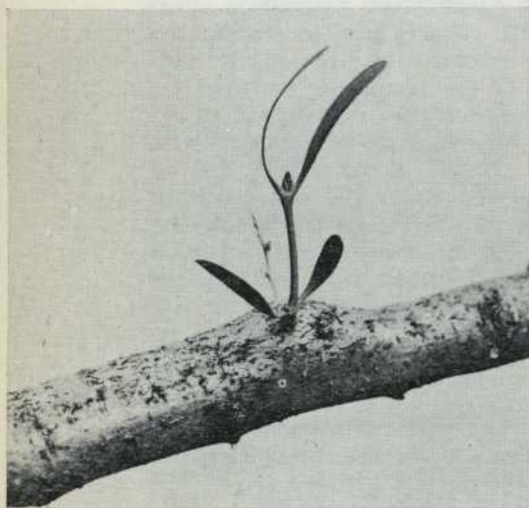
Le Gui blanc parasite plus de 110 espèces d'arbres et d'arbrisseaux. Il semble toutefois préférer les peupliers, les sau-

les, les chênes et les arbres fruitiers. On le trouve aussi sur des conifères tels que le pin, l'épinette et le génévrier. L'hôte ne semble pas souffrir de ce parasitisme, sauf dans le cas où le Gui atteint de trop fortes proportions. Deux espèces de Gui se rencontrent en Europe et en Asie; tandis qu'en Afrique, en Australie et dans les régions tropicales des Amériques, on en compte plus de 600 espèces. Ces espèces sont des végétaux « toujours verts » (*Evergreen*), parasites, à feuilles simples, entières, opposées ou verticillées.

Bibliographie

- BONNIER, G. *Flore complète de France, Suisse et Belgique*, illustrée en couleurs; Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse, tome 5, pp. 22-23.
- QUILLET, A., éditeur, Paris. *Encyclopédie du monde végétal*, 1964, pp. 1180-1184.
- WILLIS, J.-C. *A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns*. Univ. Press, Cambridge, 1951, p. 682.

Une jeune pousse de Gui.



Une touffe de Gui âgée de 3 ou 4 ans.



Une touffe de Gui très dense, âgée d'au moins vingt ans.



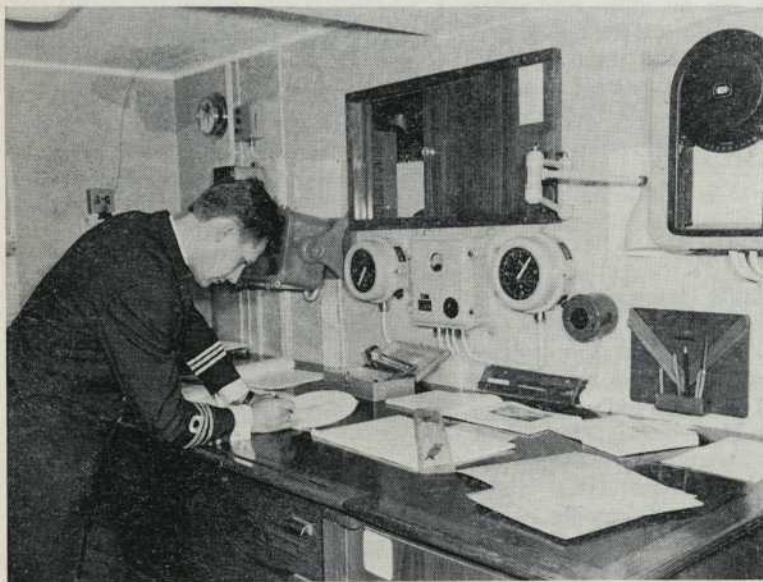
Le progrès des SCIENCES

La météorologie maritime belge et la météorologie mondiale

De tout temps, l'homme, qu'il se trouve sur terre ou sur mer, a toujours eu intérêt à pouvoir prévoir les conditions atmosphériques mais on peut dire qu'à l'époque de l'aviation et plus particulièrement de l'aviation civile, les prévisions du temps constituent pour des millions de voyageurs une question de vie ou de mort.

En 1946 déjà, immédiatement après la seconde guerre mondiale, la Belgique finançait l'équipement et l'entretien d'un navire météorologique, le « Lieutenant de vaisseau Victor Billet » dans le cadre du programme de l'O.A.C.I. (Organisation de l'Aviation Civile Internationale).

Dans la salle de navigation du « Frubel America », un officier belge transcrit les données météorologiques des instruments sur les feuilles d'observation.



En 1949, la Belgique décida de participer également au programme mondial d'observations météorologiques en mer. Sur un total de 4 000 navires effectuant des observations pour le compte de l'Organisation météorologique mondiale (O.M.M.), 53 navires belges, dits « sélectionnés », ont été équipés d'instruments météorologiques par la Régie belge des Voies Aériennes (R.V.A.) au cours des années qui suivirent. En 1965, ces bateaux ont effectué 19 570 observations (appelées OBS en jargon professionnel) dont un nombre important s'est déroulé dans le triangle Anvers-New York-Matadi, zone océanique indiquée sur les cartes météorologiques comme étant insuffisamment explorée. Les deux bateaux météorologiques entretenus par la Belgique en mer du Nord communiquent à leur tour une moyenne de 4 650 OBS par an.

Quelques mots d'explication s'imposent ici. Le globe terrestre est subdivisé en six grands secteurs météorologiques: le chiffre 6 a été dévolu à l'Europe. Les observations qui sont effectuées volontairement toutes les six heures (6, 12, 18, 24 h CMT) par les officiers de marine à bord des navires « sélectionnés » ne sont pas seulement consignées au carnet d'observations, mais elles sont également transmises immédiatement à la station radio côtière la plus proche. Cel-

le-ci communique le message au Service Météorologique national lequel utilise ces renseignements pour dresser ses cartes météorologiques; d'autre part, il les fait parvenir aux Services homologues des pays appartenant au même secteur.

Lors du retour des navires au port d'attache, les « carnets d'observation » sont remis au Service Météorologique qui a fourni l'équipement; les observations météorologiques sont transcrites sur des cartes perforées lesquelles sont transmises tous les six mois aux Services Météorologiques internationaux chargés de la préparation des atlas météorologiques, des « pilot-charts », etc., documents diffusés à l'échelle mondiale.

Les navires sélectionnés belges sont classés parmi les meilleurs au monde. Son industrie ne produisant pas d'instruments météorologiques, la Belgique peut acheter les meilleurs appareils qu'offre le marché mondial. C'est ainsi que les baromètres anéroïdes sont importés des Etats-Unis, les anémomètres électriques du Japon, etc.

Un profane s'étonnera peut-être qu'un service de météorologie aéronautique attache tant d'importance à la mer. Qu'il sache, cependant, que la plupart des phénomènes météorologiques se produisent au-dessus des océans, que ceux-ci recouvrent les trois quarts du globe terrestre et déterminent le temps qu'il fera sur terre. Un exemple suffira à nous faire comprendre. C'est grâce aux données météorologiques recueillies en mer, que le météorologue finlandais Palmén découvrit, il y a longtemps déjà, que les ouragans ou cyclones tropicaux se développent en mer uniquement là où la température à la surface de l'eau atteint au moins 26°. Ces ouragans s'apaisent sur terre, après s'être déchainés. Si l'on sait quels ravages pareil cyclone peut causer, on comprendra l'importance extrême des observations en mer, y compris celles des températures de l'eau.

A l'heure actuelle, dans le monde, 4 000 navires de la marine marchande sont équipés d'instrument de précision destinés aux observations météorologiques en mer, dans le cadre du programme de l'Organisation Météorologique Mondiale (O.M.M.).

Et pourtant, lorsqu'on examine une carte du monde où sont indiquées les quelques dizaines de stations côtières de radio, ainsi que les zones de l'océan au sujet desquelles on dispose d'observations météorologiques satisfaisantes, on constatera avec étonnement que près des neuf dixièmes des océans sont encore insuffisamment explorés au point de vue météorologique et cela en dépit des 4 000 navires d'observation !

(Institut belge d'Information et de Documentation, Bruxelles.)

Connaissez-vous Manfred Eigen ?

Les chercheurs de l'Institut Max Planck de Chimie à Göttingen, en Allemagne occidentale, se doutaient depuis quelque temps déjà que l'un des leurs, Manfred Eigen, serait le lauréat du prix Nobel de chimie 1967.

Ces derniers temps, les travaux de ce jeune professeur, né en 1927, avaient fait grand bruit dans les milieux scientifiques. Ces travaux portent notamment sur les réactions chimiques ultra-rapides. En coopération avec le physicien-chimiste Norrish (Cambridge) et Porter (Londres), Manfred Eigen mit au point une méthode qui permet de reconnaître des produits intermédiaires créés au cours de réactions chimiques ultra-rapides moyennant le bouleversement de l'équilibre moléculaire par chocs d'énergie. La méthode est l'élément le plus important du travail scientifique. Le lauréat du prix Nobel, Mössbauer, physicien munichois, avait mérité cette distinction pour n'avoir découvert qu'une bonne méthode ! La méthode, en effet, est la clé de la connaissance.

Le principe cinétique dans les réactions chimiques est un domaine presque inconnu du public. La plupart des réactions ne se déroulent pas comme le montrent les équations dans les manuels scolaires. Elles passent au contraire par de nombreux stades intermédiaires que l'on ne peut saisir qu'au moyen de méthodes particulières d'autant plus que les matières intermédiaires ne subsistent que pour une durée très courte.

La connaissance de la véritable chaîne de la réaction chimique est cependant d'une signification fondamentale pour la technique et la médecine, car elle nous donne la possibilité d'intervenir.

Pour les réactions chimiques qui ne dépassent pas une certaine vitesse, on a déjà inventé la « congélation » des matières intermédiaires, et l'on découvre alors les produits recherchés à l'aide des méthodes analytiques connues. Lorsque les réactions se font cependant dans un cent millionième ou même dans un milliardième de seconde toutes ces méthodes de travail ne sont plus applicables.

La notion de l'équilibre chimique joue un rôle essentiel dans le secteur cinétique des réactions chimiques. Théoriquement, une telle réaction ne se déroule pas de façon à ce que le produit de départ passe par tous les stades intermédiaires pour devenir entièrement le produit final. Au cours de la réaction un équilibre est créé, c'est-à-dire qu'à partir de ce moment autant de produits finaux subsistent une réaction vers l'état du départ que d'autres ne suivent le développement chimique jusqu'au produit final. Il y a donc des molécules ou des particules qui sans cesse alternent entre le produit final et celui du départ, tandis que rien ne change extérieurement. L'analyse du mélange de réaction indique la même quantité du produit final que du produit du départ. Il y a donc un équilibre. Celui-ci peut cependant se situer plutôt sur un côté, c'est-à-dire que le produit du départ est devenu presque entièrement produit final. Il n'y a cependant aucune réaction chimique à l'issue de laquelle le produit final ne comprenne pas encore de particules du produit de départ, même si la qualité de ces particules est si réduite qu'elle ne se laisse plus définir.

Les produits intermédiaires des réactions ont aussi leur équilibre momentané. Contrairement à la méthode connue qui consiste à ne pas bouleverser cet équilibre mais à le « congeler » pour le saisir, Manfred Eigen eut l'idée révolutionnaire de perturber l'équilibre momentané d'une réaction chimique ultra-rapide en dérangeant son déroulement par des ondes d'explosion ou par des chocs

électriques. Il était essentiel que le choc intervenant fût encore de plus courte durée que la réaction elle-même (il s'agit de cent millièmes de seconde); il va sans dire que Manfred Eigen fut également obligé de trouver des méthodes d'observation de ces interventions et de leurs effets. Ce but réalisé, il put observer que les molécules se dispersaient très rapidement au moment du choc, mais qu'elles tendaient ensuite à trouver immédiatement leur ancien équilibre. Même s'il ne s'agit que de milliardièmes de seconde, la réaction est de cette manière subdivisée dans ses diverses phases. A l'aide de méthodes électriques, optiques et spectroscopiques, on peut constater ce qui se passe au cours du milliardième critique d'une seconde. On apprend donc le vrai chemin d'une réaction chimique qui est souvent différent des estimations.

La technique actuelle permet de saisir la modification du spectre, la conductibilité électrique, l'absorption de la lumière et d'autres phénomènes physiques, même dans les laps de temps les plus courts. Le chimiste peut, sur la base de ces constatations, tirer ses conclusions en ce qui concerne les réactions chimiques qui se cachent derrière les phénomènes physiques. Ces données sont caractéristiques pour les produits intermédiaires. Le mérite de Manfred Eigen et de ses collègues anglais est d'avoir trouvé les méthodes spéciales permettant de telles observations. Les chercheurs se sont occupés au début des réactions chimiques qui se déroulent lorsque deux atomes de chlore deviennent une molécule à deux atomes de chlore qui ensuite se décompose à nouveau en deux atomes de chlore. A partir de cette expérience simple ils ont obtenu, au cours de vingt années de recherches, la connaissance de nombreuses réactions beaucoup plus complexes.

La détermination de l'âge chez les animaux

3e et dernier article

par Germaine et Raymond Van COILLIE

D. Rythmes physiologiques annuels d'accroissement chez les poissons

1. Facteurs des croissances périodiques annuelles

Les physiologistes croient que les importantes variations annuelles de la température, de la lumière et de l'alimentation disponible dans le milieu de vie, dictent des rythmes annuels de l'accroissement général et ostéoïde chez les poissons osseux.

a) **Facteur « température »** : les écailles du *Synagris japonicus* du golfe du Tonkin présentent des annuli annuels, dans un milieu où la température aquatique superficielle se situe à 27-28° C en saison chaude et à 23-24° C en saison fraîche. Par contre, les écailles du même poisson dans les eaux maritimes de l'Indochine méridionale, dont la température de surface fluctue autour de 27° C, n'ont pas d'annuli.

Bref, lorsqu'un milieu de vie offre des variations annuelles de température suffisamment importantes, les poissons de ce milieu ont généralement des croissances périodiques annuelles générale et ostéoïde.

b) **Facteur « lumière »** : l'ostéogenèse (cf B. 3.b), indispensable aux divers accroissements, est réduite lors de l'hiver chez les poissons-chat. On réussit cependant à l'accélérer lors de cette saison en plaçant ces poissons dans des aquariums éclairés 16 heures par jour; ceci a lieu malgré les températures hivernales qui sont maintenues dans les aquariums.

La durée d'éclairement, variable avec les saisons dans les zones non équatoriales, intervient donc très probablement dans les cycles annuels d'accroissement au même titre qu'elle influence des migrations.

c) **Facteur « alimentation »** : en saison chaude et humide, une crue enrichit les eaux des lacs et des fleuves du Cambodge de débris végétaux et animaux divers recueillis sur les terrains submergés, ce qui profite à la croissance des poissons présents. L'époque des basses eaux, au contraire, provoque un ralentissement d'agrandissement et l'apparition consécutive d'un annulus chez les mêmes poissons.

Néanmoins, la richesse ionique (les ions minéraux sont nécessaires à la croissance) diminue dans les eaux africaines plus diluées lors de la saison des pluies. Cet appauvrissement ionique expliquerait partiellement le faible accroissement constaté pour les truites du Kenya pendant la période des hautes eaux.

La vitesse de croissance des truites varie avec les espèces de vers qu'elles trouvent ou qu'on leur donne. Ceci suggère que non seulement la quantité de nourriture mais aussi la qualité de cette nourriture et ses variations influencent la croissance des poissons.

Le changement de l'énergie disponible, qui a lieu quantitativement et qualitativement chaque année dans le milieu ambiant, paraît donc induire un rythme annuel de croissance chez un grand nombre de poissons.

d) **Facteur « reproduction »** : si l'on place des truites en milieu continu et favorable à la croissance⁵, on constate qu'elles arrêtent de croître pendant la maturité et l'activité sexuelles.

La préparation des produits sexuels et leur décharge s'accompagnent, chez les poissons, d'une diminution de l'agrandissement et d'un

L'auteur, Raymond Van Coillie, M. Sc., assisté de son épouse, est en stage d'étude pour le doctorat en biologie au Département de biologie, Université Laval, Québec.

5. Conditions favorables à l'accroissement des truites : température constante de 11.5° C ± 0.3, 12 heures d'éclairement quotidien, eau courante de même richesse ionique, nourriture abondante et régulière.

annulus conséquent. En effet, lors de cette période, l'appétit décroît tandis que le poisson concentre les produits digérés ou conservés pour la fonction de reproduction au détriment des besoins pour l'accroissement général et ostéoïde. (Voir graphique 5).

Mais comment expliquer par une reproduction annuelle la présence d'annuli chez beaucoup de poissons osseux avant leur première maturité sexuelle?

e) **Facteurs combinés en « wintercheck »** : la plupart des physiologistes affirment que le frein annuel de l'accroissement chez les poissons n'est pas dû à l'intervention d'un seul facteur, mais plutôt à l'action coordonnée de plusieurs facteurs. L'abaissement de la température, le raccourcissement du jour, l'appauvrissement alimentaire dans le milieu de vie, lors de certains mois de l'année (automne-hiver, saison sèche), réalisent ensemble un « wintercheck » qui se manifeste par un arrêt total ou partiel de la croissance et la formation d'un *annulus annuel*. Durant les autres mois de l'année, par contre, les conditions du milieu favorisent l'agrandissement général et ostéoïde.

Le facteur *reproduction* se combine à la fin ou au début du « wintercheck » chez la majorité des poissons osseux. Toutefois, pour certaines espèces, la période de reproduction ne coïncide pas avec celle du « wintercheck »; dans ces conditions, il y a un ralentissement et la formation d'un *annulus supplémentaire de reproduction* pendant la phase de croissance.

Dans quelques milieux de vie, notamment en zones équatoriales, le « wintercheck » annuel ne se présente pas, car les variations annuelles de la température, de la durée du jour et de l'alimentation disponible n'y sont pas suffisantes. Dans ce cas, le facteur reproduction détermine seul le rythme annuel, (ou une « rythmicité » plus complexe) de la croissance chez les poissons de ces milieux.

La répétition annuelle d'un « wintercheck », d'une diminution de l'accroissement et d'un annulus annuel, n'empêche cependant point l'intervention isolée d'un facteur sur la croissance des poissons. Par exemple, pendant l'été propice à l'agrandissement, il peut survenir dans une région un abaissement important et prolongé de la température ou de l'énergie disponible; cette « crise accidentelle » d'un des facteurs du milieu provoque alors chez les poissons qui y vivent un arrêt de croissance pouvant se traduire par un *faux annulus*.

f) **Rythme endogène héréditaire** : pour expliquer la présence d'un rythme annuel de croissance pour des truites élevées en conditions expérimentales constantes et favorables alors qu'elles n'ont pas encore atteint leur première maturité sexuelle, on fait appel à la notion de rythme en-

dogène. Ce concept s'explique de la façon suivante, dans le cas de la croissance des poissons : le rythme annuel d'accroissement, calqué sur la périodicité annuelle des variations des facteurs du milieu, *s'inscrirait en se répétant* dans une « horloge biologique interne » qui se transmettrait héréditairement. Une fois inscrit, le rythme persiste lorsqu'on déplace les poissons en milieu expérimental; cependant, il se dérègle progressivement avec le temps et peut être effacé par l'inscription d'un nouveau rythme.

Il en serait de même pour les « rythmicités » annuelles de reproduction et de migration.

Reste à savoir comment les facteurs annuellement variables du milieu de vie dictent les croissances périodiques annuelles « mémorisées » par les poissons.

2. Contrôles hormonaux des croissances périodiques annuelles

Une *augmentation de la température* aquatique entre certaines limites rend la thyroïde⁶ des poissons plus active. L'élévation de la quantité d'hormones thyroïdiennes dans le corps hausse le métabolisme⁷. (Voir graphique 6). Cette hausse métabolique est accompagnée d'une augmentation de l'appétit, de « l'efficacité nette »⁸, de la croissance générale et ostéoïde, de l'activité qui puise de l'énergie au détriment des besoins pour l'accroissement. (Voir graphique 6). D'autre part, une baisse sensible et maintenue de la température du milieu ambiant provoque des caractéristiques hormonales et physiologiques contraires à celles qui viennent d'être décrites.

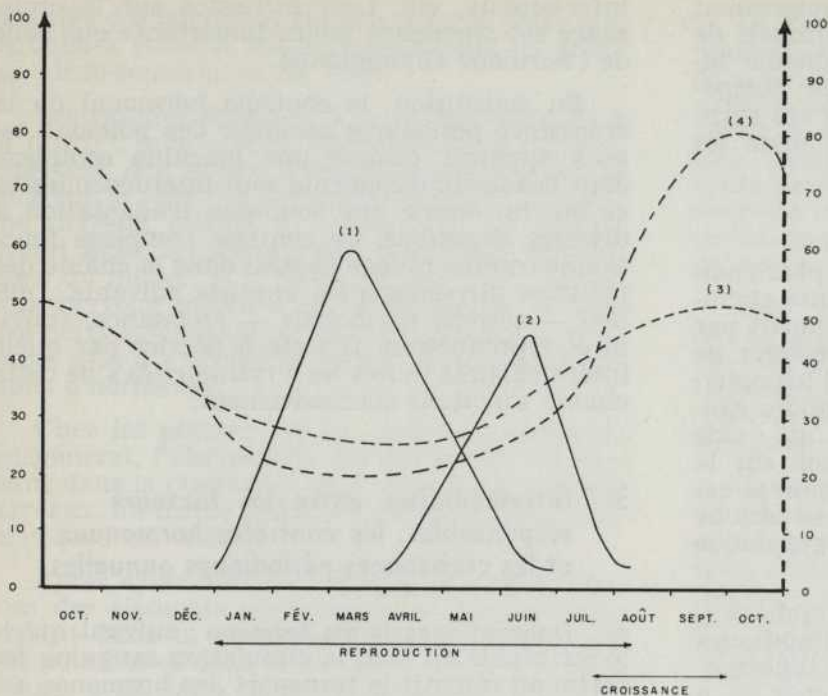
L'allongement du jour favorise également chez les poissons l'activité thyroïdienne et ses conséquences. Par exemple, la thyroïde des poissons-chat, qui présente un aspect non fonctionnel en hiver, peut acquérir un aspect fonctionnel typique de l'été si on éclaire ces poissons 16 heures par jour pendant l'hiver; dans ce cas, la croissance reprend avant la fin de l'hiver.

L'hormone thyroïdienne ne peut augmenter le métabolisme, l'agrandissement et l'activité que si le milieu offre une *alimentation* suffisante comme source d'énergie et de matériel pour l'augmentation de ces trois phénomènes physiologiques.

6. Thyroïde : glande hormonale du cou sécrétant une hormone à multiples effets.

7. Métabolisme : ensemble des réactions chimiques intervenant dans le fonctionnement d'un organisme vivant.

8. Efficacité nette : quantité d'aliments prise en plus de ce qui est strictement nécessaire à l'entretien de l'organisme. L'efficacité nette dépend de l'appétit et permet la croissance et l'activité.



Graphique 5. Reproduction et croissance

- (1): pourcentage de poissons trouvés en état de préparation sexuelle;
- (2): pourcentage de poissons trouvés en état de décharge sexuelle;
- (3): pourcentage de remplissage d'estomac;
- (4): pourcentage d'accroissement en longueur.

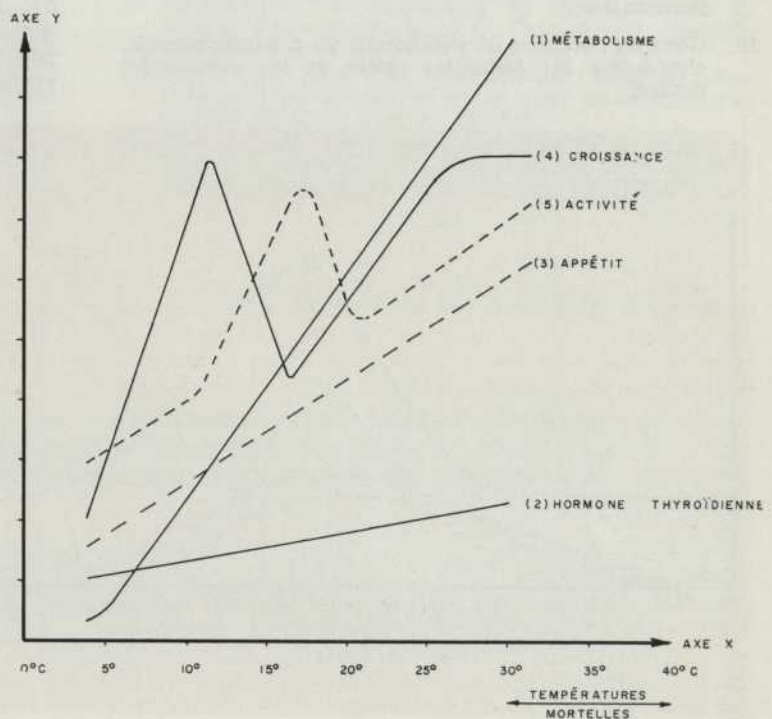
La reproduction de l'aiglefin de l'Atlantique nord a lieu à la fin de l'hiver et au printemps et se déroule en deux étapes : préparation des produits sexuels (1) et ensuite décharge de ces produits (2). Pendant ces deux périodes successives, le poisson se nourrit peu, ne s'accroît presque pas et utilise ses réserves pour les phénomènes sexuels précités. A la fin de cette reproduction, l'appétit (3) de l'aiglefin augmente rapidement, ce qui favorise l'apport de matériel à la croissance d'été et d'automne (4) ainsi que l'emmagasinement de nouvelles réserves en vue de l'hiver.

Graphique 6. Température, activité thyroïdienne et conséquences.

- (1): nombre de ml d'oxygène utilisé par kg de poisson par heure;
- (2): quantité d'hormones thyroïdiennes par litre de sang;
- (3): pourcentage de remplissage de l'estomac;
- (4): accroissement moyen par poisson et par semaine, exprimé en mm;
- (5): nombre moyen de déplacements du poisson par heure.

L'augmentation de la température entre 5° C et 30° C élève la consommation d'oxygène des truites. Cette élévation mesure l'intensification du métabolisme (1) de ces poissons. Cette intensification est due à une augmentation progressive de la quantité d'hormones thyroïdiennes présentes (2). La hausse métabolique dans un milieu qui se réchauffe entraîne une hausse des besoins énergétiques; de ce fait, l'appétit (3) augmente, ce qui accroît l'efficacité nette. Dans ces conditions, la croissance (4) et l'activité (5) sont favorisées par le réchauffement du milieu ambiant; la croissance est cependant réduite entre 10° et 17° C au profit de l'activité, tandis que le phénomène contraire se produit au-delà de 17° C.

N.B. Pour faciliter la comparaison entre les différents phénomènes obéissant aux mêmes facteurs de température, un procédé mathématique a été utilisé: il s'agit de ramener les échelles des valeurs des différentes ordonnées (axes y) à une échelle commune (axe Y). Ceci permet de grouper plusieurs graphiques en un seul à la condition qu'ils aient tous la même abscisse (axe X). On utilisera le même système de transposition pour le graphique 7.



La « rythmicité » annuelle d'accroissement des poissons suit donc les rythmes annuels de l'alimentation et de l'activité thyroïdienne laquelle dépend des facteurs climatiques (température et lumière) de ce milieu. Tous ces rythmes sont généralement concordants dans les conditions naturelles.

Remarques :

1) Le phénomène est cependant plus complexe du fait que l'influence des facteurs climatiques sur la thyroïde a lieu non seulement par voie directe, mais aussi par l'intermédiaire de l'hormone *thyroïdotrope* sécrétée par l'hypophyse⁹. De plus, cette dernière glande élabore également une hormone somatotrope qui aide l'hormone thyroïdienne dans son action sur la croissance. Comme la thyroïde, l'hypophyse est surtout active chez les poissons lors de la période favorable de l'accroissement. (Voir graphique 7).

2) A la fin ou au début du « wintercheck », suivant les espèces, les conditions climatiques induisent la sécrétion par l'hypophyse d'hormones *gonadotropes* destinées à déclencher et à soutenir dans les gonades¹⁰ la période de *reproduction* peu propice à l'agrandissement.

3) D'autres hormones influencent favorablement ou défavorablement le métabolisme et ainsi la croissance des poissons. Citons le glucagon et l'insuline du pancréas, l'adrénaline des corps supra-rénaux, les corticostéroïdes des corps

9. Hypophyse : glande hormonale située à la base du cerveau. La plupart de ses différentes hormones vont stimuler l'activité de plusieurs autres glandes hormonales.

10. Gonades : organes où s'élaborent les produits sexuels, c'est-à-dire les testicules mâles et les ovaires femelles.

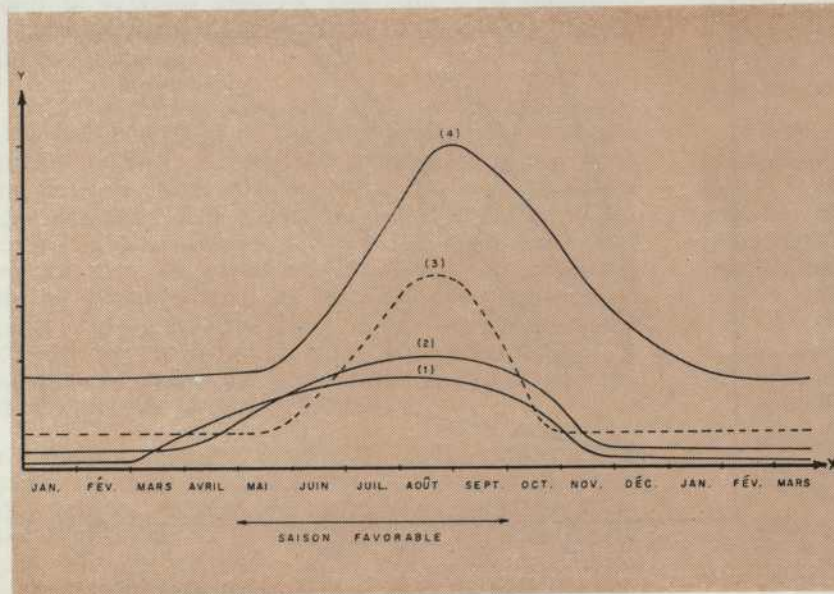
inter-rénaux, etc. Leur influence sur la croissance est cependant moins importante que celle de l'hormone thyroïdienne.

En conclusion, le contrôle hormonal de la croissance périodique annuelle des poissons osseux apparaît comme une machine complexe dont beaucoup d'éléments sont interdépendants, ce qui lui donne une souplesse d'adaptation à diverses situations. Ce contrôle complexe fonctionne comme rouage central dans la chaîne des rythmes physiologiques annuels suivants : milieu — activité hormonale — croissance, activité et reproduction. Il reste à décrire par quels intermédiaires toutes les « rythmicités » de cette chaîne s'incitent successivement.

3. Intermédiaires entre les facteurs responsables, les contrôles hormonaux et les croissances périodiques annuelles

a) **Transport sanguin des hormones :** suivant qu'elle est rapide ou non, la circulation sanguine favorise ou ralentit le transport des hormones activant la croissance, depuis leur lieu d'élaboration dans les glandes hormonales vers leur lieu d'action. Or la régulation du système circulatoire est contrôlée par des excitations ou des inhibitions dues au système nerveux involontaire dit « sympathique » et à l'hormone *adrénaline* : la sécrétion de cette hormone par des corps supra-rénaux est réglée par ce système nerveux. Le système sympathique des poissons influence donc leur croissance par le biais de l'adrénaline et de la circulation.

b) **Liens nerveux entre les facteurs du milieu et les glandes hormonales :** la température du milieu ambiant est perçue par les cellules thermo-sensorielles de la peau des poissons. La perception de



Graphique 7. Périodicité annuelle des hormones thyroïdienne et hypophysaire de croissance.

- (1): quantité d'hormones thyroïdotropes dans le sang;
- (2): quantité d'hormones somatotropes dans le sang;
- (3): quantité d'hormones thyroïdiennes dans le sang;
- (4): pourcentage d'accroissement en longueur.

Les truites non adultes croissent principalement de juin à novembre; cette croissance est préparée et dirigée par une augmentation de l'activité hypophysaire thyroïdotropique (1) qui induit une augmentation de l'activité thyroïdienne (3). Pendant cette période, l'hypophyse amplifie également sa sécrétion somatotropique (2) afin d'aider l'hormone thyroïdienne dans son action sur la croissance (4).

la durée d'éclairement est peu connue parce que difficile à étudier; elle fait intervenir les cellules visuo-sensorielles de l'oeil.

Les cellules sensibles à la température ou à la durée d'éclairement, après avoir été excitées, émettent des influx nerveux sensoriels qui se dirigent le long des nerfs sensitifs vers le système nerveux central et le *cerveau*. Ce dernier prend ainsi conscience des conditions climatiques du milieu; il y réagit en envoyant des influx nerveux moteurs qui se propagent le long des nerfs *sympathiques* vers les glandes hormonales afin d'y accélérer ou d'y freiner les sécrétions d'hormones.

Chez les poissons et les vertébrés inférieurs en général, *l'élaboration des hormones* intervenant dans la *croissance* obéit donc à un *contrôle nerveux*, lui-même influencé par les facteurs climatiques du milieu.

Après avoir décrit et localisé le rôle de chacun des éléments physiologiques connus intervenant dans la croissance périodique annuelle des poissons et dans la formation de leurs annuli, une synthèse à ce sujet devient réalisable et fait l'objet de la conclusion de cette étude.

E. Conclusion

Chez les poissons osseux, la périodicité annuelle de formation des *vrais annuli* dépend de la périodicité annuelle des croissances ostéoïde et générale; ces deux dernières croissances sont d'ailleurs proportionnelles et presque simultanées.

Le rythme annuel de croissance, combiné au rythme annuel de l'activité et inhibé par le rythme annuel de reproduction (si celle-ci est présente), est dirigé, en même temps que les deux autres rythmes, par le rythme annuel hormonal. Le système hormonal, dirigé par l'hypophyse, agit sur la croissance via le système sanguin et ensuite via le métabolisme.

Le rythme annuel hormonal de croissance apparaît comme un rythme endogène indépendant des conditions du milieu: il est cependant « mémorisé » par voie sensorielle et nerveuse, à partir du rythme annuel des conditions climatiques (température et lumière) du milieu et concorde ainsi avec ce dernier rythme. Entre la périodicité annuelle du milieu et celle des activités hormonales, se situe l'intermédiaire nerveux au cerveau et ensuite des voies sympathiques.

Pour autant que l'on sache distinguer les *annuli* annuels des « faux annuli » et qu'on ne lise pas l'âge sur des structures régénérées ou trop vieilles, le total des *vrais annuli* des structures ostéoïdes (écailles, os, otolithes) du poisson détermine son âge.

Cette étude de la détermination de l'âge et du rythme annuel d'accroissement chez les poissons osseux peut s'appliquer, avec des adaptations adéquates, aux autres animaux ayant des rythmes annuels de croissance. Si la méthode des annuli n'est pas utilisable, on se contente alors d'une estimation générale de l'âge à partir de structures ou de propriétés qui évoluent avec l'augmentation de l'âge.

Références

Concernant le paragraphe D :

- BLANC, M. et J. BUSER, 1949. *Action de la température sur l'ostéogenèse des téléostéens; Action de la lumière sur l'ostéogenèse des téléostéens*. Bull. Soc. Sool. Fr., 74 : 167-170 et 170-172.
- BROWN, M. E., 1957. *Experimental studies on growth in Physiology of fishes*, Academic Press, N.Y., Chap. 9 : 361-400.
- HOAR, W.S., 1957. *Endocrine organs, The gonads and reproduction*, in *Physiology of fishes*, by M. E. Brown, Academic Press, N.Y., Chap 6 et 7 : 246-285, 287-321.
- HOMANS, A.G. and V.D. VLADYKOV, 1954. *Relation between feeding and the sexual cycle of the haddock*, J. Fish. Res. Bd Can., 2 : 533-542.
- VIVIEN, J., 1958. *Les glandes endocrines*, dans *Traité de Zoologie*, publié sous la direction de P. P. Grassé, Masson, Paris, Tome XIII, fasc. 2 : 1470-1544.

Les « Jeunes Explos » ou Jeunes Explorateurs organisent actuellement leur 14e saison d'été. Ils invitent les jeunes intéressés à l'étude de la nature à se rendre au Cap Jaseux, sur les rives du Saguenay, à l'une des trois quinzaines de leur programme de l'été 1968.

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

Tous les étudiants

*intéressés à l'étude des sciences
connaissent-ils l'existence
de la revue LE JEUNE SCIENTIFIQUE?*

*Les professeurs de sciences
les bibliothèques, les dirigeants des écoles
s'intéressent-ils à la diffusion du JEUNE SCIENTIFIQUE?*

*La série des huit brochures d'un volume annuel
commence en octobre et présente un ensemble de 192 pages
traitant des sciences naturelles et exactes*

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

*Participez personnellement à la vulgarisation des sciences
en multipliant les abonnés à votre revue*

Nouvelle adresse:

*depuis le 1er août dernier, le bureau des abonnements
(Montréal) est déménagé à Joliette; toutes les commandes
et la correspondance des abonnements doivent être adressées:*

LE JEUNE SCIENTIFIQUE, case postale 391,

JOLIETTE, P.Q.

